مجلة المالية و الأسواق
ISSN : 2392- 5124
eISSN : 2602-5191

المجلد 07 / العدد: 01 (2020)،
ص : 302-323

صفوف الإنتظارومدى نجاعتها في تحسين الأداء للمؤسسات الصناعية-دراسة حالة المؤسسة الصناعية للآجر والقرميد لولاية تيسمسيلت-

Waiting Queue and their Effectiveness in Improving the Performance of Industrial Establishments - Case Study of the ndustrial Establishment for Bricks and Tiles of the state of Tissemsilt

سهلي عبد الحميد*[1] د. بوزارة العيد [2]

[1] جامعة الجزائر3 ،الجزائر، طالب دكتوراه sahli.abdelhamid@univ-alger3.dz

[2] جامعة الجزائر3 (الجزائر) bouzara.laid@univ-alger3.dz

تاريخ الاستلام:	تاريخ القبول:	تاريخ النشر:
2019-06-12	2020-01-21	2020-03-30

ملخص:

تهدف هذه الورقة البحثية إلى بيان دور نماذج صفوف الإنتظار في تقييم نظام الإنتاج وإيجاد الحلول لجملة المشاكل التي يعاني منها النظام في المؤسسة القيد الدراسة وهذا بالوصول إلى العدد الأمثل من قنوات الخدمة التي تقلص من زمن الإنتظار، وقد توصلنا إلى نتيجة مفادها أن أفضل عدد ممكن لقنوات الخدمة هي قناتين بدلا من قناة واحدة ما يؤدي إلى قلة طابور الإنتظار من جهة وإنخفاض التكاليف الإجمالية إلى حدها الأدنى من جهة أخرى،ولعل أهم ما أوصي به إلى ضرورة العمل بمختلف الأساليب الكمية،وتعتبر نماذج صفوف الإنتظار من أحد أهم الأساليب الأكثر إستخداما في تقنيات التحليل الكمي .

الكلمات المفتاحية: نماذج صفوف الإنتظار، قنوات الخدمة،الأساليب الكمية.

Abstract :

The aim of this Study is to explain the role of the waiting Queue models in evaluating the production system and finding solutions to the problems that the system suffers in the organization. The study is limited by reaching the optimal number of service channels that reduce waiting time, The Study concluded that the best possible number of service channels is two channels rather than one channel, resulting in a low waiting queue on the one hand and lower overall costs on the other. The study recommended the need to work in various quantitative methods, and waiting queue models are one of the most important methods used in quantitative analysis techniques.

Keywords : waiting queue models, service channels, quantitative methods.

[1] المؤلف المرسل: سهلي عبد الحميد e-mail : sahli.abdelhamid@univ-alger3.dz

المقدمة:

هنالك العديد من الحالات التي نواجه فيها حالة الانتظار، حيث نجد أنفسنا في حياتنا اليومية من خلال عمليات السحب في البنوك ومراكز البريد و في محلات السوبر ماركت والمستشفيات وغيرها، وعليه تسعى غالبية المؤسسات لتقديم خدماتها للزبائن في أوقاتها المناسبة وتسعى جاهدة لتجنب الآثار السلبية للتأخير الذي يؤدي بدوره إلى التأثير في جودة الخدمات،وبغية تقديم خدمات متميزة متمثلة في سرعة الإنجاز والدقة في العمل بأقل تكلفة يتم إستخدام نظرية صفوف الإنتظار **(Queuing Theory)** والتي استعملت كثيرا في معالجة طوابير الإنتظار لما تحتويه من مؤشرات تحوز عليها نماذجها الرياضية،وبغية معرفة استخدامات نماذج صفوف الإنتظار إستخدم الباحثان قسمين،خصص في القسم الأول الجانب النظري وتعلق بالمفاهيم الأساسية الخاصة بنماذج صفوف الإنتظار،وخصص في القسم الثاني جانب تطبيقي في مؤسسة صناعية قام فيه الباحثان بجمع بيانات وأجريا إختبارات متعلقة بمعرفة طبيعة التوزيع لنمطي الوصول والخدمة ،ومن ثم قام الباحثان بالإستعانة ببرنامج **(Win Qsb)** لإيجاد مقاييس الأداء لنظام صفوف الإنتظار **(M/M/S)** ومن ثم نقوم بقراءة تحليلية للنتائج المتحصل عليها ومن ثم نقوم باختيار أفضل تكلفة ممكنة المناسبة لعدد قنوات الخدمة للخروج في الأخير باستنتاجات واقتراحات .

وعلى ضوء ما تقدم نقوم بطرح الإشكالية التالية:

إلى أي مدى تساهم نماذج صفوف الإنتظار في تحسين أداء المؤسسة الصناعية ؟.

وانطلاقا من هذه الإشكالية نقوم بطرح بعض التساؤلات التالية:

1- هل باستطاعة المؤسسات الصناعية أن تعمل على رضا زبائنها بجودة واحترافية بما يتطلعون إليه ويحقق غايتهم؟.
2- كيف يمكن لنماذج صفوف الإنتظار أن تعمل على حل مشاكل طابور الإنتظار وتقليص وقت تقديم الخدمة؟
3- هل يخضع توزيع وصول الشاحنات إلى التوزيع البواسوني أو إلى توزيع إحتمالي آخر؟.
4- هل يخضع توزيع أوقات الخدمة إلى التوزيع الأسي أو إلى توزيع احتمالي آخر؟.

ولتحقيق الأهداف المرجوة منا يمكن أن نحدد مجموعة من الفرضيات التي نسعى إلى إختبارها على مايلي:

- ❖ يخضع توزيع وصول الشاحنات إلى التوزيع البواسوني.

- ❖ يخضع توزيع أوقات الخدمة في المؤسسة المراد دراستها إلى التوزيع الأسي.
- ❖ يمكن لنظرية صفوف الإنتظار إقتراح نموذج أمثلي للإنتظار يساهم بشكل فعال في الحد من حدة إنتظار الزبائن على مستوى المؤسسة المراد دراستها.

وتهدف هذه الورقة البحثية إلى مايلي:

- ➢ التعرف على واقع تطبيق نظرية صفوف الإنتظار
- ➢ نسعى كذلك من خلال هذه الدراسة إلى حل مشكل الطابور الذي يؤرق الزبائن وهذا بالوصول إلى العدد الأمثل من قنوات الخدمة الذي يقلص من زمن الإنتظار.
- ➢ معرفة واقع الأساليب العلمية المتبعة في المؤسسات الصناعية والعمل على تطويرها باستخدام نماذج صفوف الإنتظار.
- ➢ إختيار أفضل تكلفة ممكنة لتحسين الخدمة في المصنع.

هيكل الدراسة :

أولا: مفاهيم الدراسة

1- المؤسسة الصناعية : تعددت المفاهيم الأساسية وذلك نظرا لتعدد الزوايا المنظور فيها حيث تعرف بأنها الوحدة الإستثمارية ذات الكيان المحدد والهيكل التنظيمي المستقل ماليا، ويعتبر الهدف هو الأساس الذي تقيم بموجبه كفاءة المؤسسة ووحداتها الإنتاجية وهذا ما يحكم أداءها ونشاطها في السوق،ولا شك أن تحقيق أكبر قدر ممكن من الإنتاج وتحقيق أرباح أسمى هدف تسعى إليه المؤسسة .[1]

2- بحوث العمليات: تعددت الآراء في تحديد وتوحيد مفهوم بحوث العمليات إلا أنها تتحدد في كونها بأن"بحوث العمليات هي تطبيق للأساليب العلمية الرياضية من أجل حل المشاكل المعقدة داخل المؤسسات الصناعية والمشاكل المتعلقة بها"[2] وقد شملت بحوث العمليات إحدى أهم التعريفات وهي :

2-1-تعريف جمعية بحوث العمليات الأمريكية:" تهتم باتخاذ القرارات العلمية لتصميم ووضع أنظمة المعدات والقوى العاملة وفقا لشروط معينة تتطلب تخصيص الموارد المحدودة بشكل أمثل".[3]

2-2-**تعريف DANTZIG:**فقد عرف بحوث العمليات بأنها علم الإدارة [4].

3- **تعريف صفوف الإنتظار:** إن نظرية خطوط الإنتظار هي عبارة عن نموذج رياضي من نماذج بحوث العمليات يهدف إلى تصوير واقع موضوعي نعيشه،غايتنا منه تحليله ودراسته واتخاذ قرار بشأنه،ويعتبر هذا النموذج من أحد أهم النماذج الرياضية والأوسع دراسة في وقتنا الحاضر.[5]

4-رموز كاندل (kendall):قبل البدأ في التحقيقات في أنظمة الطوابير الإبتدائية نقدم ترميزا لخصائص أي نموذج لنظام صف الإنتظار للعالم الرياضي البريطاني kendall سنة 1953،ويشير هذا النظام إلى مايلي[6]: **A/B/m/K/n/D**

بحيث:

A : توزيع زمن بين الوصول(توزيع عدد الواصلين).**B** : توزيع زمن الخدمة .**m** : عدد موزعي الخدمة.**n** : عدد طالبي الخدمة .**D** : نمط الخدمة.

K: طاقة النظام، أي الحد الأقصى لعدد العملاء في النظام بما في ذلك الذي يجرى خدمته.

5-معدل الوصول: هو قانون إحتمالي تخضع له ظاهرة توافد الزبائن إلى مراكز تقديم الخدمة،وطريقة توافد الزبائن تتم بطريقة عشوائية ويفترض أن حالات الوصول مستقلة عن بعضها البعض.[7]

6- زمن الخدمة: يقصد به الزمن الذي يمكن أحد مقدمي الخدمة لتقديم الخدمات للعملاء وقد يكون زمن الخدمة ثابتا أو متغيرا عشوائيا.[8]

7- نمط الخدمة:يقصد بها الطريقة التي تشرح كيفية وصول العملاء إلى مرفق الخدمة وهناك أنواع مختلفة أو طرق رئيسية لتقديم الخدمة نقوم بذكرها:[9]

- **القادم أولا تقدم له الخدمة أولا (FIFO-FIRST IN FIRST OUT):** يتم تقديم العملاء حسب ترتيب وصولهم فهذا معروف كنظام الخدمة،أي الذي يأتي أولا يخدم أولا وهذا النمط من الخدمة الأكثر شيوعا ومثال ذلك اصطفاف السيارات في محطات الوقود
- **القادم أخيرا يخرج أولا (LIFO-LAST IN FIRST OUT):**يتم في بعض الأحيان خدمة العملاء في ترتيب عكسي من دخولهم،بحيث يتم تقديم الخدمة لآخر شخص ومثال ذلك أن الأشخاص الذين ينظمون إلى المصعد أولا هم الأشخاص الذين يغادرونه آخرا في الأخير.
- **القاعدة العشوائية:**بموجب هذه القاعدة يتم إختيار العملاء للخدمة عشوائيا بغض النظر عن وصولهم في نظام الخدمة،أي أن كل زبون في قائمة الإنتظار من المرجح أن يتم إختياره، وعليه فإن وقت وصول العملاء لا علاقة له في مثل هذه الحالة .
- **نظام الأولوية للخدمة:** تتم تقديم الخدمة لطالبيها وفقا لحاجاتهم الماسة ومثال ذلك في المستشفيات(الحالات الحرجة).

08-التوزيعات الإحتمالية لنظرية صفوف الإنتظار:

يعتبر التوزيع البواسوني والتوزيع الأسي أحد أهم التوزيعات المستخدمة في صفوف الإنتظار وفيما يلي نقوم بشرح كل توزيع على حدى:

08-1- التوزيع البواسوني (Poisson Distribution) :

إن التوزيع الإحتمالي لتوزيع بواسون يستعمل لوصف وصول الزبائن العشوائي لأي نظام إذا توفر ما يلي:[10]

- **الترتيب (Order liness)**: أي أنه خلال أي فترة زمنية يأتي زبون واحد إلى محطة الخدمة.
- **الإستقرارية(Stationarity)**:أي أنه كل فترة إطار زمني تكون إحتمالية وصول زبون خلال مدة زمنية معينة هي نفسها لجميع الفترات الزمنية ذات المدى المتساوي.
- **الإستقلالية (Independence)**: أي أن مرحلة وصول الزبائن تكون مستقلة مابين شخص وآخر،أي أن الوصول في مدة زمنية معينة لا يؤثر على إحتمالية الوصول خلال المدد الزمنية الأخرى .

وعلى هذا إذا توفرت هذه السياقات الثلاثة في نموذج صف الإنتظار يمكن أن نصوغ دالة توزيع بواسون كالآتي :

$$P_{(n)}(t) = \frac{(\lambda_t)^n e^{-\lambda t}}{n!} \quad ,n = 0,1,2\ldots..$$

$$\lambda > 0$$

حيث أن :

λ:معدل الوصول لكل وحدة زمنية.

t: طول المدة الزمنية.

08-2- التوزيع الأسي (Exponential Distribution) :

يعتبر التوزيع الأسي من التوزيعات المستمرة ويأخذ به في تحليل عدد العملاء الواصلين خلال فترة زمنية معينة والأوقات الفاصل بين وصولين متتاليين وتستعمل في دراسة أوقات الخدمة وتأخذ دالة التوزيع الإحتمالية له على النحو التالي [11] :

$$P_{(n)}(t) = \mu e^{-ut}$$

μ: معدل أداء الخدمة. **t** : طول المدة الزمنية.

09- مقاييس الأداء لنظرية صفوف الإنتظار:

تعتبر المقاييس في الجدول أسفله من أهم المقاييس المستخدمة لتمثيل النماذج الرياضية لنظرية صفوف الإنتظار وهي في الجدول التالي :[12]

جدول (01) :رموزخاصة بمقاييس الأداء لنماذج صفوف الإنتظار

الرموز	مقاييس الأداء
λ	متوسط عدد العملاء الذين يصلون إلى النظام خلال فترة زمنية
μ	متوسط عدد العملاء الذين تقدم لهم الخدمة خلال فترة زمنية
$P=\lambda/\mu$	معامل الإستخدام للنظام
$P_n(t)$	إحتمال وجود n عميل في النظام خلال الزمن t
P_0	إحتمال عدم وجود n عميل في النظام
L_s	متوسط عدد الوحدات في النظام
L_q	متوسط عدد الوحدات في صف الانتظار
W_s	متوسط زمن الإنتظار الوحدات في النظام
W_q	متوسط زمن الإنتظار في صف الإنتظار
n	عدد الوحدات في النظام
Δt	متغير لفترة زمنية صغيرة

المصدر:صباح منفي رضا، أنسام علاوي إبراهيم، مرجع سبق ذكره،ص 304.

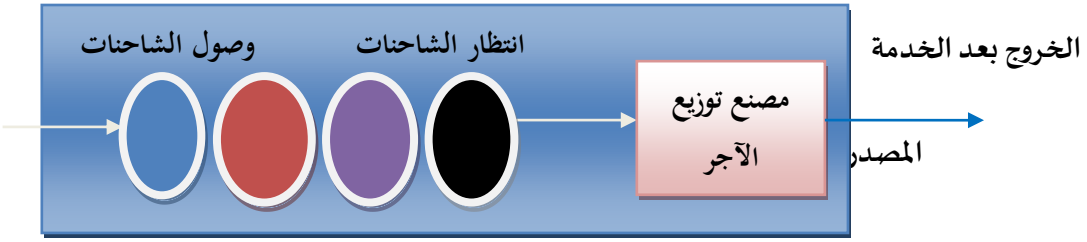
ثانيا :الدراسة الميدانية

طبقت هذه الدراسة في مؤسسة صناعية للآجر والقرميد بولاية تيسمسيلت وذلك بهدف تحسين مقاييس الأداء وقد إعتمدنا على نماذج صفوف الإنتظار في هذه الدراسة.

1- **تمثيل ظاهرة الإنتظار:** لقد بينا آنفا أنه يوجد عددا من المراحل للإنتظار وعليه فإن نموذج دراستنا يعتمد على نموذج بنمط إنتظار واحد وقناة خدمة واحدة ،أي أنه يتكون نظام صف الإنتظار في مصنع الآجر من وحدات المتمثلة في الشاحنات الذين يصلون إلى النظام من مجتمع مصدري غير محدد ثم ينظمون إلى صف الإنتظار للحصول على دورهم في الخدمة، أما نظام تقديم الخدمة فتتم على أساس الأول في الوصول الأول لتلقي الخدمة (FIFO) ثم تخرج الشاحنة بعد حصولها على الخدمة من النظام كما أن سرعة وصول الشاحنات إلى

النظام أعلى من سرعة أداء الخدمة وعليه يمكننا تمثيل مكونات وخصائص نظام الإنتظار بالشكل التالي:

الشكل رقم 06: نظام إنتظار ذو مركز أداء خدمة واحدة ومرحلة واحدة



المصدر: من إعداد الباحثين

2- تطبيق نماذج صفوف الإنتظار في قسم التوزيع:

2-1-تحليل صف إنتظار الشاحنات في مصنع الآجر

2-1-1- تحديد نمط وصول الشاحنات لنظام صف الإنتظار:

من أجل تحديد نمط وصول الشاحنات إلى النظام قمنا بدراسة إحصائية ميدانية على مستوى مصنع الآجر والقرميد وذلك لمدة 10 أيام وبمعدل 6 ساعات في اليوم خلال الفترة من 2018/04/15 إلى 2018/05/24 علما أن عمليات وصول الشاحنات إلى نظام صف الإنتظار تتم بطريقة عشوائية لا يمكن التنبؤ بها وكذلك أن الأحداث مستقلة عن بعضها البعض.

الجدول رقم (02): جدول مراقبة وصول الشاحنات التوزيع إلى مصنع الآجر

التوقيت / الأيام	09سا-10سا	10سا-11سا	11سا-12سا	12سا-13سا	13سا-14سا	14سا-15سا
اليوم الأول	04	02	05	01	02	03
اليوم الثاني	03	05	04	02	01	02
اليوم الثالث	02	06	03	01	04	02
اليوم الرابع	05	03	01	02	03	01
اليوم الخامس	04	07	02	03	01	02
اليوم السادس	02	05	04	01	02	03

اليوم السابع	06	08	02	05	04	01
اليوم الثامن	03	05	04	03	01	02
اليوم التاسع	04	05	03	02	01	03
اليوم العاشر	02	05	04	01	03	04

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال الجدول نجد أن عدد مرات الوصول في الساعة تراوحت ما بين شاحنة واحدة كأدنى قيمة و 8 شاحنات كأقصى قيمة وبعد جمع البيانات لوصول الشاحنات إلى صف الإنتظار نقوم بترتيبها على أساس التكرارات الملاحظة التي وصلت طلب الخدمة وذلك بهدف تحديد معدل الوصول وهذا ماهو مبين في الجدول التالي:

الجدول رقم (03) : جدول التكرارات الملاحظة التي وصلت لطلب الخدمة

X_i :عدد الشاحنات التي وصلت لطلب الخدمة في الساعة	عدد مرات حدوث ذلك f_i	$X_i \times f_i$
1	11	11
2	15	30
3	12	36
4	10	40
5	08	40
6	02	12
7	01	07
8	01	08
المجموع	60	184

المصدر: من إعداد الباحثين

نقوم بحساب عدد الشاحنات المتوقع وصولها في المستقبل في الساعة وهي:

$$\lambda = \sum_{i=1}^{08} x_i f_i \Big/ \sum_{i=1}^{08} f_i = \frac{184}{60} = 3.06$$

λ=3 معنى ذلك أن عدد الشاحنات المتوقع وصولها إلى مصنع آخر هي عبارة عن ثلاث شاحنات **لكن يبقى السؤال المطروح ماهو نوع التوزيع الإحتمالي الذي تخضع له عمليات الوصول ؟ ولهذا يجب إجراء إختبارات إحصائية تثبت أن توزيعات وصول الشاحنات تتبع التوزيع البواسوني وذلك بالإستعانة** باختبار χ^2 كاي تربيع (khi-deaux) ،حيث نقوم بحساب التكرارات النظرية f_t على أساس أن التوزيع بواسوني ومقارنتها مع التكرارات المشاهدة f_0.

اختبار الفرضيات:

-وضع الفرضيات:

- **الفرضية الصفرية H_0**: عملية وصول الشاحنات إلى نظام صف الإنتظار تتبع التوزيع البواسوني.
- **الفرضية البديلة H_1**: عملية وصول الشاحنات إلى نظام صف الإنتظار لا تتبع التوزيع البواسوني.

تحديد مستوى المعنوية:

$$a = 5\%$$

حساب الاحصائية χ^2 :

$$\gamma^2 = \sum_{i=1}^{i=8} (f_0 - f_t)^2 \Big/ f$$

f_0: التكرارات المشاهدة

f_t: التكرارات المتوقعة

التكرارات المتوقعة=الإحتمالxحجم العينة

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

الجدول رقم (04): إختبار معدل وصول الشاحنات

x_i	f_0	$P(X = x_i)$	$f_t = P(X = x_i).N$
1	11	0.149	8.94
2	15	0.224	13.44

13.44	0.224	12	3
10.08	0.168	10	4
6.0	0.1	08	5
3.0	0.05	02	6
1.26	0.021	01	7
0.48	0.008	01	8

المصدر: من إعداد الباحثين

لتصبح مساوية ل $f_t < 5$ 10.74 ندمج الأربع فئات الأخيرة (5،6،7،8) لأن

والآن نستطيع حساب احصائية χ^2

$$\chi^2 = \frac{(11-8.94)^2}{8.94} + \frac{(15-13.44)^2}{13.44} + \frac{(12-13.44)^2}{13.44} + \frac{(10-10.08)^2}{10.08} + \frac{(12-10.74)^2}{10.74} = 0.96$$

الجدولية χ^2 نقوم بمقارنتها مع قيمة χ^2 بعد حساب وذلك بعد تحديد عدد درجات الحرية الإحصائية

$$\begin{cases} d_f = c - m - 1 = 3 \\ a = 5\% \end{cases}$$

m: تمثل عدد المعلمات المقدرة وهي معلمة واحدة

C: تمثل عدد الفئات بعد الدمج

عند مستوى المعنوية a=5% ودرجة الحرية V=3 فإن القيمة الإحصائية الجدولية $\chi^2_{0.05}$=7.814 وبما أن (χ^2 = 0.96 < $\chi^2_{0.05}$) وعليه فإننا نقبل الفرضية الصفرية ومنه نستنتج أن عملية وصول الشاحنات إلى نظام صف الإنتظار تتبع التوزيع البواسوني بمعدل وصول λ=3.

2-2-نمط الخدمة:

الجدول رقم (05): جدول التكرارات الملاحظة للشاحنات التي تلقت الخدمة

X_i:عدد الشاحنات التي تلقت الخدمة	عدد مرات حدوث ذلك f_i	$X_i x f_i$
1	**8**	**8**
2	**7**	**14**
3	**6**	**18**
4	**2**	**8**
المجموع	**23**	**48**

المصدر: من إعداد الباحثين

نلاحظ أنه من خلال عملية المراقبة سجلنا 08 حالات تم تقديم الخدمة لشاحنة واحدة خلال نصف ساعة وقد سجلنا حالتين تم تقديم الخدمة لأربع شاحنات خلال نصف ساعة.

نقوم بحساب متوسط الشاحنات التي تلقت الخدمة خلال نصف ساعة.

$$\frac{1}{\mu} = \frac{8(1) + 7(2) + 6(3) + 4(2)}{8 + 7 + 6 + 2} = \frac{48}{23} \cong 2$$

ومنه معدل أداء الخدمة لآلات الشحن هي ساعة واحدة ومصنع الآجر لديه أربع آلات للشحن لها نفس القدرة الإنتاجية ومنه معدل الخدمة هو $\mu=4$ أي 4 شاحنات في الساعة.

ولهذا يمكننا إفتراض أن أزمنة تقديم الخدمة تتبع التوزيع الأسي،لكن يجب إثبات صحة هذه الفرضية من عدمها وذلك باستخدام إختبار (khi-Deux) ويعمل هذا الإختبار على مقارنة التكرارات الملاحظة f_0 مع التكرارات النظرية المحسوبة f_t.

اختباركاي تربيع:

-وضع الفرضيات:

- **الفرضية الصفرية H_0**:توزيع أزمنة تقديم الخدمة تتبع التوزيع الأسي.
- **الفرضية البديلة H_1**: توزيع أزمنة تقديم الخدمة لا تتبع التوزيع الأسي

تحديد مستوى المعنوية:

$$a = 5\%$$

حساب الاحصائية χ^2 :

$$\gamma^2 = \sum_{i=1}^{i=8}(f_0 - f_t)^2 / f$$

التكرارات المتوقعة f_t: التكرارات المشاهدة: f_0

التكرارات المتوقعة=الإحتمالx حجم العينة

$$P(X = x) = ue^{ux}$$

الجدول رقم (06): إختبار معدل خدمة الشاحنات

$f_t = P(X = x_i).N$	$P(X = x_i)$	f_0	x_i
6.9	0.3	8	1
4.15	0.18	7	2
2.53	0.11	6	3
1.60	0.07	2	4

المصدر: من إعداد الباحثين

لتصبح مساوية ل $f_t < 5$ 08.28 ندمج الثلاث فئات الأخيرة (2،3،4) لأن

والآن نستطيع حساب احصائية χ^2

$$\chi^2 = \frac{(08-6.9)^2}{6.9} + \frac{(15-08.28)^2}{08.28} = 5.63$$

الجدولية وذلك بعد تحديد عدد درجات الحرية χ^2 نقوم بمقارنتها مع قيمة χ^2 بعد حساب الإحصائية

$$\begin{cases} d_f = c - m - 1 = 0 \\ a = 5\% \end{cases}$$

m: تمثل عدد المعلمات المقدرة وهي معلمة واحدة

C: تمثل عدد الفئات بعد الدمج

بما أن d_f=0 فسنأخذ الفئات الأربع

عند مستوى المعنوية a=05% ودرجة الحرية V=4 فإن القيمة الإحصائية الجدولية

$\chi^2_{0.05} = 9.487$ وبما أن ($\chi^2_{cal} = 5.63 < \chi^2_{0.05}$) وعليه فإننا نقبل الفرضية الصفرية ومنه نستنتج أن التوزيع يخضع إلى التوزيع الأسي .

من خلال دراستنا للتوزيعات الإحصائية توصلنا إلى النتائج التالية:

- يتبع توزيع وصول الشاحنات إلى التوزيع البواسوني بمعامل $\lambda=3$.
- يتبع توزيع أوقات الخدمة إلى التوزيع الأسي بمعامل $\mu=4$.
- معدل الخدمة أكبر من معدل الوصول وعلى هذا فإن شرط تطبيق صفوف الإنتظار متحقق،وذلك حتى يكون هناك توازن وبالتالي يتشكل صف الإنتظار.

ومنه النموذج الرياضي هو(M/M/1/FIFO/ ∞/∞).

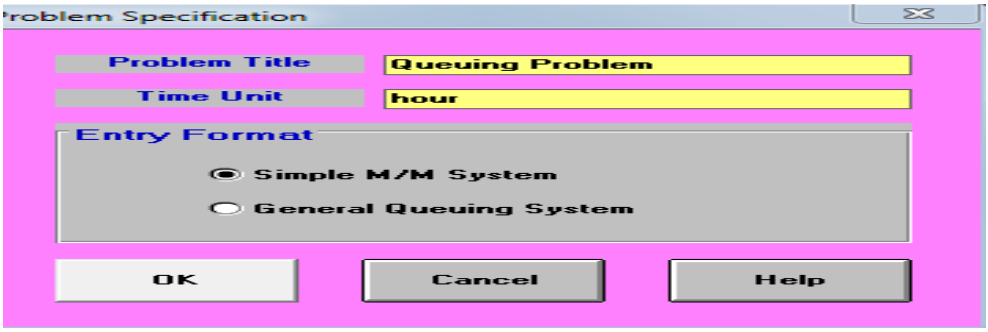
2-3-1- إستخدام البرنامج الجاهز(Win Qsb):

نستخدم برنامج **(Win Qsb)** لحل مشكلة طابور إنتظار الشاحنات في مصنع الآجر،حيث يستعمل هذا البرنامج لحل العديد من مشاكل بحوث العمليات ومن بينها هي مشكلة طابور الإنتظار وهذا من خلال إعطاء المعطيات للبرنامج.

2-3-2-تحديد مقاييس الأداء لصفوف الإنتظار باستخدام برنامج (Win Qsb) :

نقوم بتطبيق برنامج **(Win Qsb Version 2)** في عملية الحساب المتعلقة بمقاييس الأداء بنظرية صفوف الإنتظار وعند تشغيل البرنامج نجد في قائمة الإختيارات نموذج **(Queuing Analysis)** ومن قائمة الإختيار **(File)** نقوم باختيار الخيار **(New problem)** وهو على التالي:

الجدول رقم (07):إختيار نوع النموذج من برنامج (win Qsb)



المصدر: من خلال مخرجات برنامج (Win Qsb)

بعد تحديدنا لمعدل الوصول ومعدل الخدمة نستطيع الحصول على باقي المؤشرات التي تخص نماذج صفوف الإنتظار وذلك من خلال برنامج **(Win Qsb)**.

نقوم بعدها بإدخال قيمتي كل من معدل الوصول $\lambda=3$ ومعدل أداء الخدمة $\mu=4$ وتوحيد وحدة الزمن (Hour) ، مع العلم أن عدد قنوات الخدمة يساوي 1

الجدول رقم (08): إدخال قيمتي كل من معدل الوصول ومعدل الخدمة في البرنامج

Data Description	ENTRY
Number of servers	1
Service rate (per server per hour)	4
Customer arrival rate (per hour)	3
Queue capacity (maximum waiting space)	M
Customer population	M
Busy server cost per hour	
Idle server cost per hour	
Customer waiting cost per hour	
Customer being served cost per hour	
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

المصدر: من خلال مخرجات برنامج Win Qsb

نقوم بالضغط على (Solve and Analyze) ومنها إلى الخيار (Solve the Performance) لنستخرج بعدها أهم مقاييس الأداء وهي كما يلي:

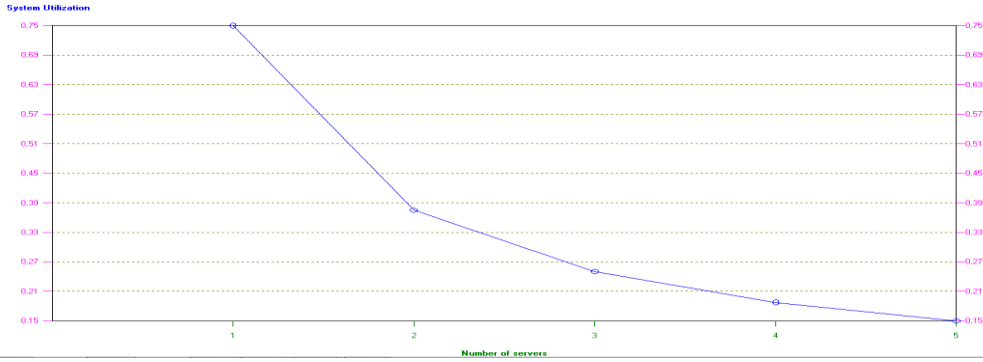
الجدول رقم (09): استخراج مقاييس أداء النموذج (M/M/1)

04-20-2019	Performance Measure	Result
1	System: M/M/1	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	3,0000
3	Service rate per server (mu) per hour =	4,0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	3,0000
5	Overall system effective service rate per hour =	3,0000
6	Overall system utilization =	75,0000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	3,0000
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	2,2500
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	3,0000
10	Average time customer spends in the system (W) =	1,0000 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,7500 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	1,0000 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	25,0000 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	75,0000 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	$0
17	Total cost of idle server per hour =	$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	$0
19	Total cost of customer being served per hour =	$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	$0
21	Total queue space cost per hour =	$0
22	Total system cost per hour =	$0

المصدر: من خلال مخرجات برنامج (Win Qsb)

أما إستخدامات النظام فهي موضحة في الشكل التالي:

الشكل رقم (07) :إحتمالات عدد الوحدات في النظام P(N=K)



المصدر: من خلال إستخدام برنامج Win Qsb

4-2- التعليق على نتائج مقاييس الأداء وتحليلها :

من خلال ملاحظتنا لنتائج الجدول رقم 09 نجد أن :

1- النموذج المستخدم **(M/M/1)**.

2- نسبة معدل الوصول (λ=0.05) شاحنة / الدقيقة أي ما يساوي ثلاث شاحنات في الساعة.

3- نسبة معدل عدد الشاحنات الحاصلين على الخدمة (u=0.066) اي ما يقارب 04 شاحنات في الساعة.

4- نسبة معدل عدد الشاحنات الذين وصلوا فعليا إلى النظام (ثلاث شاحنات / ساعة).

5- نسبة معدل عدد الشاحنات الذين تلقوا فعليا الخدمة (ثلاث شاحنات / ساعة).

6- معامل الإستخدام يساوي 0.75 وهذا يعني أن مصنع الآجر يكون مشغول بنسبة 75% (أي حالة عمل) وهذا ما يؤكد على وجود إزدحام نسبيا على مركز الخدمة أما نسبة 25 % المتبقية فيكون مركز الخدمة في حالة راحة.

7- معدل عدد الشاحنات في النظام **(L_s=3)** أي ما يعادل شاحنة واحدة.

8- معدل عدد الشاحنات في صف الإنتظار **(L_q=2.25)** أي ما يقارب شاحنتين.

9- معدل عدد الشاحنات في الصف عند إنشغال النظام **(L b=3)** أي ما يساوي ثلاث شاحنات.

10- معدل الوقت الذي تقضيه الشاحنة في النظام **(W=1)** أي ما يعادل 60 دقيقة

11- معدل الوقت الذي تقضيه الشاحنة في الصف **(Wq=0.75)** أي ما يعادل 45 دقيقة.

12- معدل الوقت الذي تقضيه الشاحنة في الصف عند إنشغال النظام **(Wb=1)** أي ما يساوي 60 دقيقة.

13- إحتمالية عدم وصول أي شاحنة للنظام أي أن النظام غير مشغول **(P_0=25%)**.

14- إحتمالية أن يكون النظام مشغول أي وصول عدد من الشاحنات **(P_b=75%)**.

- من خلال المؤشرات السابقة الذكر وجدنا أن زمن الإنتظار الذي تقضيه الشاحنات في صف الإنتظار كبير سواء في الطابور أو في النظام ،وعلى هذا وجب على أصحاب المصنع إتخاذ القرار في تخفيض هذا الزمن في الانتظار، ولعل أهم قرار وجب إتخاذه هو إضافة مركز خدمة جديد.

2-5- مقاييس الأداء بإضافة مركز خدمة جديد:

نتوقع بعد إضافة مركز خدمة جديد يتم تقليص أوقات الإنتظار وتخفيف ضغط العمل على مركز الخدمة وعليه يصبح النموذج الرياضي كما يلي: (M/M/2/FIFO/ ∞/∞).

الجدول رقم (10) : إستخراج مقاييس أداء النموذج (M/M/2)

04-20-2019	Performance Measure	Result
1	System: M/M/2	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	3,0000
3	Service rate per server (mu) per hour =	4,0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	3,0000
5	Overall system effective service rate per hour =	3,0000
6	Overall system utilization =	37,5000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0,8727
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,1227
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0,6000
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,2909 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0409 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,2000 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	45,4545 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	20,4545 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	$0
17	Total cost of idle server per hour =	$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	$0
19	Total cost of customer being served per hour =	$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	$0
21	Total queue space cost per hour =	$0
22	Total system cost per hour =	$0

المصدر: من خلال مخرجات برنامج (Win Qsb)

بعد إستخراج مقاييس الأداء للنموذج البديل نجد أن نسبة الإستفادة من النظام الكلي(ρ=37.5%) أما معدل عدد الشاحنات في النظام **(L_S=0.87)** أي ما يعادل تقريبا شاحنة واحدة وبالتالي زال الإنتظار مقارنة بالحالة الأولى **(M/M/1)**،كما أن معدل عدد الشاحنات في صف الانتظار **(L_q=0.1227)** أي أنه لا يوجد إنتظار في الطابور ،أما فيما يخص وقت الإنتظار

الذي تقضيه الشاحنات في النظام فقد سجل بقيمة **(W_S=0.2909)** أي مايقارب 17.5 دقيقة وهو أقل مقارنة بالوضع السابق،أم فيما يتعلق بمتوسط الوقت في طابور الإنتظار **(W_q=0.0409)** أي ما يساوي 2.45 دقيقة.

أما في حالة وجود ثلاث قنوات خدمة فإن معدل وصول الشاحنات(**شاحنة /ساعة λ=3**) ووقت معدل الخدمة (**خدمة /ساعة μ=4**)، لقناة الخدمة الواحدة،وعليه نقوم بإدخال هذه القيم في البرنامج الجاهز لإيجاد مختلف مقاييس الأداء.

الجدول رقم (11) : إستخراج مقاييس أداء النموذج (M/M/3)

04-20-2019	Performance Measure	Result
1	System: M/M/3	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	3.0000
3	Service rate per server (mu) per hour =	4.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	3.0000
5	Overall system effective service rate per hour =	3.0000
6	Overall system utilization =	25.0000 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.7647
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0147
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.3333
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.2549 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0049 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.1111 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	47.0588 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	4.4118 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	$0
17	Total cost of idle server per hour =	$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	$0
19	Total cost of customer being served per hour =	$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	$0
21	Total queue space cost per hour =	$0
22	Total system cost per hour =	$0

المصدر: من خلال مخرجات برنامج (Win Qsb)

التعليق على نتائج مقاييس الأداء لثلاث قنوات خدمة وتحليل نتائجها كما جرى تحليلنا للجدول 10:

1- معامل الإستخدام يساوي 25%،وهذا يعني أن مصنع الآجر يكون في حالة عمل بنسبة 25%،أما إحتمال أن تكون قناة الخدمة بدون عمل فهي بنسبة 47.058%.

2- متوسط عدد الزبائن الطالبين للخدمة في النظام مشتملة على صف الإنتظار بالإضافة إلى مقدم الخدمة وهي تساوي 0.7647،وعليه فإنه من خلال هذه النتيجة نجد بأنه لا يوجد أي صف إنتظار.

3- متوسط عدد الزبائن الطالبين للخدمة في الصف يساوي 0.0147 شاحنة ،أي أنه لا توجد أي شاحنة في صف الإنتظار.

4- متوسط الوقت الذي تقضيه الشاحنات في النظام يساوي 0.2549 ساعة أي مايعادل (15.29 دقيقة)،إذ تعد هذه المدة ملائمة نسبيا .

5- معدل الوقت الذي تستغرقه الشاحنة في الصف يساوي 0.0049 ساعة أي ما يعادل(17.64 ثانية)،أي أنه لا يوجد إطلاقا وقت للإنتظار.

6- أما في حالة وجود أربع قنوات خدمة فإن معدل وصول الشاحنات(**شاحنة /ساعة 3=λ**) ووقت معدل الخدمة (**خدمة /ساعة 4=μ**)، لقناة الخدمة الواحدة،وعليه نقوم بإدخال هذه القيم في البرنامج الجاهز لإيجاد مختلف مقاييس الأداء.

الجدول رقم (12) : إستخراج مقاييس أداء النموذج (M/M/4)

04-20-2019	Performance Measure	Result
1	System: M/M/4	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	3,0000
3	Service rate per server (mu) per hour =	4,0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	3,0000
5	Overall system effective service rate per hour =	3,0000
6	Overall system utilization =	18,7500 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0,7518
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,0018
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0,2308
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,2506 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0006 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,0769 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	47,2191 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	0,7662 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	$0
17	Total cost of idle server per hour =	$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	$0
19	Total cost of customer being served per hour =	$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	$0
21	Total queue space cost per hour =	$0
22	Total system cost per hour =	$0

المصدر: من خلال مخرجات برنامج (Win Qsb)

التعليق على نتائج مقاييس الأداء لثلاث قنوات خدمة وتحليل نتائجها كما جرى تحليلنا للجدول 11:

1- معامل الإستخدام يساوي 18.75%،وهذا يعني أن مصنع الأجر يكون في حالة عمل بنسبة 18.75%،أما إحتمال أن تكون قناة الخدمة بدون عمل فهي بنسبة 47.2191%.

2- متوسط عدد الزبائن الطالبين للخدمة في النظام مشتملة على صف الإنتظار بالإضافة إلى مقدم الخدمة وهي تساوي 0.7518،وعليه فإنه من خلال هذه النتيجة نجد بأنه لا يوجد أي صف إنتظار.

3- متوسط عدد الزبائن الطالبين للخدمة في الصف يساوي 0.0018 ،أي أنه لا توجد أي شاحنة في صف الإنتظار.

4- متوسط الوقت الذي تقضيه الشاحنات في النظام يساوي 0.2506 ساعة أي مايعادل15.036 دقيقة،إذ تعد هذه المدة ملائمة نسبيا .

5- معدل الوقت الذي تستغرقه الشاحنة في الصف يساوي 0.0006 ساعة اي ما يعادل(2.16 ثانية)،أي أنه لا يوجد إطلاقا وقت للإنتظار.

وعليه نجد أنه من خلال التحاليل السابقة بأن إضافة قنوات خدمة جديدة ليس بالأمر السهل،نظرا لما ينجر عنه من أعباء إضافية متمثلة في تكاليف كمية (مباشرة) والتي قد تكون ثابتة كالأجور،وقد تكون متغيرة كعدد قنوات الخدمة كالتجهيزات إلى غيرها،وقد تكون تكاليف غير كمية (غير مباشرة) ويتمثل في الجهد الذي يبذله الزبائن في الإنتظار وإضاعة الوقت وغيرها،وعليه يجب علينا أن نراعي بعين الإعتبار التكاليف الخاصة بقنوات الخدمة والتكاليف الخاصة بانتظار الزبائن وتسمى مثل هذه التكاليف بالتكاليف المتغيرة .

ونظرا للطابع التأسيسي للمؤسسة المدروسة المنشأة قديما ولصعوبة حصر التكلفة بالضبط فقد قدرنا أن تكلفة قناة الخدمة الواحدة هي (2 مليون دينار جزائري) وهي تكلفة متغيرة أما تكاليف الإنتظار فقدرت ب (3 مليون دينار جزائري)،وبعدها نقوم باستعمال الحل التتابعي الذي يمكننا من الوصول إلى النقطة المثلى التي تحقق عدد القنوات التي تفي بالغرض والتي تستوجب التكلفة الأقل والنتائج موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (13) :كلفة الخدمة وكلفة الإنتظاروالكلفة الكلية

عدد قنوات الخدمة	L_q	L_s	$E(S_C)=SxC_S$	$E(W_C)=L_SxC_WxW_S$	$E(T_C)= E(S_C)+ E(W_C)$
1	2.25	3.0	2	9	11
2	0.122	0.8727	4	0.7616	4.7616
3	0.014	0.7647	6	0.5847	6.5847
4	0.0018	0.7518	8	0.5652	8.5652

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال تحليلنا للجدول نستخلص مايلي:

- عندما يكون هناك قناتين للخدمة نجد أن التكاليف الإجمالية إنخفضت ووصلت إلى أدنى قيمة لها مقارنة مع باقي القانتين الثالثة والرابعة.
- عند قيامنا بزيادة عدد قنوات الخدمة إلى ثلاث وأربع قنوات وجدنا إنخفاض في عدد الوحدات المنتظرة في الصف مؤديا بالتالي إلى زيادة في تكاليف تقديم الخدمة،وبالتالي فإن أفضل عدد لقنوات الخدمة في المصنع هو أن تكون قناتين أفضل من ثلاث وأربع قنوات.

الخاتمة:

بعد دراستنا لتحليل صفوف الإنتظار وما توصلنا إليه من خلال الجانب العملي يمكننا من إعطاء إستنتاجات وإقتراحات.

أولا : الإستنتاجات

- من خلال دراستنا لتوافد الشاحنات في المصنع وجدنا أنها تخضع للتوزيع البواسوني وأزمنة الخدمة تخضع للتوزيع الأسي ،وهذا مايؤكد صحة الفرضية الأولى والثانية تواليا.
- من خلال دراستنا وجدنا أنه بمضاعفة مركز الخدمة الجديد في النموذج المقترح أن زيادة مركز خدمة جديد حقق نتائج جيدة ومن بينها أن معامل الإستخدام ρ إنخفض بسبب زيادة مركز خدمة جديد من 75% إلى 37.5%وعليه يمكننا بالخروج نتيجة مفادها أن نسبة الإستخدام لمقدم الخدمة تنخفض كلما ازدادت قنوات الخدمة والعكس بالعكس. كما أن إضافة مركز الخدمة الجديد أدى إلى تخفيض الإزدحام الذي كان في حالة وجود مركز خدمة واحد،كما أنه أيضا ساعد في تخفيض الزمن الذي تتلقاه الشاحنة أثناء الخدمة كما أنها ساهمت في تقليص وقت الإنتظار في الطابور الذي إنخفض من 45 دقيقة إلى 2.45 دقيقة وكذلك متوسط وقت النظام الذي إنخفض من 60 دقيقة إلى 17 دقيقة وهذا ما يؤكد صحة الفرضية الثالثة.
- يعتبر النموذج (M/M/S) من أكثر النماذج صفوف الإنتظار شمولية والذي أعطى بدوره نتائج ممتازة وتحاكي الواقع المطبق، حيث أنه يمكن لأي مستخدم لنظريات صفوف الإنتظار من الإعتماد عليه بدلا من النماذج التقليدية ،حيث يكفي لدراستنا معدلي الوصول والخدمة وعدد قنوات الخدمة وهذا من خلال الإعتماد على البرنامج الجاهز(**Win Qsb**) للحصول على النتائج.
- متوسط الوقت الذي تقضيه الشاحنات في الصف والنظام إنخفضت بمجرد إضافتنا لقناة خدمة جديدة والعكس بالعكس.
- من خلال دراستنا وجدنا أن التكاليف الإجمالية المتغيرة تكون في أدنى قيمة لها عندما يكون عدد قنوات الخدمة مساويا إثنين أي قناتين.
- العمل على استخدام أساليب التقنيات الكمية وخاصة نماذج صفوف الإنتظار على مستوى المؤسسات من أجل العمل على برمجة زمن الخدمة في ظروف ملائمة لطالبي الخدمة.

ثانيا: التوصيات

واعتمادا على ما تم تحليله آنفا يمكن تقديم بعض التوصيات التي قد تساعد في تحسين وتطوير آداء المؤسسة قيد الدراسة بصفة خاصة والمؤسسات بصفة عامة والمتمثلة فيما يلي:

- ❖ العمل بمختلف الأساليب الكمية وتعتبر نماذج صفوف الإنتظار أحد أهم الأساليب الكمية.
- ❖ إستخدام أحدث وأفضل البرمجيات التي تساعد الإدراة في تحليل البيانات.
- ❖ من خلال دراستنا الميدانية لمصنع الآجر تمكنا من تبني نموذج مقترح ساهم في تحسين مقاييس الأداء.
- ❖ توعية متخذي القرارات في المؤسسات الصناعية بمزايا نظرية صفوف الإنتظار لما لها من دور في إعادة هيكلة وتصميم نظام تقديم الخدمة بجودة وكفاءة عالية.
- ❖ في الحالات التي يكون فيها طابور الإنتظار طويل وهذا راجع لقلة عدد الخوادم نقترح بإضافة وحدات خدمية وهذا حتى تساهم في تقليص وقت الإنتظار والتعجيل في عملية الخدمة لطالبيها.

الهوامش والمراجع:

[1] –مدحت القريشي، الإقتصاد الصناعي،دار وائل للنشر الأردن،الطبعة الثانية،2005،ص65.

[2]- HERMAN, C.C &MAGEE.F« Opération Research For Management », The New English Librery LTD, London, 1969, p04.

3- قازي أول محمد شكري، فعالية إستخدام البرمجة الديناميكية في عملية إتخاذ القرار،أطروحة دكتوراة، جامعة تلمسان،2014،ص46.

4- DANTZIG.G.B« Management Science In The World Of Day And Tomorrow », Management Science,Vol 18. Feb, 1967, p 104

5- منال إسماعيل البحيصي،إستخدام نموذج محاكاة بالحاسوب لحل مشكلة خطوط الإنتظار في عيادة صحية،جامعة غزة –فلسطين -رسالة ماجستير،2005،ص16

[6]- JANOS SZTRIK,BASIC QUEUEING THEORY,DEBRECEN,2012,P14.

7- درريري أحلام،دور نماذج صفوف الإنتظار في تحسين أداء المؤسسات الجزائرية،مجلة الإجتهاد للدراسات القانونية والإقتصادية،المجلد 07،العدد 01، 2008،ص276

8- رشيد علاب،تحسين خدمات الموانئ باستخدام نماذج صفوف الإنتظار،رسالة ماجستير،جامعة سكيكدة،2007،ص65.

9- Tom V. Mathe Référence déjà mentionnée ,P3

10- سماهر طارق إبراهيم علي،دراسة ميدانية لمشاكل صفوف الإنتظار على بعض السيطرات في مدينة بغداد،مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية،المجلد 19، العدد 71،ص 407.

11- ملال ربيعة،هواري مغنية ،فعالية إستخدام صفوف الإنتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية،مجلة إقتصاديات الأعمال والتجارة،العدد الرابع ، ديسمبر 2017، ص48.

12- صباح منفي رضا،أنسام علاوي إبراهيم،إستعمال خوارزمية سرب لطيور لحل نماذج صفوف الإنتظار مع تطبيق عملي،مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية،العدد 96،المجلد 23، 2017،ص304....

.