

## نظريّة صفوف الانتظار كأحد النماذج الرياضية الاحتمالية المساعدة على اتخاذ القرار

### دراسة حالة شركة الاسمنت بنى صاف SCIBS

**مختار سليم<sup>1</sup>**

#### ملخص

نظراً للوضع الذي توجد فيه المؤسسات الجزائريّة ومع تعدد أهدافها وتغيير الظروف البيئية المحيطة بها، أصبح من الضروري الاستعانة بأساليب التحليل الكمي في عملية اتخاذ القرار لتحقيق الأهداف. لذا تهدف هذه الدراسة إلى توضيح المفاهيم المتعلقة باتخاذ القرار، وإبراز دور وأهميّة نظرية صفوف الانتظار في عملية اتخاذ القرار، حيث عالجت مشكلة تراكم وانتظار الزبائن لمدة طويلة من أجل تلقي الخدمة بإحدى المؤسسات الجزائريّة (شركة الاسمنت بنى صاف SCIBS).

**الكلمات المفتاحية:** القرار، الأساليب الكمية، النماذج، صفوف الانتظار.

#### Résumé

Vu la situation actuelle dans laquelle ils existent des institutions algériennes avec des objectifs multiples et l'évolution des conditions environnementales qui les entourent, il est devenu nécessaire d'utiliser les méthodes d'analyse quantitative dans le processus décisionnel pour atteindre les objectifs tracés. Cette étude vise les concepts liés à la prise de décision et mettre en évidence le rôle et l'importance de la théorie des files d'attente dans la prise de décisions et amélioration des performances. En outre cette étude traite le problème de l'accumulation et l'attente des clients pendant une longue période afin de recevoir le service dans l'une des institutions algériennes (SCIBS Beni Saf).

**Mots clés :** Décision, Méthodes quantitative, Modèles, Files d'attente.

#### مقدمة

في الوقت الحالي ومع تغير البيئة المحيطة بالمؤسسات الجزائريّة والمتمثلة في المنافسة ونمو الطلب وتغير أذواق المستهلكين والتطور التكنولوجي في جميع الميادين، أصبح لزاماً عليها أن تعيد النظر في سياستها العامة وإستراتيجيتها وذلك للحفاظ على مكانتها في السوق وتحقيق أهدافها المسطرة، ونتيجة لهذه العوامل أصبح المديرون يواجهون مشاكل عدّة، وسواء كانت هذه المشاكل تؤثّر على الأداء بشكل كلي أو جزئي، إلا أن اتخاذ القرار حيالها يمكن أن يؤثّر بصورة مباشرة أو غير مباشرة على المؤسسة ككل. وفي الوقت الحالي لم تعد القرارات الإدارية المتخذة تعتمد على أسلوب التجربة والتخيّل فحسب، إنما أصبحت تستند إلى الأساليب العلمية، المبنية على تحليل المعلومات تحليلًا كما ينفق مع سير الإدارة في الاتجاه العلمي، وذلك بغية الوصول إلى قرارات رشيدة أو بالأحرى أكثر دقة وعقلانية.<sup>2</sup>

وإذا حاولنا التفكير في بعض الظواهر التي نلاحظها باستمرار في نشاطاتنا اليومية، والتي نصادفها في العديد من المواقف الاقتصادية والاجتماعية مثل: مجموعة من الزبائن تشكّل صفة انتظار من أجل الحصول على خدمة معينة. فإنه ينبغي على المؤسسات أن توجه اهتماماتها إلى العمل على تحقيق رضا زبائنها بتقديم الخدمة الفعالة وفي الظروف الملائمة وفي الأوقات الزمنية المرغوب فيها، لأن الطريق نحو تدعيم المركز

<sup>1</sup> المركز الجامعي عين تموشنت

<sup>2</sup> حسن علي مشرقي، نظرية القرارات الإدارية، دار المسيرة للنشر، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 1997، ص 13.

التنافي وزيادة الأرباح لأي مؤسسة، يبدأ بتوجيهه العناية التامة لخدمة الزبائن من خلال السرعة في تلبية حاجاته وبأقل التكاليف الممكنة، وذلك من خلال الاستعانة بالأساليب الكمية والنوعية في اتخاذ القرار، وتعتبر نظرية صفوّف الانتظار من أهم أساليب بحوث العمليات التي تستخدم في حل المشاكل التي تنشأ عندما يكون هناك أفراد أو وحدات ينتظرون تقديم خدمة معينة لهم. عليه فإن إشكالية الدراسة تمثل في كيف يتم اتخاذ القرار وحل مشكلة تراكم وانتظار الزبائن لفترات طويلة على مستوى شركة الاسمنت بني صاف SCIBS وذلك باستخدام نظرية صفوّف الانتظار ؟ ، حيث سنعالج هذه الإشكالية من خلال النقاط التالية:

- نظرية القرارات

- عملية اتخاذ القرار

- نظرية صفوّف الانتظار

- دراسة حالة شركة الاسمنت بني صاف SCIBS

## 1. نظرية القرارات

تعرف نظرية القرارات بأنها "علم وفن صناعة القرار الذي يتناول أسس وقواعد عملية اتخاذ القرار الإداري ومبادئ صياغته ومتابعه تنفيذه"<sup>1</sup>. وتقوم هذه النظرية على مدخل تحليلي كمي موضوعها عملية اتخاذ القرارات وفقاً لمعايير وأهداف اقتصادية محددة حيث أنها تعتمد في ذلك على المنهج العلمي.

### 1.1. مفهوم القرار

لقد تعددت تعاريف القرار اصطلاحاً وعلميّاً في ميدان علم الإدارة، وبالنظر لأهمية تحديد مفهوم القرار، تطرق العديد من الباحثين المختصين في العلوم الإدارية لهذا الموضوع والغرض من ذلك هو تحديد المفهوم العلمي للقرار، ونذكر منها<sup>2</sup>:

لقد عرف سايمون (Simon) القرار بأنه "اختيار بديل من بين البديل المتاحة لإيجاد الحل المناسب لمشكلة جديدة ناتجة عن عالم متغير".

أما بارنارد (Barnard) فقد عرف القرار " بأنه ذلك التصرف العقلاني الذي يتّأّى نتيجة التدابير والحساب والتفكير ".

بينما ستونر (Stoner) وركز وكوهن (Riggs & Kohn) فإنهم يعرفون القرار بأنه عملية الاختيار بين البديل المتاحة.

ومن خلال التعريف السابقة يمكننا أن نعرف القرار على أنه الاختيار العقلاني القائم على الأسس العلمية في اختيار البديل المناسب من بين البديل المتاحة في حل مشكلة معينة.

### 2. أهمية القرارات في المؤسسة

تعتبر عملية اتخاذ القرار العنصر الأساسي ومن الأساسيات الرئيسية لأية إدارة، ومع تعدد المشاكل واستمرارها برزت نظرية القرارات، وتكمّن أهمية دراستها "في اتخاذ القرار السليم والمناسب وضمن أسس علمية

<sup>1</sup> كاسر نصر منصور، *الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية*، دار الحامد للنشر، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 2006، ص15.

<sup>2</sup> مؤيد عبد الحسين الفضل، *نظريات اتخاذ القرار - منهج كمي*، دار المناهج للنشر، عمان، الأردن، 2004، ص15.

حديثة قائمة على جمع المعلومات والبحث الدقيق لتحري هذه المعلومات وتحليلها ودراستها من أجل الوصول إلى قرار رشيد قدر الإمكان<sup>1</sup>.

ومما زاد من أهمية القرارات ودورها في تحقيق أهداف الإدارة، ما تشهده التنظيمات الإدارية الحديثة من مشكلة تعدد وتعقد أهدافها، إذ لم تعد تسعى لتحقيق هدف واحد كما كان عليه الحال من قبل، وإنما إلى تحقيق العديد من الأهداف المعقدة والمترادفة فيما بينها<sup>2</sup>.

## 2. عملية اتخاذ القرار

قبل الدخول في توضيح ما هو المقصود بعملية اتخاذ القرار لابد لنا في البداية من التمييز بين صنع القرار واتخاذ القرار، حيث يعتمد البعض من المفكرين بأن صناعة القرار تتضمن كافة المراحل التي من شأنها أن تقود إلى اتخاذ القرار، في حين هذا الأخير يعني مرحلة الاختيار والتفيذ في صناعة القرار. في حين يطلق البعض الآخر من المفكرين والكتاب تسمية عملية اتخاذ القرار على كافة المراحل التي تقود في النهاية إلى اتخاذ القرار، لذا سنعتمد في بحثنا مصطلح عملية اتخاذ القرار، لكونه يعبر عن مفهوم التواصل المستمر والسلسلة المنتظمة من الخطوات التي تقود في النهاية إلى اتخاذ القرار.

وبناءً على ما سبق يمكننا تعريف عملية اتخاذ القرار بأنها "مجموعة متسللة من المراحل تهدف في النهاية إلى إيجاد حل لمشكلة معينة أو لمواجهة حالات طارئة، أو مواقف معينة محتملة الوقوع أو لتحقيق أهداف مرسومة"<sup>3</sup>.

## 3. خصائص عملية اتخاذ القرار

هناك عدة خصائص تميز بها عملية اتخاذ القرار وهذه الخصائص يمكن إجمالها فيما يلي:

- تعتبر عملية اتخاذ القرار عملية متعددة المراحل، حيث يقوم متخذ القرار بتحديد المشكلة والبحث عن البدائل والمقارنة بينها ثم الاختيار وبعد ذلك يقوم بتتنفيذ القرار وتقويم النتائج<sup>4</sup>.
- تتصف عملية اتخاذ القرار بالواقعية، حيث أنها تنتهي بالوصول إلى الحل المرضي ، كما أنها تتأثر بالعوامل الإنسانية المنبثقه عن سلوكيات الشخص الذي يقوم باتخاذ القرار وبالعوامل البيئية المحيطة بها.
- تتصف عملية اتخاذ القرار بالاستمرارية من الحاضر إلى المستقبل لأن معظم القرارات هي امتداد واستمرار للماضي.
- تخص عملية اتخاذ القرار معظم المؤسسات على اختلاف نشاطها وشخصيتها، وشاملة حيث تشمل جميع المناصب الإدارية في المؤسسة.

## 4. نظرية صفوف الانتظار

نظرية صفوف الانتظار (الطوابير) هي أحد أساليب بحوث العمليات، حيث تهتم بالتحليل الرياضي للمواقف التي تتشكل فيها صفوف انتظار بهدف إيجاد الحل المناسب بشأنها<sup>1</sup>. ويرجع أصل فكرة هذه النظرية إلى

<sup>1</sup> علي حسين علي، نظرية القرارات الإدارية، دار زهران للنشر، عمان، الأردن، 2008، ص.7.

<sup>2</sup> نواف كنعان، اتخاذ القرارات الإدارية بين النظرية والتطبيق، دار الثقافة للنشر، عمان، الأردن، 2007، ص.94.

<sup>3</sup> مؤيد الفضل، الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة، مؤسسة الوراق للنشر، عمان، الأردن، 2008، ص.47.

<sup>4</sup> زيد متير عبوى، الاتجاهات الحديثة في المنظمات الإدارية، دار الشروق، عمان، الأردن، 2006، ص.83.

المهندس الدنماركي (Erlang) عام 1909 حيث يجب الإشارة إلى أن نظرية صفوّف الانتظار لا تعتبر أسلوب للبحث عن الحل المثالي، بل هي أداة تحليلية تعتمد على الاحتمالات ودراسة العمليات العشوائية (Processus stochastique) وذلك من أجل تمكين متخذ القرار من الحصول على معلومات مهمة تساعد في فهم المشكلة وإيجاد الحل الأفضل لها.

#### 1.4 النماذج الرياضية لصفوف الانتظار

تبني النماذج الرياضية لأنظمة صفوّف الانتظار على معاملات أساسية تصف خصائص هذه الأنظمة والمتعلقة بأوقات الوصول وأوقات أداء الخدمة ونظام الصدف وسعته وطاقة المصدر المولد للوحدات الطالبة للخدمة. ويعد الفضل في وصف معاملات نماذج صفوّف الانتظار إلى عالم الرياضيات البريطاني كندال (Kendall) وذلك عام 1951، حيث قام بتصنيف نماذج صفوّف الانتظار على الشكل (a/b/c)، وفي عام 1966 أضاف العالم (A.M.Lee) للترميز الذي وضعه كندال (Kendall) الرموز (d/e)، وأصبحت نماذج صفوّف الانتظار تصنّف بالشكل (a/b/c)(d/e/f) للدلالة على سعة مصدر الوحدات، ومنذ ذلك الحين أصبحت نماذج صفوّف الانتظار تصنّف 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 وقد يكون محدود أو غير محدود.

d: يمثل نظام تقديم الخدمة ويمكن أن يأخذ الأشكال التالية:

(FCFS): القادر أولاً تقدم له الخدمة أولاً.

(LCFS): القادر أخيراً تقدم له الخدمة أولاً.

(GD): نظام خدمة عام.

(STRO): تقديم الخدمة بشكل عشوائي.

(SOP): نظام الخدمة حسب الأفضليّة، وفي بعض المراجع يأخذ الرمز (SPRP).

e: يشير إلى طاقة النظام.

f: يشير إلى المصدر المولد للوحدات طالبي الخدمة وغالباً ما يأخذ الرمز  $\infty$  عندما يكون المجتمع المولد للوحدات غير منته.

يمكن للرموز (a/b) أن يأخذوا الأشكال التالية:

M: يعني أن أوقات الوصول يتم بصورة عشوائية حيث يتبع التوزيع البواسوني وكذلك أزمنة تقديم الخدمة تتم بصورة عشوائية وتبع التوزيع الأسوي.

D: يعني أن أوقات الوصول وأزمنة تقديم الخدمة تتم بصورة ثابتة ومحددة.

$E_k$ : تعني أن الفاصل الزمني بين وصول الوحدات طالبي الخدمة أو أزمنة تقديم الخدمة تخضع لتوزيع أرلانك (Erlang).

<sup>1</sup> محمد نور برهان وآخرون، بحوث العمليات، الشركة المتحدة للتسيير والتوريدات القاهرة، مصر، 2009، ص 395.

GI: يشير إلى أن أوقات وصول الوحدات إلى النظام تخضع إلى قانون توزيع آخر.

G: يشير إلى أن أزمنة أداء الخدمة تخضع إلى قانون توزيع احتمالي آخر.

#### 1.1.4 مقاييس الأداء

عند دراسة أنظمة صفوف الانتظار هناك عدة مؤشرات تصف سلوك النظام المدروس خلال فترة زمنية معينة، ومن خلال هذه المؤشرات يمكن الحكم على حالة النظام.

$n$ : يمثل عدد الوحدات (الزيائن) في النظام.

$P(n)$ : احتمال وجود  $n$  وحدة في النظام لما يكون هذا الأخير في حالة استقرار.

$\lambda$ : متوسط عدد الوحدات التي تصل خلال فترة زمنية واحدة.

$\mu$ : متوسط عدد الوحدات التي يتم تقديم الخدمة لها في الوحدة الزمنية الواحدة.

$\rho$ : معامل الاستخدام (احتمال أن يكون مقدم الخدمة مشغول) ويساوي النسبة بين معدل الوصول ومعدل تقديم الخدمة.

$L_s$ : العدد المتوقع للوحدات في النظام.

$L_q$ : العدد المتوقع للوحدات في صف الانتظار.

$W_s$ : الوقت المتوقع للوحدة الواحدة في النظام.

$W_q$ : الوقت المتوقع للوحدة الواحدة في صف الانتظار.

#### 2.1.4 نماذج صفوف الانتظار ذات القنوات المتعددة

##### أ. النموذج $(FCFS/\infty/\infty)(M/M/S)$

يتتصف هذا النموذج بوصول الوحدات إلى النظام حسب توزيع بواسون بمعدل وصول  $\lambda$  كما أن أزمنة تقديم الخدمة تخضع للتوزيع الأسوي بمعدل  $\mu$ ، ويحتوي هذا النوع من الأنظمة على مركز لتقديم الخدمة على التوازي، حيث سعة مكان الانتظار ومصدر قدوم الزيائن غير محدود، أما نظام تقديم الخدمة على أساس الأول في الوصول هو الأول في تلقي الخدمة.

من خلال الدراسة التحليلية لهذا النموذج ومع افتراض أن النظام مستقر ( $1 < \frac{\lambda}{S\mu}$ ) فإن الصيغة الرياضية

لاحتمال وجود  $n$  في النظام في وحدة زمنية معينة تكون على الشكل التالي<sup>1</sup>:

$$P_n = \begin{cases} \left( \frac{\rho^n}{n!} \right) P_0 & \text{si } 0 < n < S \\ \left( \frac{\rho^n}{S^{n-S} S!} \right) P_0 & \text{si } n \geq S \end{cases}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

من أجل حساب قيمة  $P_0$  نعتمد على الصيغة  $1 = \sum_{n=0}^{\infty} P_n$  وبالتالي:

<sup>1</sup> Arnold Kaufmann, **Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle**, Tome 1, Dunod, Paris, 1972, P392.

$$\text{ومنه قيمة } P_0 \text{ تكون على الشكل} \\ P_0 = \frac{1}{\frac{\rho^S}{S!} + \sum_{n=0}^{S-1} \frac{\rho^n}{n!}} \quad \text{التالي:}$$

أما بقية المؤشرات لهذا النموذج فيتم حسابها على أساس الصيغ الرياضية التالية<sup>1</sup>:

$$L_q = \frac{\rho^{S+1}}{SS! \left(1 - \frac{\rho}{S}\right)^2} P_0 \quad \text{متوسط عدد الوحدات في صف الانتظار } L_q :$$

متوسط عدد الوحدات في النظام :  $L_s$

$$L_s = \left[ \rho + \frac{2\rho^2}{2!} + \dots + \frac{S\rho^S}{S!} + \frac{(S+1)\rho^{S+1}}{S!(S-\rho)} + \frac{\rho^{S+2}}{S!(S-\rho)} \right] P_0$$

الزمن المتوقع للوحدة الواحدة في صف الانتظار  $W_q$  :

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad \text{الزمن المتوقع للوحدة الواحدة في النظام} \\ W_q = \frac{\rho^S}{SS! \mu \left(1 - \frac{\rho}{S}\right)^2} P_0 \quad : W_s$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$W_s = \frac{1}{\mu} + \frac{\rho}{SS! \mu \left(1 - \frac{\rho}{S}\right)^2} P_0$$

$$\bar{S} = \sum_{n=0}^S (S-n)P_n = S - \rho \quad \text{متوسط عدد القنوات العاطلة عن العمل } \bar{S} :$$

## ب. النموذج $(FCFS/N/\infty)(M/M/S)$

إن تدفق الزبائن إلى النظام حسب هذا النموذج يخضع إلى التوزيع البواسوني بمعدل  $\lambda$  وأزمنة تقديم الخدمة تخضع للتوزيع الأسوي بمعدل  $\mu$  وعدد مراكز الخدمة يساوي  $S$  مركز على التوازي، أما نظام تقديم الخدمة فتتم على أساس الأول في الوصول هو الأول في تلقي الخدمة. إن العدد الأقصى للوحدات أو الزبائن المسموح بها في النظام محدود ويساوي  $N$ ، وهذا يعني أن الطول الأقصى لصف الانتظار يساوي  $N-S$ ، كما أن حجم المجتمع المولد للوحدات غير محدود. إن الفرق بين هذا النموذج والنموذج السابق يمكن في تحديد عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام لأنه لا يمكن أن ينضم أي زبون إلى صف الانتظار لما يكون هذا الأخير في حالة تشبّع، لذلك فإن معدل الوصول الفعلي للزبائن  $\lambda_{ef}$  سيكون أقل من معدل الوصول  $\lambda$ .

<sup>1</sup> P.Azoulay, P.Dassonville, **Recherche opérationnelle de gestion**, presse universitaire de France, Paris, Tome2, 1976, P82-83.

لحساب مؤشرات الأداء لهذا النموذج لابد أولاً من إيجاد الصيغة الرياضية لاحتمال وجود  $n$  وحدة في النظام خلال فترة زمنية معينة حيث:

$$P_n = \begin{cases} \left( \frac{\rho^n}{n!} \right) P_0 & \text{si } 0 < n \leq S \\ \left( \frac{\rho^n}{S^{n-S} S!} \right) P_0 & \text{si } S < n \leq N \end{cases}$$

بما أن قيمة معامل الاستخدام للفترة الواحدة لهذا النموذج  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$  فإن

احتمال أن تكون مراكز الخدمة

عاطلة عن العمل (عدم وجود أي وحدة في النظام) تعطى بالعلاقة التالية<sup>1</sup>:

$$P_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sum_{n=0}^{S-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^S \left(1 - \frac{\rho}{S}\right)^{N-S+1}}{S! \left(1 - \frac{\rho}{S}\right)}} & \text{si } \frac{\rho}{S} \neq 1 \\ \frac{1}{\sum_{n=0}^S \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^S (N-S+1)}{S!}} & \text{si } \frac{\rho}{S} = 1 \end{cases}$$

لحساب متوسط عدد الزبائن في صف الانتظار نستعين بالعلاقة السابقة الخاصة باحتمال عدد الوحدات في النظام  $P_n$  حيث:

$$L_q = \begin{cases} P_0 \frac{\rho^{S+1}}{(S-1)!(S-\rho)^2} \left[ 1 - \left( \frac{\rho}{S} \right)^{N-S} - (N-S) \left( \frac{\rho}{S} \right)^{N-S} \left( 1 - \frac{\rho}{S} \right) \right] & \text{si } \frac{\rho}{S} \neq 1 \\ P_0 \frac{\rho^S (N-S)(N-S+1)}{2S!} & \text{si } \frac{\rho}{S} = 1 \end{cases}$$

أما بقية المؤشرات فلا يمكن حسابها إلا بعد حساب قيمة  $\lambda_{ef}$  معدل الوصول الفعلي للزبائن وذلك حسب العلاقة  $(\lambda_{ef} = \lambda(1 - P_N))$ . ومن ناحية أخرى إذا كان  $\bar{S}$  يمثل متوسط عدد مراكز الخدمة العاطلة عن العمل فإن  $\bar{S} - S$  تمثل متوسط عدد مراكز الخدمة المشغولة، وبالتالي فإن متوسط عدد الوحدات التي تتلقى الخدمة خلال فترة زمنية معينة تساوي  $(S - \bar{S})\mu$ ، وهو معدل الوصول الفعلي أي  $(\lambda_{ef} = \mu(S - \bar{S}))$ . وبالتالي يمكن التعبير عن بقية مؤشرات الأداء لهذا النوع من الأنظمة من خلال العلاقات الرياضية التالية:

$$L_s = L_q + \frac{\lambda_{ef}}{\mu} \quad \text{متوسط عدد الوحدات في النظام } L_s : \\ L_s = L_q + (S - \bar{S})$$

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda_{ef}} \quad \text{الزمن المتوقع للوحدة الواحدة في النظام } W_s : \\ W_s = \frac{L_q + (S - \bar{S})}{\mu(S - \bar{S})}$$

<sup>1</sup> أنعام باقية، إبراهيم نائب، بحوث العمليات - خوارزميات وبرامج حاسوبية - ، دار وايل للنشر، عمان، 1999، ص 368

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu}$$

الزمن المتوقع للوحدة الواحدة في صف الانتظار  $W_q$ :

$$W_q = \frac{L_q}{\mu(S - S)}$$

## 5. دراسة حالة شركة الإسمنت بني صاف SCIBS

### 1.5 التعريف بالشركة

تعتبر شركة الإسمنت بني صاف SCIBS شركة ذات أسهم حيث يقدر رأس المالها بـ 1.800.000.000 دج، وهي فرع من فروع المجمع الجهوي لإنتاج إسمنت الغرب (ERCO) المتواجد على مستوى ولاية وهران التابع لشركة تسيير المساهمات لصناعة الإسمنت GICA - SGP الواقع مقرها في الجزائر العاصمة. وفي سنة 2005 توجهت هذه الشركة نحو الشراكة مع الشريك السعودي (مجمع فرعون للاستثمار) حيث تتقسم أسهم الشركة بموجب الاتفاقية المبرمة بين الشركاء إلى 65% للمجمع الجهوي (ERCO) مقابل 35% للشريك السعودي (مجمع فرعون للاستثمار). من خلال العقد التأسيسي للشركة يتمثل نشاطها في إنتاج وتسويقي الإسمنت البورتلاندي من نوع Cem2/a32.5 بطاقة إنتاجية سنوية تقدر بـ 1200000 طن أي ما يعادل 4000 طن يومياً حيث إنتاج الإسمنت ينقسم إلى نوعين:

- إسمنت غير معبأ (Vrac).

- إسمنت معبأ في أكياس ذات سعة 50 كغ.

### 2.5 المشكل المطروح على مستوى ورشة التوزيع

تمثل المشكلة التي تواجهها هذه الشركة في تراكم وازدحام الزبائن في صفوّف الانتظار ولمدة طويلة من أجل الحصول على مادة الإسمنت ويرجع هذا إلى الندرة النسبية لهذه المادة الإستراتيجية وازدياد الطلب عليها. حيث لا يمكن تلبية جميع طلبات الزبائن بالكمية المطلوبة، لذا فإنه يتم برمجة تنفيذ هذه الطلبيات على عدة دفعات مع الأخذ بعين الاعتبار القيود التي يواجهها الزبون . حيث تحتوي ورشة التوزيع على 6 قنوات خاصة بتوزيع الإسمنت المعبأ في الأكياس وقناتين خاصة بتوزيع الإسمنت الغير معبأ، مما يجعلنا نقوم بدراسة وتحليل نظامين مختلفين الأول خاص بتوزيع الإسمنت المعبأ في أكياس 50 كغ والثاني خاص بتوزيع الإسمنت الغير معبأ.

### 3.5 تحليل صف الانتظار الخاص بتوزيع الإسمنت المعبأ في أكياس 50 كغ

#### 1.3.5 تحديد نمط وصول الزبائن لنظام صف الانتظار

من أجل تحديد نمط وصول الزبائن إلى النظام قمنا بدراسة إحصائية ميدانية على مستوى الشركة، حيث تبين لنا من خلالها أن عمليات وصول الزبائن إلى نظام صف الانتظار تتم بطريقة عشوائية لا يمكن التنبؤ بها كما أن الأحداث مستقلة عن بعضها البعض، حيث من خلال الجدول 1- (أنظر الجدول 1 من الملحقات)، نجد أن متوسط عدد الزبائن الذين يصلون إلى نظام صف الانتظار يساوي بالتقريب 10 زبائن في الساعة، لكن يبقى السؤال المطروح ما هو نوع التوزيع الاحتمالي الذي تخضع له عمليات الوصول؟.

اختبار كاي تربيع  $\chi^2$

الفرضية العدمية  $H_0$ : عمليات وصول الزبائن لنظام صف الانتظار تتبع التوزيع ال بواسوني.

**الفرضية البديلة  $H_1$ :** عمليات وصول الزبائن لصف الانتظار لا تتبع التوزيع البواسوني.

عند مستوى المعنوية  $\alpha = 0.05$  ودرجة الحرية  $v = 7$  فإن قيمة الإحصائية الجدولية  $\chi^2_{0.05} = 16.92$  ، وبما أن  $\chi^2_{cal} = 0.8878 < \chi^2_{0.05}$  (إإننا نقبل الفرضية العدمية ومنه نستنتج أن عمليات وصول الزبائن إلى نظام صف الانتظار الخاص بتوزيع الإسمنت المعبأ يتبع التوزيع البواسوني بمعدل وصول  $\lambda = 10$  .

### 2.3.5 تحديد توزيع أزمنة تقديم الخدمة

من أجل تحديد متوسط زمن تقديم الخدمة للزبائن قمنا بمراقبة ميدانية على مستوى مراكز تقديم الخدمة وذلك بإحصاء زمن تقديم الخدمة ل 10 زبائن يوميا ولمدة 10 أيام.

من خلال الجدول-2- (أنظر الجدول 2 من الملحقات)، نلاحظ أن الوقت المستغرق من طرف مراكز الخدمة من أجل تقديم الخدمة ل 100 زبون بلغ 3030 دقيقة أي ما يعادل 50 ساعة عمل للمركز الواحد. كما أن الأزمنة الأكثر تكرارا تتراوح بين 10 دقائق و 30 دقيقة، مما يجعلنا نستنتج مبدئياً أن متوسط زمن تقديم الخدمة سيكون ضمن المجال  $[10 - 30] \in \bar{t}$ . وبما أن التكرارات التجميعية المشاهدة لا تختلف بكثير عن التكرارات النظرية المحسوبة على أساس التوزيع الأسّي، يمكننا افتراض أن أزمنة تقديم الخدمة تتبع التوزيع الأسّي، لكن يجب إثبات صحة هذه الفرضية من عدمها وذلك باستخدام اختبار كاي تربيع  $\chi^2$ .

اختبار كاي تربيع  $\chi^2$

**الفرضية العدمية  $H_0$ :** توزيع أزمنة تقديم الخدمة يتبع التوزيع الأسّي.

**الفرضية البديلة  $H_1$ :** توزيع أزمنة تقديم الخدمة لا يتبع التوزيع الأسّي.

عند مستوى المعنوية  $\alpha = 0.05$  ودرجة الحرية  $v = 6$  فإن قيمة الإحصائية الجدولية  $\chi^2_{0.05} = 12.59$  ، وبما أن  $\chi^2_{cal} = 8.4962 < \chi^2_{0.05}$  (إإننا نقبل الفرضية العدمية ومنه نستنتج أن أزمنة تقديم الخدمة للزبائن والخاصة بتوزيع الإسمنت المعبأ تتبع التوزيع الأسّي بمعدل  $\mu = 2$  .

### 3.3.5 تحليل أداء نظام صف الانتظار

يحتوي نظام صف الانتظار الخاص بتوزيع مادة الإسمنت المعبأ على 6 مراكز لتقديم الخدمة منها مركزين عاطلين عن العمل (عطّل تقني)، كما أن طاقة النظام محددة من طرف الشركة (لا يسمح بالدخول إلا ل 16 زبون إلى نظام صف الانتظار) كما أن تقديم الخدمة للزبائن على أساس الأول في الوصول الأول في تلقّي الخدمة، وكتنّيجة لهذه العوامل بإمكان الشركة اعتماد أربع أنظمة (أربع بدائل) مختلفة لتوزيع مادة الإسمنت المعبأ وهي :

البديل الأول: نظام صف انتظار بطاقة محدودة و 4 مراكز لتقديم الخدمة على التوازي.

البديل الثاني: نظام صف انتظار بطاقة غير محدودة و 4 مراكز لتقديم الخدمة على التوازي.

البديل الثالث: نظام صف انتظار بطاقة محدودة و 6 مراكز لتقديم الخدمة على التوازي.

البديل الرابع: نظام صف انتظار بطاقة غير محدودة و 6 مراكز لتقديم الخدمة على التوازي.

بعد تحديد البدائل المتاحة أمام الشركة تقوم بتحليل أداء نظام صف الانتظار على أساس كل بديل و اختيار البديل الأفضل الذي يمكن الشركة من تقديم الخدمة في المدة الزمنية المرغوب فيها من طرف الزبائن وبالجودة المطلوبة.

#### 4.3.5 مقارنة البدائل واتخاذ القرار

بعد تحليل أداء الأنظمة السابقة سنقوم بالمقارنة بينها و اختيار البديل الذي يمكن الشركة من تلبية طلبات الزبائن في المدة الزمنية المرغوب فيها وبالجودة المطلوبة و تحقيق أكبر رقم أعمال ممكن كما هو مبين في الجدول التالي:

الجدول -1- مقارنة البدائل الخاصة بنظام توزيع الإسمنت المعبأ

البدائل الأداء مؤشرات	البدائل الأداء مؤشرات	البدائل الأداء مؤشرات	البدائل الأداء مؤشرات	البدائل الأداء مؤشرات	البدائل الأداء مؤشرات
معامل الاستخدام للفناة الواحدة $\rho$					
0,83	0,83	1,25	1,25	$\frac{\rho}{S}$	معامل الاستخدام العام
احتمال أن النظام غير مشغول $P_0$					
5	5	5	5	$\rho$	معامل الاستخدام للفناة الواحدة
0,0085	0,0049	-	0,0005	$P_0$	احتمال أن النظام غير مشغول
زيائن 5	زيائن 2	-	زيائن 8	$L_q$	متوسط عدد الزبائن في صف الانتظار
زيائن 10	زيائن 7	-	زيائن 12	$L_S$	متوسط عدد الزبائن في النظام
ساعة 0,53	ساعة 0,21	-	ساعة 0,98	$W_q$	الزمن المتوقع في صف الانتظار
ساعة 1,03	ساعة 0,71	-	ساعة 1,48	$W_S$	الزمن المتوقع في النظام
1	1	-	0	$\bar{S}$	متوسط القنوات العاطلة عن العمل
13 768 218,21 دج			13 768 218,21 دج		رقم الأعمال اليومي النظري
16 521 861,85 دج			11 014 574,57 دج		رقم الأعمال اليومي الفعلي
2 753 643,64 دج			- 2 753 643,64 دج		نتيجة الأداء اليومية المتوقعة

المصدر: من إعداد الباحث

من خلال جدول مقارنة البدائل نلاحظ أن اعتماد الشركة على نظام توزيع الإسمنت المعبأ باستخدام 4 قنوات لتقديم الخدمة يؤدي إلى خسارة اقتصادية متوقعة يومياً قدرها 2753643.64 دج كما أن متسط الزمن الذي يقضيه الزبائن في النظام يساوي حوالي 1 ساعة و 30 دقيقة، أما في حالة استخدام 6 قنوات لتقديم الخدمة فإن ذلك سيؤدي إلى تحسين مستوى الأداء و تحقيق رقم أعمال إضافي متوقع يومياً قدره 2753643.64 دج، وإذا أخذنا بعين الاعتبار المدة الزمنية التي يقضيها الزبائن في النظام وبمقارنة البديل الثالث مع البديل الرابع نجد أنه في حال تحديد طاقة النظام فإن متسط الزمن الذي يقضيه الزبائن في النظام من أجل الحصول على مادة الإسمنت المعبأ يساوي 42 دقيقة وهو أقل مما هو عليه في حالة البديل الرابع وبالتالي من مصلحة الشركة اعتماد نظام صف الانتظار ب 6 قنوات مع تحديد طاقة النظام من أجل توزيع الإسمنت المعبأ.

#### 4.5 تحليل صف الانتظار الخاص بتوزيع الإسمنت الغير معبأ

يحتوي نظام صف الانتظار الخاص بتوزيع مادة الإسمنت الغير معبأ على مركزين لتقديم الخدمة حيث تبلغ طاقة التوزيع القصوى حوالي 2500 طن/اليوم، أما بالنسبة لنظام تقديم الخدمة فهي على أساس الأول في

الوصول الأول في تلقي الخدمة، كما أن المصدر المولد للزيائن غير محدود، أما طاقة النظام فهي غير محدودة لكن في الواقع لا يسمح بالدخول إلى النظام إلا ل 8 زيائن وهذا راجع إلى النظام الداخلي للشركة.

#### 1.4.5 تحديد نمط وصول الزيائن لنظام صف الاننتار

من أجل تحديد نمط الوصول قمنا بإحصاء عدد مرات وصول الزيائن إلى النظام، حيث من خلال الجدول-3-(أنظر الجدول-3- من الملحقات)، فإن متوسط عدد الزيائن الذين يصلون إلى النظام في الساعة يساوي 5 زيائن، ولتحديد نوع التوزيع الذي تخضع له عمليات الوصول، وبينس الطريقة الخاصة بنظام توزيع الإسمنت المعباً فإنه عند مستوى المعنوية  $\alpha = 0.05$  ودرجة الحرية  $v = 6$  ، فإن  $\chi^2_{cal} = 6.6858 < \chi^2_{0.05} = 9.2363$  ، وبالتالي قبول الفرضية العدمية، ومنه عمليات وصول الزيائن إلى نظام صف الاننتار الخاص بتوزيع الإسمنت الغير معباً تتبع التوزيع البواسوني بمعدل وصول  $\lambda = 5$  .

#### 2.4.5 تحديد توزيع أزمنة تقديم الخدمة

من خلال البيانات في الجدول-4-(أنظر الجدول-4- من الملحقات)، فإن متوسط زمن تقديم الخدمة يساوي 3 زيائن في الساعة. لكن التساؤل المطروح هل أزمنة تقديم الخدمة تتبع التوزيع الأسبي؟

عند مستوى المعنوية  $\alpha = 0.025$  ودرجة الحرية  $v = 4$  فإن قيمة الإحصائية الجدولية  $\chi^2_{0.025} = 11.14$  ، وبما أن  $\chi^2_{cal} = 10.9133 < \chi^2_{0.025}$  فإننا نقبل الفرضية العدمية ومنه أزمنة تقديم الخدمة الخاصة بتوزيع الإسمنت الغير معباً تتبع التوزيع الأسبي بمعدل  $\mu = 3$  .

#### 3.4.5 تحليل أداء نظام صف الاننتار الخاص بتوزيع الإسمنت الغير معباً

بما أن طاقة نظام صف الاننتار الخاص بتوزيع الإسمنت الغير معباً محددة من طرف الشركة (لا يسمح بالدخول إلا ل 8 زيائن إلى النظام)، فإنه بإمكان الشركة توزيع الإسمنت على أساس نظامين (بدليلين) مختلفين هما:

البديل الأول: اعتماد نظام صف انتظار بطاقة محددة ومركزين لتقديم الخدمة.

البديل الثاني: اعتماد نظام صف انتظار بطاقة غير محدودة ومركزين لتقديم الخدمة.

#### 4.4.5 مقارنة البديلات واتخاذ القرار

بعد تحليل أداء النظام على أساس كل بديل، قمنا بالمقارنة بينهما واختيار البديل الذي يمكن الشركة من تحقيق رضا زيائتها وذلك من خلال توزيع مادة الإسمنت الغير معباً في المدة الزمنية المرغوب فيها وبالجودة المطلوبة وتحقيق أكبر رقم أعمال ممكن كما هو مبين في الجدول التالي:

الجدول-2- مقارنة البديلات الخاصة بنظام توزيع الإسمنت غير معباً

البديل الثاني M/M/2/FCFS/ $\infty/\infty$	البديل الأول M/M/2/FCFS/8/ $\infty$	مؤشرات الأداء	البدائل
1.66	1.66	$\rho$	معامل الاستخدام لقناة الواحدة
0.83	0.83	$\frac{\rho}{S}$	معامل الاستخدام العام
0.09	0.12	$P_0$	احتمال أن النظام غير مشغول
زيائن 3	زيائن 2	$L_q$	متوسط عدد الزيائن في صف الاننتار
زيائن 5	زيائن 4	$L_S$	متوسط عدد الزيائن في النظام

ساعة 0.71	ساعة 0.50	$W_q$	الزمن المتوقع في صف الانتظار
ساعة 1.04	ساعة 0.84	$W_S$	الزمن المتوقع في النظام
0	0	$\bar{S}$	متوسط القنوات العاطلة عن العمل
دج 1232128.261	دج 1232128.261		رقم الأعمال اليومي النظري
دج 3478553.911	دج 3478553.911		رقم الأعمال اليومي الفعلي
دج 246425.652	دج 246425.652		نتيجة الأداء اليومية المتوقعة

المصدر: من إعداد الباحث

من خلال جدول مقارنة البديل الخاصة بنظام توزيع الإسمنت الغير معـاً نلاحظ أنه في كلا الحالتين بإمكان الشركة تحقيق رقم أعمال إضافي قدره 2246425.65 دج يوميا وهذا راجع إلى سرعة تقديم الخدمة مقارنة بمعدلات وصول الزبائن إلى النظام ، كما أن مؤشرات الأداء لكلا البديلين متقاربة فيما بينها، لكن إذا أخذنا بعين الاعتبار أنه لا يمكن للشركة تقديم الخدمة بجودة عالية وتحقيق رضا زبائنها إلا من خلال تخفيض مدة الانتظار إلى أدنى حد ممكن، فإن البديل الأول هو الذي من خلاله يمكن للشركة من تنفيذ طلبيات زبائنها خلال مدة زمنية قدرها 50 دقيقة وهي أقل مما هو عليه الحال في البديل الثاني. وبالتالي فالقرار الأفضل هو اعتماد الشركة نظام توزيع الإسمنت الغير معـاً بطاقة محدودة ( $N = 8$ ) .

#### خاتمة

لقد حاولنا من خلال هذا البحث تسليط الضوء على أهمية الاستعانة بأساليب التحليل الكمي في عملية اتخاذ القرار من أجل تحقيق الأهداف، وعلى الرغم من أهمية بحوث العمليات بصفة عامة ونظريّة صفوّف الانتظار بصفة خاصة في مساعدة المديرين والمسؤولين على اتخاذ القرارات، إلا أننا لاحظنا عدم تطبيق واستعمال هذه الأساليب على مستوى الدائرة التجارية لشركة الإسمنت بني صاف SCIBS.

وعلى أساس ما تم التطرق إليه من خلال هذا البحث، لا بد أن نشير إلى أهمية نظرية صفوّف الانتظار في تحليل الظواهر التي تتميز بالطوابير واتخاذ القرار حيالها كما يجب إلى حتمية الاهتمام بدراسة سلوك الزبائن وتحديد احتياجاتهم، دراسة آرائهم نحو الخدمة المقدمة ومستوى جودتها، والأخذ بعين الاعتبار المشاكل والمقررات التي يطرحها الزبون، لأنّه الهدف النهائي الذي يجب على المؤسسة إشباع حاجاته ومن ثم تعظيم الأرباح من خلاله.