AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

حل الأنموذج المركب بين الخزين ذو المراجعة المستمرة وصفوف الانتظار مع تطبيق عملي

براء عباس عودة	أ.م.د. صباح منفي رضا
baraa.abass.92@gmail.com	drsabah@coadec.uobaghdad.edu
قسم الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد - جامعة بغداد ، بغداد، العراق	

المستخلص

إن الشركات الإنتاجية تقع تحت نوعين متضادين من الضغوطات إذ تسعى من جهة إلى تخزين كميات كبيرة لتغطية الطلب لاستحصال الارباح وزيادتها واستحصال رضا الزبائن ومن جهة أخرى تود تخزين أقل كمية ممكنة منه لتقليل التكاليف وتقليل وقت انتظار الزبائن ، ومن أجل هذا جرى استخدام أنموذج مركب بين أنموذج الخزين ذو المراجعة المستمرة بناءً على صف الانتظار ذو نوع (M/M/1 : FCFS/∞/∞) ، وبعد دراسة صف الانتظار عن طريق برنامج (WINQSB) تبين أن نسبة مشغولية النظام (97.9%) ونسبة عدم المشغولية بمقدار (2.09) وبعد حل الأنموذج المركب باستخدام برنامج (LINGO Software) تبين اختلاف الكلف بين عبوات المياه المعدنية للأحجام الثلاثة ، ولغرض تقليل التكاليف للمنتجات لابدَ من استخدام الخوارزميات من حل الأنموذج المركب والمقارنة بين نتائجها ونتائج الطريقة التقليدية لاختيار أدنى التكاليف عن طريق الأنموذج.

معلومات البحث

تواريخ البحث:
تاريخ تقديم البحث: 2021/9/13
تاريخ قبول البحث: 2021/9/29
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2022/6/25

الكلمات المفتاحية:
حجم الخزين الامثل، معدل الخدمة، معدل الوصول

للمراسلة:
براء عباس عودة
baraa.abass.92@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55562/jrucs.v51i1.525

1. المقدمة (Introduction)

يعد الخزين من أهم الوظائف الأساسيّة في أيّ مؤسّسة سواءً أكانت صناعيةً، أم تجاريةً، أم زراعيةً، وبالإضافةً إلى تحقيق بعض الأهداف الأساسيّة كالتوازن في توافر المواد وتواجدها وتوفير احتياجات المؤسّسة ومستلزماتها بشكلٍ مستمرٍ بهدف المحافظة عليها وحمايتها من الظروف الطبيعية التي تسبب بعض التغييرات غير المرغوب فيها، ومن منظور آخر ومختلف من قبل أفراد التمويل والمحاسبة إلى أن خدمة الزبائن المرتفعة لا تعبر عن المخزون المرتفع بل على العكس من ذلك بسبب التكاليف التي تتكبدها المؤسسات والشركات كافة لوجود كميات كبيرة من المخزون وهذا ما يؤدي إلى تعطيل رأس المال، ويتمثل الحل الامثل في التحكم بمتسوى كميات المخزون من خلال إيجاد نماذج خزين تهدف إلى خلق التوازن بين حجم المخزون والتكاليف التي يضمن لها التوريد الدائم وايضاً تهدف إلى تدنية تكاليف التخزين إلى أدنى المستويات لضمان تدفق المواد بدون توقف وبالكميات المطلوبة، وبالتالي فسوء إدارة المخزون من الممكن أن تؤدي إلى انخفاض الارباح تدريجياً بالاخص مع عدم مراعاة وقت الخدمة ووقت الانتظار للزبائن، ومن هنا تتجلى أهمية صفوف الانتظار مع نماذج الخزين، إذ تعد من أهم المجالات المهمة لبحوث العمليات إذ اظهرت نجاحاً كبيراً في تخفيض التكلفة وزيادة الأهمية النسبية للاستثمارات المرتبطة بالمخزون مع مراعاة وقت الخدمة وبدوره يتم الوصول إلى آلية تحسين عملية إدارة وتحكيم المخزون ومراعاة وقت الانتظار في مختلف الوحدات سواءً كانت تجارية أم صناعية أم خدمية.

2. مشكلة البحث (Purpose Of the Research)

تحقيق التوازن بين الأهداف المتعارضة مثل إبقاء مستويات المخزون مسيطر عليها لتوفير النقد المتاح لأغراض أخرى والحصول على مستويات عالية من المخزون لاستمرارية الإنتاج وتوفير مستوى خدمة مرتفع للعملاء بالاعتماد على وقت الطلبات ووقت الخدمة المحتسبة لفترات طلب المنتجات.

3. هدف البحث (Purpose Of the Research)

يهدف البحث إلى حل الأنموذج المركب بين أنموذج الخزين ذو المراجعة المستمرة بناءً على صف الانتظار ذو نوع (M/M/1 : FCFS/∞/∞) مع عدم السماح بوجود عجز أو طلبات مؤجلة والغرض الأساسي من الأنموذج المركب تخفيض التكاليف الكلية أقل ما يمكن باستيفاء كافة القيود من حيث مساحة المستودع والحد الأدنى من مستوى الخدمة ووقت الخدمة للمستهلكين.

4. مفهوم الخزين (The Concept of Inventory)

يعد الخزين منذ القدم ظاهرة مهمة وأساسية على مر العصور إذ مارست عدة حضارات هذه الظاهرة وكان الدافع الأساسي هو الاحتياط وتخزين المواد في اوقات توفرها وباستغلال عدة عناصر ومن أهمها عنصر الموسمية لغاية أوقات ندرتها سواء تم تغيير المواد المخزونة باستعمال مواد أخرى أو حافظت المواد المخزنة على شكلها الأساسي أو تم تغييرها باستعمال مواد اخرى. إذ ظهرت الحاجة الشديدة والملحة في مدخلات ومخرجات عمليات التصنيع إلى استخدام عملية التخزين والاهتمام بالمخزون عند توسع الأسواق والثورة الصناعية الأوربية ، فقد تعددت الكثير من الدراسات والبحوث التي أسهمت بشكل كبير وملحوظ في تطوير مفاهيم الخزين ومن خلال أثر التطور الحاصل ودخول التقنيات الحاسوبية في مجال الخزين تمكنت من تطوير نماذج الخزين ويعد المهندس الامريكي (Wilson) عام (1930 م) رائداً في هذا المجال، فيعد أول من عمل انموذجاً علمياً لغرض تنظيم المخزون تحديد الكمية الاقتصادية ومنذ ذاك الحين زادَ الاهتمام وتعددت المؤلفات العلمية في هذا المجال.

وبدأت مراحل التطوير في عام (1994 م) على يد العالم (Hariga) إذ عمل على تحسين أنموذج الخزين وتحديد وقت الطلبية والنقص في الخزين كما تبنى (Benkherouf & Hariga) في نفس العام ايعازاً مشابهاً لتحسين النموذج وتحديد وقت الطلبية و كميات الخزين الاحتياطية من دون نقص في الخزين ، واستمر آخرون على تطوير أنموذج الخزين ومنهم (Wee) عام (1995م) و (Al-Alyan) عام (1997 م) و (Giri et al) عام (2000 م) وفي السنوات الاخيرة جرى إدخال انظمة الذكاء الصناعي في حساب و إيجاد أفضل أنموذج خزين.

5. تكاليف الخزين (Inventory Cost)

يمكن تصنيفها إلى أربعة أنواع من التكاليف

A. تكلفة الشراء (Purchase cost): هي تكلفة شراء المخزون في فترة معينة ويتم احتسابه بضرب سعر الوحدة الواحدة أو كلفة الوحدة بالطلب خلال نفس الفترة.

B. كلفة الطلبية (Setup Cost): وهي كلفة ثابتة تحتسب بمجرد تقديم الطلبية وتقل كلما زادت الكميات المطلوبة ووحدات قياسها الاعتيادية (الدينار لكل دورة طلبية).

C. تكلفة الخزن (Holding Cost): وهي تختص بالمفردات المادية للمواد المخزونة في المخازن ويتم احتسابها في أغلب الأحوال على أساس نسب مئوية من قيمة متوسط المخزون أو قيمة مطلقة تمثل تكلفة تخزين الوحدة الواحدة وترتبط هذه التكاليف بعلاقة طردية مع كمية وحجم المخزون.

D. تكلفة العجز (Shortage Cost): وهي التكلفة التي تنشأ عن عدم توافر السلع والمواد في حالة الطلب عليها ، وعلى سبيل المثال تكلفة تعطل الآلات أو استعمال مواد بديلة عالية التكلفة أو تكلفة إعداد الآلات لإنتاج منتج آخر أو التكلفة الناتجة من انخفاض المخزون ، وعلى الرغم من صعوبة قياس مثل هذا النوع من التكاليف مباشرةً فإن أغلب الشركات والمنشآت تلجأ إلى طرائق وأساليب معينة لقياس مثل هذا النوع من التكاليف كقياس الخسائر الناجمة عن فقدان عدد من المستهلكين أو فقدان جزء من دخل المبيعات الناجم عن نفاذ المخزون.

6. نماذج الخزين (Models of Inventory)

- **أولاً : نماذج الخزين المحددة (Deterministic Models) :**

يمكن تحديد طلبات المخزون اعتماداً على المبيعات السابقة وهذا بدوره يساعد في التنبؤ المستقبلي للطلبيات بالاعتماد على المتوسط المتحرك للمبيعات، ويتوجب تحديد فرضيات معينة للطلبات عن طريق النماذج الرياضية الموضحة ادناه:

A. أنموذج الشراء بدون عجز (Model Purchase - No Shortage).

B. أنموذج الإنتاج بدون عجز (Model Production - No Shortage).

C. أنموذج الشراء بعجز (Model Purchase with Shortage).

D. أنموذج الانتاج مع عجز (Model Production with shortage).

- **ثانياً : نماذج الخزين الاحتمالية (Probabilistic Models)**

تعتمد النماذج الاحتمالية على الطلب عندما يكون احتمالياً ويعالج تبعاً لنظرية الاحتمالات فعند اختلال الطلب لظروف استثنائية خارجة عن الخطة أو الحالات المفاجئة التي تحدث في الاسواق والمراكز العالمية والمحلية مما يجعل الطلب في بعض الاحيان احتمالياً، وفي الخزين هناك نوعان من المراجعات التي تعتمدها الشركات أو المؤسسات الانتاجية أو الشرائية وهي:

أ. أنموذج المراجعة الدورية (Periodic Review Model)

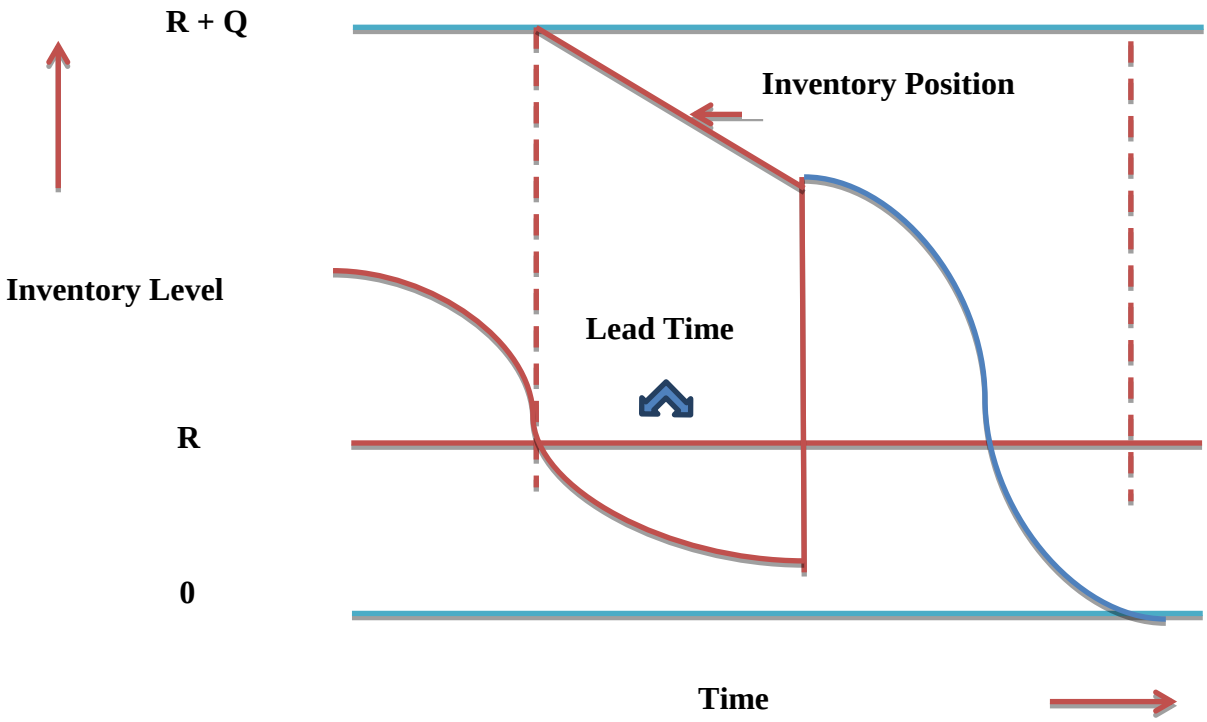
تكمن فكرة المراجعة الدورية بأن تحدد أوقات معينة يتم بها مراجعة المخزون وتحديد نقطة اعادة الطلب.

ب. أنموذج المراجعة المستمرة (Continuous Review Model)

وهي أحد النماذج الاحتمالية التي تكون فيها مراجعة الخزين بشكل مستمر وعند وصول مستوى الخزين إلى نقطة معينة وهي R والتي تسمى نقطة إعادة الطلب في نفس الوقت يمكن تعزيز الطلبية بكمية Q ويعمل هذا الأنموذج على حساب القيم المثلى لـ R,Q والتي تصل إلى تقليل تكاليف الخزين خلال وحدة الزمن قد تكون سنة أو شهر أو يوم، تكمن سياسة المراجعة المستمرة (R,Q) سياسة إعادة الطلب عندما يصل مستوى المخزون إلى نقطة إعادة الطلب R، يتم طلب كمية Q لإيصال موضع المخزون إلى مستوى الطلب R + Q هناك قراران يجب اتخاذهما في سياسة إعادة ترتيب الطلبات (R,Q) :

- قرار تحديد مستوى إعادة الطلب R عند الطلب.
- قرار تحديد كمية إعادة الطلب Q وبالتالي ترتيب ما يصل إلى مستوى مقدار الطلب.

والشكل رقم (1) يوضح مستوى الخزين عند استعمال السياسة المستمرة، إذ يكون معدل فترة التوريد L متغيراً عشوائياً والطلب اليومي Di متغيراً عشوائياً i = 1,…, L ، تكلفة الاحتفاظ بالمخزون من الفصل لكل وحدة في اليوم، تكلفة طلب ثابت لكل وحدة، لا توجد طلبات متأخرة: عندما يكون هناك نفاد مخزون، يكون الترتيب هو الخسارة.



شكل (1) : مستوى الخزين عند استعمال السياسة المستمرة

ومعدل الطلب خلال المهلة الزمنية يتبع التوزيع الطبيعي (Normal Distribution)، والذي يمكن حساب توقعه وتباينه كما مبين أدناه:

$$D_L = \sum_{i=1}^{L} Di$$

$$E[D_L] = E\left[\sum_{i=1}^{L} Di\right] = \mu_L \mu_D$$

$$V[D_L] = \mu_L \sigma^2_D + \sigma^2_L \mu^2_D$$

إذا إن:

μ_D : معدل الطلب بحسب الفترة الزمنية.

σ_D الانحراف المعياري للطلب بحسب الفترة الزمنية.

ومستوى الخدمة المطلوب هو (1-α) واحتمال من عدم وجود مخزون خلال المهلة هو(1-α).

لذا فالكمية الاقتصادية المثلى (Q^*) يمكن التعبير عنها كالآتي :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\,\mu_{CD}\,K_{CD}}{h_{CD}}}$$

إذا إن :

μ_{CD} : معدل الطلب بحسب الفترة الزمنية.
k_{CD} : كلفة إعداد الطلبية.
h_{CD} : كلفة الخزن.

7. مفهوم صفوف الانتظار (The Concept of Queuing Theory)

يتم حدوث ظاهرة صفوف الانتظار إذا كان معدل وصول طالبي الخدمة يفوق معدل تقديم هذه المراكز للخدمات، وأن هذه الظاهرة لا تظهر على شكل مادي محسوس فقط، بل أن هناك العديد من طوابير الانتظار تكون على شكل غير محسوس مثل المكالمات الهاتفية ، الملفات التي تنتظر طباعة، الآلات التي بانتظار الصيانة، المخزونات التي تتطلب التوزيع، ... الخ مما شابه ذلك، إلا انه مهما يكن شكل الانتظار والوحدات المنتظرة فأنهم يشتركون في مجموعة من المفاهيم فيمكن عن طريق البديهة معرفة الزبائن الذين يشكلون صف الانتظار والموزع الذي يقدم الخدمة اللازمة لكل زبون.

اول ظهور لمقال علمي يتعرض لحل رياضي لمشاكل الانتظار كان على يد المهندس الرياضي الدنماركي (Agner Krarup) إذ يعد أول من قام بدراسة مشاكل الازدحام في شبكات الهاتف باستخدام نظرية الاحتمال، ففي سنة (1908 م) عين كمساعد علمي في شركة الهواتف الدنماركية (Copenhague Telephone Company) وكانت الشركة تواجه طلباً كبيراً ومتزايداً للاتصالات الهاتفية، لهذا عمدت الإدارة إلى انشاء مخبر علمي وتقني وعين على راسه (A. Erlang) والذي كان حينئذ عضواً في جمعية الرياضيين الدنماركيين، إذ قام بالعمل على تطبيق نظرية الاحتمال على مشاكل الاتصالات الهاتفية.

8. نماذج الخدمة في صفوف الانتظار (Service models in Queuing Theory):

تتكون صفوف الانتظار من عدة نماذج يتم تطبيقها لحل مشكلة الانتظار عند الشركات والمؤسسات الخدمية والإنتاجية ومنها:

A. أنموذج من يأتي اولاً يخدم اولاً (First Come First Served)

يعتمد هذا الأنموذج على تقديم الخدمة للوحدات التي تأتي اولاً والتي يتم تطبيقها في العديد من المجالات الحياتية وامثلها عديدة منها في المكاتب الخدمة والمؤسسات العامة.

B. من يأتي متأخراً يخدم اولاً (Last Come First Served)

وفي هذا الأنموذج يتم تقديم الخدمة للوحدات التي تأتي متأخرة عكس الأنموذج الأول ويتم تطبيقه في عدة مجالات منها المستشفيات في قسم الطوارئ و غيرها.

C. أنموذج الخدمة العشوائية (Service In Random Order)

اما في أنموذج الخدمة العشوائية يكون تقديم الخدمة بشكل عشوائي وغير نظامي ويعتمد في العديد من المجالات ولا يتقيد بعملية وصول الوحدات الواصلة أو الطالبة للخدمة.

D. أنموذج الخدمة العام (General Service Discipline)

يقدم هذا الأنموذج الخدمة بشكل عام وغير محدود.

E. أنموذج نظام الخدمة حسب الاسبقية (General Service Discipline)

ويستخلص تقديم الخدمة يتم حسب الوصول إلى صف الانتظار، وهو النظام المطبق في شباك قطع التذاكر في محطات القطار.

F. نظام الانتظار (System of Queuing) :

لقد اعطى (Kendall) في سنة (1953 م) تصنيف لأنظمة الانتظار والتي تسمى رموز كندل (Kindall Notation) وهي كالآتي:

(a / b / c) : (d / e / f)

إذ إن:
a : التوزيع الاحتمالي للوصول (Arrival Distribution).
b : التوزيع الاحتمالي لفترة الخدمة (Service Time Distribution).
c : عدد محطات الخدمة (Number of Parallel Servers) ، $c = 1,2,.., \infty$
d : نظام الخدمة.
e : أكبر عدد من الوحدات التي يستوعبها النظام (قد يكون محدوداً أو غير محدود).
f : مصدر المجتمع (طالبي الخدمة) القادمة منه الوحدات أو العناصر الطالبة الخدمة ، واما أن يكون حجمه N محدوداً أو غير محدود ∞.

9. الأنموذج الرياضي المستخدم في البحث (Mathematical model used in the search)

جرى استعمال نظام الخدمة من ياتي اولاً يخدم اولاً و بمجتمع غير محدود و حجم نظام غير محدود ولقناة خدمية واحدة و حسب نوع البيانات المعتمدة في مجال الدراسة و يرمز له (M/M/1)(FCFS/∞/∞) ويكون التوزيع الاحتمالي لوصول الوحدات لهذا الأنموذج هو بواسون اما التوزيع الاحتمالي لوحدات الخدمة هو توزيع الآسي ، يتم حساب بداية الاستقرارية أو احتمال أن يكون النظام مشغولاً و حسب المعادلة الآتية :

$$\boldsymbol{p = \frac{\lambda}{\mu}} \quad (1)$$

إذا إن:
λ : يمثل عدد الوحدات التي تصل النظام في وحدة الزمن.
μ : يمثل عدد الوحدات الخارجة عن النظام بعد تلبيه الخدمة المقررة لها في وحدة الزمن.
احتمال عدم الانشغال:

$$\boldsymbol{P_0 = (1 - \rho)} \quad (2)$$

ويشترط أن يكون:

$$\boldsymbol{(\frac{\lambda}{\mu} < 1)}$$

اما مقاييس الانجاز فيتم في البداية حساب متوسط عدد الوحدات الطالبة للخدمة في النظام (Ls) وكالآتي:

$$\mathbf{Ls} = \boldsymbol{\frac{\rho}{1-\rho}} \quad (3)$$

اما عدد الوحدات المتوقعة يكون في صف الانتظار يكون كالآتي:

$$\mathbf{L_q} = \boldsymbol{\frac{\rho^2}{1-\rho}}$$

ولحساب الوقت المتوقع الذي سوف يستغرق في النظام (Ws):

$$\mathbf{Ws} = \boldsymbol{\frac{L_s}{\lambda}} \quad (4)$$

$$\mathbf{Ws} = \boldsymbol{\frac{\rho}{\lambda(1-\rho)}} \quad (5)$$

ولغرض حساب الوقت المتوقع في صف الانتظار (Wq) يكون:

$$\mathbf{Ws} = \boldsymbol{\frac{L_q}{\lambda}} \quad (6)$$

$$\mathbf{Ws} = \boldsymbol{\frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)}} \quad (7)$$

10.عيّنة البحث (Research Sample)

تقوم شركة بغداد للمشروبات (IBSD) بتصنيع المشروبات المختلفة في المصانع، ومن ثم تنقل هذه المنتجات على شكل رزم كبيرة إلى المخازن الخاصة بالشركة، ومن ثم إلى تجار التجزئة وفي النهاية إلى المستهلك، ولديها العديد من المخازن لغرض خزن المنتجات المتنوعة وجرى اختيار مخزن تابع إلى الشركة على وجة الخصوص بسبب الطاقة الاستيعابية الكبيرة له والموقع الذي يتيح لتجار التجزئة الاستفادة منه بشكل كبير مما يشكل مورداً رئيسياً للمنتجات.

11.بيانات الطلب على المنتجات

أن الشركة تقوم بإنتاج المشروبات الغازية بالاضافة إلى عبوات المياه المعدنية ، وهنالك ثلاثة انواع من المشروبات الغازية هي (Pepsi, Miranda ,7Up) وباحجام مختلفة وهي (330 , 750) مل كما تنتج عبوات المياه المعدنية بثلاثة احجام مختلفة وهي (330, 500, 200) وفي هذا البحث سيتم تناول منتج الماء (اكوافينا) هنالك ثلاثة احجام مختلفة للمياه المعدنية ومن خلال جدول البيانات يمكن استنتاج ما يأتي :

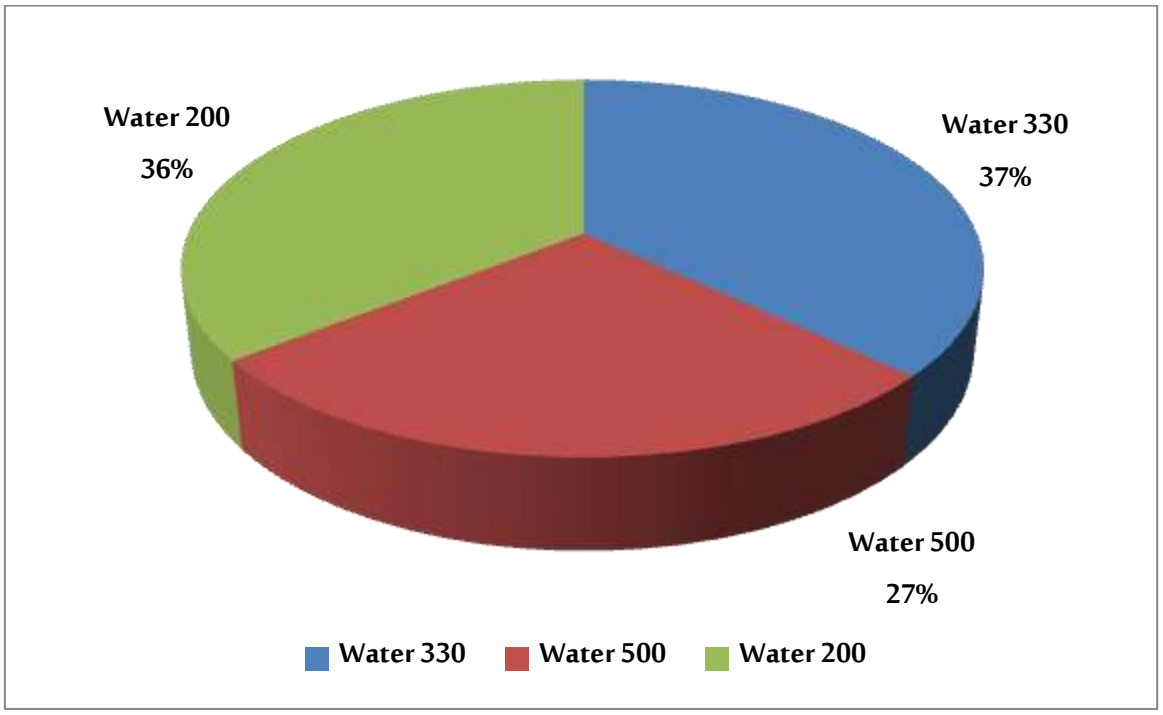
A. أعلى طلب يومي على المياه المعدنية كان للحجم (330) مل وبمقدار (200) وحدة، ثم يليه المياه بحجم (200) مل وبمقدار (190) وحدة، واقل طلب على المياه المعدنية كان للحجم (500) مل بمقدار (149) وحدة.

B. اقل طلب يومي على المياه المعدنية كان للحجم (500) مل وبمقدار (100) وحدة، ثم يليه المياه المعدنية بحجم (200) مل وبمقدار (140) وحدة ، واخيراً المياه المعدنية للحجم (330) مل بمقدار (150) وحدة.

C. كما ان اكبر كمية طلب على المياه المعدنية كانت للحجم (330) مل وبمقدار (5,344) ثم يليه المنتج بحجم (200) مل بمقدار (5,147) وحدة، وأقل كمية مطلوبة خلال الفترة للمياه المعدنية كانت للحجم (500) مل و بمقدار (3,956).

جدول (1): يبين الطلب على المياه المعدنية للاحجام (200,500,330) مل ولمدة شهر

التسلسل	330 ML D_{ij}	500 ML D_{ij}	200 ML D_{ij}
MAX	200	149	190
MIN	150	100	140
SUM	5344	3956	5147



شكل (2): الطلب على المياه المعدنية للأحجام (200،500،330) مل

12.الأنموذج المركب (The Composite Model)

أن التكلفة الكلية المتوقعة للنظام لكل وحدة زمنية في الحالة الثابتة هي:

$$\mathbf{TC} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{n} \frac{A_{ij}}{\mu_{ij}} + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{n} h_{ij}\left[\left(\frac{-Ln\left(\frac{\lambda_{ij}}{2}\right)}{\lambda_{ij}}\right) - \lambda_{ij} + \frac{(Q_{ij})}{2}\right]$$

$$s.to$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{ij=1}^{n} f_{ij}\, M_{Qij} \leq F$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{n} \lambda_{ij}\, e^{-\lambda_{ij}\ D_{ij}}\,(D_{ij} + \frac{1}{\lambda i_j}) \geq P_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{n} \lambda_{ij}\, Q_{ij} \geq D_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{ij=1}^{n} \lambda_{ij}\, Q_{ij} > \mu_{ij}$$

$$M_{Qij} \geq 0 \text{ j } = (1,..\text{n}) \text{ , and i } = (1,..,\text{I})$$

13. معلمات الأنموذج (Model Parameters)

- n : عدد المنتجات.
- i: يمثل انواع المنتجات.
- j: يمثل احجام المنتجات.
- h_{ij} : كلفة الخزن للوحدة الواحدة للنوع (i) للمنتج (j).
- A_{ij}: التكلفة اعداد الطلبية للوحدة الواحدة للنوع (i) للمنتج (j).
- μ_{ij} : معدل الخدمة للمنتجات.
- λ_{ij}: معدل الوصول.
- Q_{ij} : كمية الخزين المثلى للوحدة الواحدة للنوع (i) للمنتج (j).
- D_{ij} : كمية الطلب على المنتج للوحدة الواحدة للنوع (i) للمنتج (j).
- M_{Qij} : اقصى مخزون للمنتج للوحدة الواحدة للنوع (i) للمنتج (j).
- F: مساحة المخزن المتاحة لمتاجر التجزئة لجميع المنتجات.
- f_{ij}: المساحة التي تشغلها كل وحدة واحدة للنوع (i) للمنتج (j).
- P_{ij}: مستوى الخدمة للوحدة الواحدة للنوع (i) للمنتج (j).

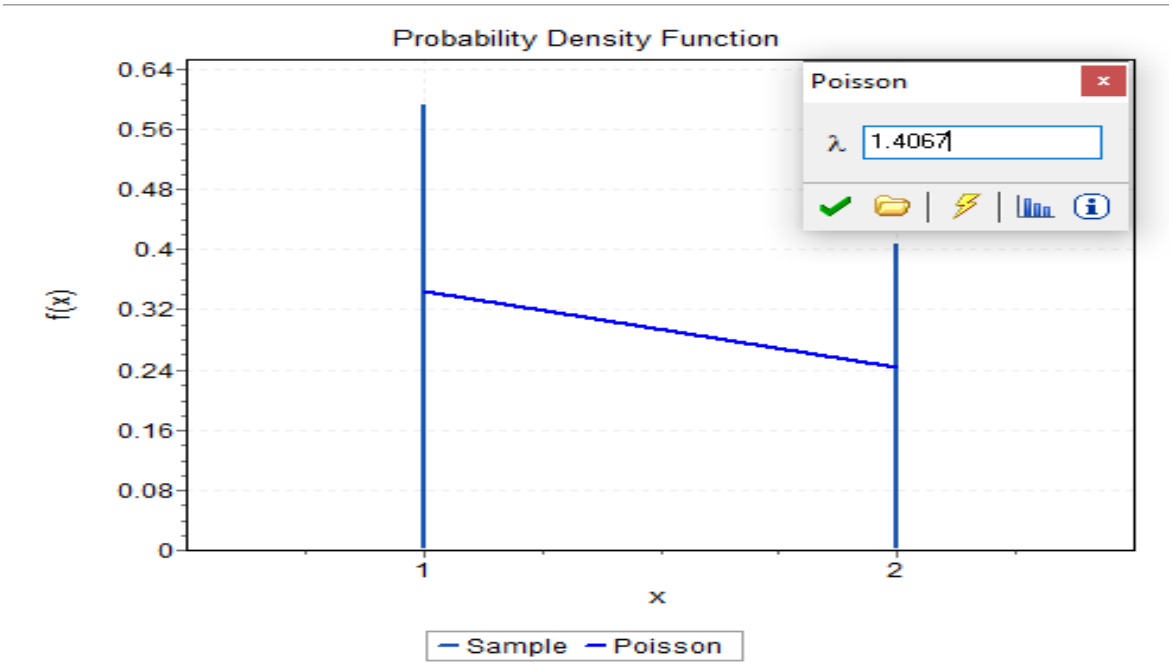
14.معدل الوصول للطلبات (λ) ومعدل الخدمة للمنتجات (μ):

أنموذج صفوف الانتظار المستعمل في الدراسة هو من نوع (M/M/1)(FCFS/∞/∞) والجدول ادناه يوضح معدل الوصول ومعدل الخدمة.

جدول (2): يوضح معدل الوصول ومعدل الخدمة

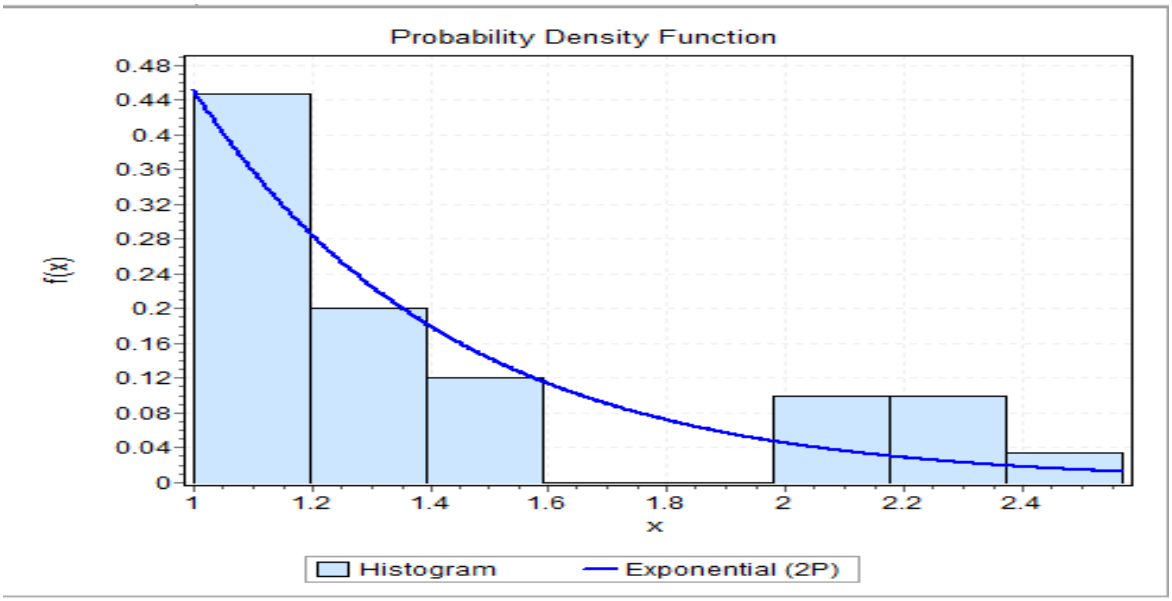
معدل وصول الطلبات (λ)	معدل الخدمة (μ)
1.4	**1.43**

أن معدل الوصول يتوزع التوزيع المتقطع بواسون (Poisson distribution) وكما موضح ادناه :



شكل (3): يوضح التوزيع المتقطع بواسون (Poisson distribution)

كما أن معدل الخدمة يتوزع التوزيع المستمر الاسي (Exponential distribution) وكما موضح ادناه:



شكل (4): يوضح التوزيع المستمر الاسي (Exponential distribution)

جدول (3): مخرجات نتائج صف الانتظار (M/M/1)(FCFS/∞/∞)

Performance Measure	Result
System: M/M/1	From Formula
Customer arrival rate (lambda) per Minut =	1.4000
Service rate per server (mu) per Minut =	1.4300
Overall system effective arrival rate per Minut =	1.4000
Overall system effective service rate per Minut =	1.4000
Overall system utilization =	97.9021 %
Average number of customers in the system (L) =	46.6667
Average number of customers in the queue (Lq) =	45.6877
Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	46.6667
Average time customer spends in the system (W) =	33.3334 Minuts
Average time customer spends in the queue (Wq) =	32.6341 Minuts
Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	33.3334 Minuts
The probability that all servers are idle (Po) =	2.0979 %
The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	97.9021 %
Average number of customers being balked per Minut =	0
Total cost of busy server per Minut =	$0
Total cost of idle server per Minut =	$0
Total cost of customer waiting per Minut =	$0
Total cost of customer being served per Minut =	$0
Total cost of customer being balked per Minut =	$0
Total queue space cost per Minut =	$0
Total system cost per Minut =	$0

عند الاطلاع على النتائج المستخلصة لابدَ التعرف على المؤشرات المهمة وهي كالآتي :

A. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 97.9%.
B. متوسط عدد الطلبات الكلية في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 46.6 طلب.
C. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 45.6 طلب.
D. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظردورها هي 46.6 طلب.
E. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 33.3 دقيقة.
F. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 32.2 دقيقة.
G. متوسط الطلب الذي يقضيه الزبون في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 33.3 دقيقة.
H. احتمالية أن تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 2.09%.
I. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0.
J. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا النسبة هي 97.9%

15.النتائج المستخلصة بعد الحل بالطريقة التقليدية باستخدام الأنموذج المركب

The results obtained after solving the traditional methods by using combine model

جرى حلّ الأنموذج بواسطة برنامج (LINGO Software) بإستعمال حاسوب محمول إذ أن الكلفة الكلية للأنموذج الرياضي كانت بمقدار (2,804,831) ID كما اظهرت النتائج بأن مشغولية النظام بمقدار (97.9%) وعدم المشغولية بمقدار (2.09%) بعد استعمال أنموذج الخزين في الجانب النظري نستخلص النتائج كالآتي:

بالنسبة للمياه المعدنية فأن كلفة الأكبر كانت للمنتج (Mineral water) (330) بمقدار (1,482,243) ID، واقل كلفة كانت للمنتج (Mineral water) (200) بمقدار (341,890) ID.

جدول (4): يوضح نتائج حل الأنموذج الرياضي بالطريقة التقليدية

النوع / الحجم	330	500	200
Mineral water	**ID 1,482,243**	**ID 980,698**	**ID 341,890**

16.الاستنتاجات (Conclusions)

بعد ان قمنا بدراسة نتائج التحليل ووضع استنتاجاته تبقّى ان نقوم ببناء مجموعة الاستنتاجات التي جرى التوصل إليها من خلال الدراسة والتي يمكن تلخيصها كالآتي :

1. اظهرت النتائج دراسة صف الانتظار أن نسبة مشغولية النظام (97.9%) اي أن النظام فعّال بشكل جيد ونسبة عدم المشغولية (2.09). وأن عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 46.6 طلباً، عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 45.6 طلب، ومتوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي 46.6 طلباً وبلغ متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام للحصول على الخدمة هي 33.3 دقيقة ومتوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 32.2 دقيقة، بينما متوسط الطلب الذي يقضيه الطلب في صف الانتظار للحصول على الخدمة هو 33.3 دقيقة،
2. وبعد حل الأنموذج المركب بالطريقة التقليدية باستعمال برنامج (LINGO Software) جرى التوصل إلى أن اكبر كلفة للمياه المعدنية كانت للمنتج (Mineral water 330) بمقدار (1,482,243) ID ، وأقل كلفة كانت للمنتج (Mineral water 200) بمقدار (341,890) ID ، وبلغت الكلفة الكلية للأنموذج الرياضي المستعمل (2,804,831) ID.

17.التوصيات (Recommendations)

1. تطبيق نظرية صفوف الانتظار لغرض معرفة توقع طلبات الزبائن، وهذا بدوره يساعد المؤسسات والشركات بصورة عامة على تحديد مقدار المخزون الذي يجب الاحتفاظ به في متناول اليد في أي وقت
2. استعمال خوارزميات تطورية كالخوارزمية الجينية في حل الأنموذج المركب ومقارنة نتائجها مع النتائج المستخلصة من الطريقة التقليدية.

المصادر (References)

المصادر العربية

[1] البلخي، زيد تميم، بونخل ، مسعود وعبد القادر، لطفي، (2005)، مدخل إلى نظم ضبط ومراقبة المخزون، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
[2] الجراد ، خلف والقاضي، حسين (2017)، بحوث العمليات، منشورات جامعة دمشق، كلية الإدارة والاقتصاد.
[3] الشمرتي، حامد سعد نور، (2010)، بحوث العمليات مفهوماً و تطبيقاً، الطبعة الاولى، مكتبة الذاكرة، العراق، بغداد.
[4] الشيخ، ابو القاسم مسعود، (2012)، بحوث العمليات، الطبعة الاولى، المجموعة العربية للتدريب و النشر، مصر، القاهرة.

[5] حسن، ضوية سلمان، جابر، عدنان شمخي والشمري، نذير عباس، (2013)، بحوث العمليات، الطبعة الاولى، مكتب الجزيرة للطباعة والنشر، العراق، بغداد.
[6] ماضي، محمد توفيق، (1998)، إدارة و ضبط المخزون، الدار الجامعية، الإسكندرية.
[7] مرجان، سليمان محمد، (2002)، بحوث العمليات، الجامعة المفتوحة، طرابلس، ليبيا.

المصادر الأجنبية

[1] Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2004) Operations research: applications and algorithms (Vol. 3). Belmont: Thomson Brooks/Cole.
[2] Binat, Bruno (2000), Queue Theory, From Markov Chains to Product Shape Networks, Hermes Science, Europe Edition, Paris.
[3] Park, C. W., & Lee, H. S. (2011), A multi-class closed queuing maintenance network model with a parts inventory system. Computers & Operations Research, Vol.38, No. 11, 1584-1595.
[4] Du, Donglei, Supply Chain Management inventory Management, Faculty of Business Administration, University of New Brunswick, NB Canada Frederiction.
[5] Hillier, F. S. (2012). Introduction to operations research. Tata McGraw-Hill Education.
[6] Baek, J. W., Bae, Y. H., Lee, H. W., & Ahn, S., (2018), Continuous-type (s, Q)-inventory model with an attached M/M/1 queue and lost sales. Performance Evaluation, Vol. 125, 68-79.
[7] M. Babes, (1995) "Queues and simulation" coll: The computer course, OPU, Algiers.
[8] Taherdangkoo, M., Paziresh, M., Yazdi, M., & Bagheri, M. H. (2013), An efficient algorithm for function optimization: modified stem cells algorithm. Central European Journal of Engineering, Vol. 3, No. 1, 36-50.
[9] Boxma, O., Essifi, R., & Janssen, A. J. (2016), A queuing/inventory and an insurance risk model, Advances in Applied Probability, Vol. 48, No. (4), 1139-1160.
[10] Waters, D. (2008). Inventory control and management. John Wiley & Sons.

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2022); Issue 51; 93-103

AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Composite Model Solution between Inventory with Continuous Review and Waiting Queues with Practical Application

Baraa A. Odeha	Assist. Prof. Dr. Sabah M. Rida
baraa.abass.92@gmail.com	drsabah@coadec.uobaghdad.edu

Department of Statistics - College of Administration and Economics - University of Baghdad, Baghdad - Iraq.

Article Information

Article History:
Received: September, 13, 2021
Accepted: September, 29, 2021
Available Online: June, 25, 2022

Keywords:
Optimal Inventory volume, Service Rate , Arrival Rate..

Correspondence:
Baraa A. Odeha
baraa.abass.92@gmail.com

Abstract

Production companies fall under two opposite types of pressures, as they seek to store large quantities of products to cover the demand and to obtain customers satisfaction to increase profits, from one side, and to store the least possible quantity of products to reduce costs and reduce customers' waiting time from the other side. An inventory composite model with continuous review based on the queue type (M/M/1: FCFS/∞/∞) is used. Studying the waiting queue by (WINQSB) program, it was found that the system occupancy rate was (97.9%) and the unoccupied rate was (2.09) and by solving the composite model using (LINGO Software), it was found that the costs of mineral water bottles of the three sizes produced are different, and for the purpose of reducing costs of the products an algorithms should be used to solve the composite model and compare its results with the results of the traditional method for choosing the lowest costs through the model.

DOI: https://doi.org/10.55562/jrucs.v51i1.525