تـنـمية الرافديـن
العدد 115 المجلد 36 لسنة 2014

بناء نموذج محاكاة لصف واحد ذو قناة الخدمة الواحدة في صفوف الانتظار دراسة في معمل ألبان الموصل

Build A Simulation Model With One Queue Line Per Channel Service In Queues/A Study In Mosul Dairy Factory

رنا بشار حسين
مدرس مساعد–قسم نظم المعلومات الادارية
كلية الإدارة والاقتصاد–جامعة الموصل

Rana Bashar Hussein
Assistant Lecturer
College Of Administration And Economics
University Of Mosul
Ranabashar1980@yahoo.com

تأريخ استلام البحث 2013/1/22
تأريخ قبول النشر 2013/3/12

المستخلص

لقد تم في هذا البحث بناء أنموذج محاكاة لخط سير عملية تعبئة علب الألبان في معمل ألبان الموصل، وذلك لمعرفة معدل زمن الانتظار لكل علبة و معدل عدد العلب التي تبقى في صف الانتظار قبل عملية التعبئة، حيث تم بناء الأنموذج باستخدام Microsoft Excel، هذا وإن أنموذج صفوف الانتظار المستخدم لهذه الدراسة هو من نوع(M/M/1:(FcFs,∞,∞ وكانت النتائج هي أن زمن انتظار كل علبة في صف الانتظار ما يقارب (17) دقيقة، وأن معدل عدد العلب في صف الانتظار هو (206)علبة من مجموع العلب الكلية (1440علبة) لذلك اليوم.

الكلمات المفتاحية: أنموذج، محاكاة، صفوف الانتظار.

Abstract

This research built a simulation model of the cans line mobilization process yogurt in the Mosul dairy factory to see average waiting time per can and the average number of cans that remain in the queue before the filling process. Where the model was built using Microsoft Excel and queuing model used for this study is the kind of M/M/1:(FcFs,∞,∞).The results are that the time of waiting for each packet in the queue about (17) minutes and the average number of cans in the queue is (206) can of the total cans (1440 packqge) for that day.

Key word: *Model ,Simulation , Queues .*

المقدمة

تعد المحاكاة من الأدوات القوية والمستعملة بصورة واسعة في العلوم الإدارية والتي تعنى بدراسة وتحليل الأنظمة المعقدة. ويمكن تعريف المحاكاة بأنها أسلوب يمكن بواسطته تقليد (محاكاة) عمليات نظام واقعي خلال مدى زمنية. ويمكن الحصول على هذه الطريقة بواسطة تطوير أنموذج للمحاكاة ، وعادةً ما يأخذ هذا الأنموذج شكل مجموعة من الافتراضات حول عملية النظام معبرة على شكل علاقات رياضية أو منطقية بين عناصر الأنموذج قيد الدراسة. وعلى النقيض من الحلول الرياضية البحتة المرتبطة بالنماذج التحليلية فإن طرائق المحاكاة تستخدم لتنفيذ الأنموذج خلال مدة زمنية، بيانات حقيقية ممثلة لقياسات الأداء الحقيقية (طه،1996،859).أما الانتظار فهي حالة يمر بها معظم الناس ويلاحظها، فتراهم في مواقف الحافلات أو أمام شبابيك الحجز،وتهدف نظرية الانتظار إلى تحديد المدة الزمنية للانتظار على المدى البعيد وجعل تلك المدة أقل ما يمكن ،كذلك إلى تحديد طول صف الانتظار(أي العدد المتوقع من الوحدات التي تنضم إلى صف الانتظار) (طه،1996، 739).

نبذة تاريخية عن معمل الألبان

يعد مصنع ألبان الموصل أحد المصانع المهمة والحيوية في العراق، إذ يسهم في توفير الاحتياجات الغذائية الأساسية اللازمة للاستهلاك اليومي للمواطنين، لذا يعد المصنع من الوحدات الاقتصادية الفعالة التي تهدف إلى ضمان الأمن الغذائي للقطر.

يعد مصنع ألبان الموصل أحد مصانع الشركة العامة لمنتوجات الألبان ,تأسس سنة 1974، وباشر في الإنتاج الفعلي في 17/تموز/1976, ويوفر المصنع منتجات الألبان بمواصفات قياسية لسد جزء من حاجة المواطنين من منتجات الألبان الآتية (الحليب بأنواعه، القيمر، اللبن، الجبن بأنواعه، الدهن الحيواني). وبسبب رداءة نوعية الحليب الخام الوارد للمصنع من ناحية الدسامة فإن المصنع متوقف عن تصنيع الدهن في الوقت الحاضر.

مشكلة البحث

لوحظ من خلال زيارة الباحثة لمعمل ألبان الموصل أن هناك صف انتظار لعملية تعبئة علب اللبن (ذات سعة 250 غم)

هدف البحث

إن هدف البحث هو معرفة معدل زمن الانتظار لكل علبة ذات نوع 250 غم ومعدل عدد العلب التي تبقى في صف الانتظار إلى أن يتم تعبئتها، وذلك لتقليل صف انتظار العلب في صفوف الانتظار، وبالتالي تؤدي إلى سرعة تجهيز العلب المعبئة بالمنتج.

نماذج المحاكاة (Phillips,Ravindran,1976,359):

تعد النماذج (Model) من أهم الوسائل التي يستعين بها الباحثين على فهم الأنظمة المعقدة التي يصعب على المحلل استيعاب تفاصيلها بمجرد مراقبتها. ففي مثل هذه الحالات يقوم المحلل ببناء أنموذج لما يريد دراسته يكون تمثيلاً صادقاً للواقع الموجود في النظام وتجريداً لما فيه من مكونات وتفاصيل ،ثم يقوم بعدها بالتعامل مع الأنموذج بدلاً من النظام . وتنقسم النماذج إلى عدة أنواع معروفة منها: النماذج المادية مثل المجسمات والنماذج الرياضية مثل المعادلات والخوارزميات، والنماذج المنطقية مثل نماذج المحاكاة الحاسوبية.

وتتسع تطبيقات المحاكاة الحاسوبية للكثير من التخصصات والاهتمامات منها:دعم القرار الإداري– التطبيقات الهندسية (شبكات الحاسب - الهندسة الصناعية – الهندسة الكيمائية)- التطبيقات العلمية (الظواهر الطبيعية – التفاعلات الكيميائية – الأنظمة البيئية والجيولوجية)، هذا فضلاً عن الاستخدامات المحاكاة الحاسوبية في التعليم والتدريب.

وأنموذج المحاكاة الحاسوبي هو عبارة عن تمثيل لمكونات النظام الثابتة والعلاقات التي تربط بعضها ببعض ،بالإضافة إلى تمثيل منطقي لسلوكيات وخصائص النظام الديناميكية على مدى مدة مراقبة زمنية محددة ،وتحت فرضيات معينة تتعلق بعمل النظام ومكوناته. ويمكّن أنموذج المحاكاة الباحث من إجراء تجارب فرضية على الأنموذج بدلاً من إجرائها على النظام الحقيقي من أجل اختبار نظريات معينة حول هذا النظام أو الإجابة عن تساؤلات حول رد فعل النظام نتيجة لتحقق شروط أو حدوث إحداث معينة في هذا النظام .وعادةً يكون استخدام نماذج المحاكاة الحاسوبية هو الاختيار الأخير بعد استنفاد الخيارات الممكنة من أنواع النماذج المختلفة، وذلك لصعوبة تطبيق تلك النماذج، وهو ما قد يحدث عادةً في حالة النماذج الرياضية مقارنة لأسباب عدم توافر البيانات ولاختبار صحة الأنموذج الرياضي. وفي تلك الحالات ،تأتي المحاكاة الحاسوبية كبديل قوي ومتاح لتمثيل تلك الأنظمة المعقدة وكيفية عملها على الحاسب الآلي، حيث تتيح إجراء مجموعة تجارب مصممة جيداً للإجابة على التساؤلات المطروحة حول تلك الأنظمة والتي تتعلق بتفاعلات النظام المدروس مع بيئته أو ربما بمدى تأثير مخرجات النظام بتغيير عدد معين من المدخلات.

مراحل دراسة المحاكاة الحاسوبية وخطواتها: (رمضان، 2007، 23-28)

فيما يأتي المراحل التي تمر بها دراسة المحاكاة الحاسوبية والخطوات الواجب إتباعها لانجازها ويوضح الشكل (1) تصويراً لهذه المراحل والعلاقة بينها:

1. تعريف المشكلة

من المهم قبل الشروع في تنفيذ دراسة المحاكاة أن يسبقها مرحلة تخطيطية يتم فيها تحديد أهداف الدراسة والجدوى منها ومدى ملاءمة أسلوب المحاكاة كوسيلة لتحقيق المطلوب، وكذلك يجب أن يتم في هذه الخطوة تعريف المتغيرات المحددة للقرار (Decision Variables) والمعالم (Parameters) التي لا يمكن التحكم بها ،ومؤثرات الأداء (Performance Indicators) التي سيتم قياس الأداء بمراقبة قيمها.

2. بناء الأنموذج المبدئي

وتشمل هذه الخطوة تحديد المكونات الثابتة للأنموذج من العناصر الآتية:

أ. كيانات (entities) وتعرّف على أنها أي شيء ذي علاقة في النظام له صفات (attributes) ويقوم بأداء أنشطة (activities).

ب.أحداث (events) وهي الوقائع الزمنية التي ينشأ عنها تغيير حالة النظام .

ج. متغيرات الحالة (state Variables) وهي مجموعة المتغيرات اللازمة لتوصيف حالة النظام في أي وقت بحسب أهداف الدراسة.

3. توليد البيانات وتحليلها

ويتم في هذه الخطوة توليد البيانات عن النظام إما يدوياً أو آلياً بحسب أهداف الدراسة ودرجة الدقة المطلوبة في مقابل التكلفة المادية والزمنية. كما يتم أيضاً تحليل تلك البيانات إحصائياً من أجل استنتاج النمط الإحصائي للبيانات باستخدام إحدى التوزيعات الإحصائية

المعروفة، وفي حالة تعذر ذلك من الممكن استخدام عينة البيانات المجموعة مباشرة في برنامج المحاكاة، ولو أن ذلك يجعل تنفيذ البرنامج بطيئاً.

4.تحويل الأنموذج إلى برنامج حاسوبي

تتم في هذه الخطوة عملية تطوير لبرنامج المحاكاة الحاسوبي انطلاقاً من الأنموذج المبدئي والمعلومات الإحصائية التي تم استخلاصها عن النظام. وتشمل عملية التطوير تصميم البرنامج كمخطط ثم اختيار لغة البرمجة وأدوات التطوير. وبالتحديد تتم عملية تحويل للأنموذج النظري المطلوب محاكاته ،والذي تم إعداده بناءً على مسح وتحليل لهذا النظام إلى أنموذج حاسوبي يمثل تصميماً مفصلاً لبرنامج المحاكاة المطلوب تطويره. وتتطلب هذه الخطوة بالضرورة تثبيت نوعية أنموذج المحاكاة واختيار أسلوب بنائه من بين الأساليب المعروفة لدى المتخصصين.

5. التحقق من صحة الأنموذج وصلاحيته

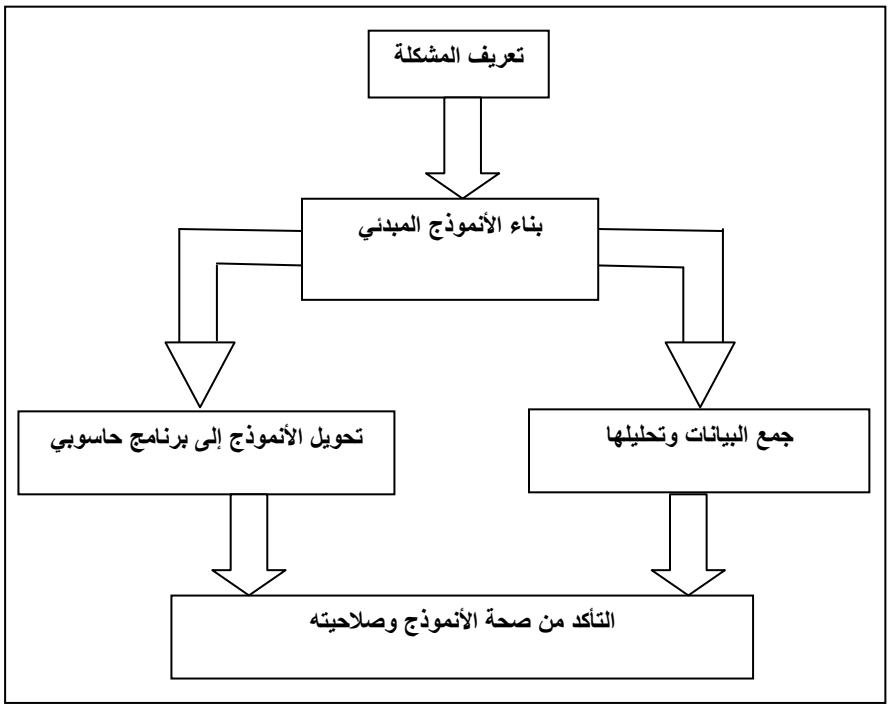
تهدف عملية التحقق من صحة الأنموذج (Model Verification) إلى التأكد من الترابط الداخلي للأنموذج الحاسوبي وتوافقه مع الأنموذج المبدئي. أما عملية التأكد من الصلاحية (Model Validation) فتهدف إلى مضاهاة الأنموذج الحاسوبي بالأنموذج الرياضي الحقيقي للتأكد من جودة تمثيل أنموذج المحاكاة الحاسوبي للأنموذج الرياضي الحقيقي سواء من الناحية الظاهرية أو من حيث تمثل عملية التحويل (Transformation) التي تجري بداخله على المدخلات لتحويلها إلى مخرجات. وتعد عملية الاختبار والتأكد من الجودة من المهام الرئيسة في أي دراسة محاكاة بعد انتهاء عملية البرمجة والتطوير لبرامج البرنامج المطور من حيث صحة البرمجة منطقياً ووظيفياً. كما تشمل أيضاً التأكد من صلاحية برنامج المحاكاة بوصفه أنموذجاً يعبر تعبيراً دقيقاً عن سلوكيات الأنموذج الرياضي الحقيقي.

صفوف الانتظار

إن صفوف الانتظار ظاهرة منتشرة جداً في الحياة اليومية، وهناك عدد بسيط جداً من الأفراد في أي مجتمع حديث لا يكونون مضطرين إلى الوقوف في صف للصعود إلى الأتوبيس أو للحصول على تذكرة سينما أو للحصول على الدجاج من الجمعيات الاستهلاكية والكثيرون منا يعتبرون الصفوف ظاهرة لا يمكن تجنبها في المدن الحديثة (الحناوي، 1976، 253-254). هذا وتعد ظاهرة الانتظار نتيجة مباشرة للعشوائية (randomness) في تشغيل مراكز الخدمة. فوصول الزبائن لطلب الخدمة وزمن أداء الخدمة غير معروف مقدماً بصفة عامة، وإلا أصبح في الإمكان جدولة عملية تشغيل مراكز الخدمة بالطريقة التي قد تؤدي إلى تجنب الانتظار كلياً. ونهدف من دراسة تشغيل مراكز الخدمة في ظل الظروف العشوائية إلى أن نصل إلى بعض خصائص قياس أداء نظام الخدمة محل الدراسة .فمثلاً يعد قياس المدة التي يتوقع أن ينتظرها الزبون قبل أن يحصل على الخدمة من المقاييس المنطقية للأداء .

كما يعد قياس نسبة الوقت التي تظل فيها مراكز الخدمة من دون استخدام من المقاييس المنطقية للأداء أيضاً. ويلاحظ أن المقياس الأول ينظر إلى النظام من وجهة نظر الزبون، في حين يقيم المقياس الثاني درجة استغلال مركز الخدمة، ويمكننا أن نرى أنه كلما طال انتظار الزبون للخدمة، صغرت نسبة بقاء مركز الخدمة من دون استخدام

والعكس صحيح. ولذلك يمكن استخدام مقاييس الأداء هذه في اختيار مستوى الخدمة (أو معدل الخدمة) الذي سيحقق التوازن بين تلك الحالتين لمتعارضتين (طه،1996، 739-740).

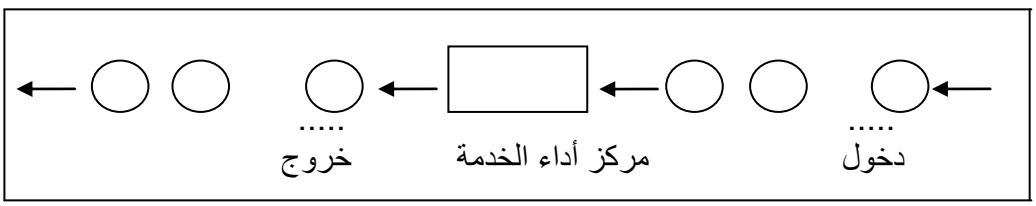


الشكل 1
خطوات ومراحل دراسة المحاكاة الحاسوبية
المصدر: رمضان،حسام بن محمد،2007،"أساسيات المحاكاة الحاسوبية"مكتبة الملك فهد الوطنية،28.

نظم الانتظار

هناك أربعة أشكال أساسية لمواقف صفوف الانتظار تمثل في حد ذاتها الإطار العام لصف الانتظار ومركز أداء الخدمة (جزاع،1986،494-496):

1- نظام انتظار ذو مركز أداء خدمة وبمرحلة واحدة (وهو الشكل المستخدم لهذه الدراسة).



الشكل 2

المصدر: جزاع، عبد ذياب ،1986،"بحوث العمليات"الطبعة الثانية،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،جامعة بغداد، 494.

2- نظام انتظار ذو مركز أداء خدمة متعددة وبمرحلة واحدة.
3- نظام انتظار ذو مركز أداء خدمة وبمراحل متعددة.
4- نظام انتظار ذو مراكز أداء خدمة متعددة وبمراحل متعددة.

ومن أمثلة نماذج صفوف الانتظار(النجدي،1990، 7):

1- (M/M/1) : (FcFs/∞/∞) 2- (D/M/1) : (GD/∞/∞)
3- (M/M/3) : (FcFs/∞/∞) 4- (GI/G/1) : (GD/∞/∞)

إذ إن الأنموذج المستخدم هو(M/M/1) :(FcFs/∞/∞).

حيث إن :

M ترمز للتوزيع الاحتمالي لوقت الدخول (والذي هو التوزيع الأسي السالب).
M ترمز للتوزيع الاحتمالي لوقت المغادرة أو وقت الخدمة (والذي هو التوزيع الأسي السالب).
1 ترمز لعدد مراكز الخدمة .
FcFs ترمز لنظام الخدمة (أي أولاً يأتي يخدم أولاً) .
∞ ترمز لطاقة النظام .
∞ ترمز لنوع مجتمع الدخول .

مقياس الأداء لصفوف الانتظار

وهي المقاييس التي تتحدد بواسطتها كفاءة صف الانتظار من حيث معدل الدخول ومعدل الخدمة وطول صف الانتظار ووقت الانتظار فيه (النجدي،1990، 8-10):

1. طول صف الانتظار: Lq

ويمثل عدد الزبائن الموجودين في صف الانتظار في وقت معين، ويعد من أهم المقاييس لقياس كفاءة النظام، إذ بزيادة صف الانتظار تقل كفاءة النظام.

2. طول صف الانتظار للنظام: Ls

وهو عدد الزبائن الموجودين في صف الانتظار مضافاً لهم عدد الموجودين في مركز الخدمة في وقت معين .إذ غالباً ما يكون هناك عدد من الزبائن الذين يتلقون الخدمة حتى وإن كان صف الانتظار فارغاً، وبذلك يتأثر النظام حيث تقل كفاءته عند زيادة عدد الموجودين في وحدات الخدمة.

3. الوقت المتوقع للانتظار في صف الانتظار: Wq

وهو الوقت المتوقع للانتظار داخل صف الانتظار مستثنى منه الوقت المستغرق داخل مركز الخدمة وزيادة وقت الانتظار يقلل كفاءة النظام .

4. الوقت المتوقع للانتظار في النظام: Ws

ويمثل الوقت المتوقع للانتظار داخل صف الانتظار مضافاً له الوقت المستغرق داخل مركز الخدمة .

5. λ **:** يمثل معدل عدد الداخلين في صف الانتظار خلال الزمن وبزيادة قيمة λ عن طاقة النظام، ويؤدي ذلك إلى التقليل من كفاءة النظام.

6. μ : وهي معدل عدد المغادرين (المخدومين) خلال الزمن. كلما كان معدل عدد الداخلين أكثر من معدل عدد المغادرين قلت كفاءة النظام.
7. **N(t)** : وهو متغير عشوائي يعبر عن عدد الزبائن في النظام عند الزمن t.وكلما زاد عدد الزبائن قلت كفاءة النظام .
8. λ' : معدل وقت الدخول في صف الانتظار خلال وحدة الزمن (t) وتساوي (1/λ) وكلما زادت قيمة (λ') قل حجم صف الانتظار ، وكلما قلت قيمة (λ') زاد طول صف الانتظار.
9. μ' :معدل وقت الخدمة خلال الزمن وتساوي ($1/\mu$) . وكلما زادت قيمة (μ') زاد طول صف الانتظار وكلما قلت قيمة (μ') قل طول صف الانتظار .
10. **كثافة المرور (ρ):** وهي نسبة الداخلين إلى المغادرين في صف الانتظار خلال وحدة الزمن .

$$\rho = \frac{\text{معدل الداخلين}}{\text{معدل المغادرين}} \Rightarrow = \frac{\lambda}{\mu} \quad ، \quad = \frac{\text{معدل وقت الخدمة}}{\text{معدل وقت الدخول}} \Rightarrow = \frac{\mu'}{\lambda'}$$

وعندما تكون $\rho < 1$ يكون مجتمع القدوم محدوداً (N) وتفيد في قياس توازن صف الانتظار، حيث عندما تكون $\rho > 1$ بمعنى أن مجتمع الدخول يصبح غير محدود (∞).

11. حالة النظام

إذا كان Pn(t) هي احتمال وجود (n) زبائن في النظام عند الزمن (t) فان النظام يوصف بأنه في حالة مستقلة عن الزمن (stationary) إذا كان سلوك النظام لا يعتمد على الزمن أي الاحتمال Pn(t) لا يعتمد على الزمن لذا يرمز له بـــ (Pn) ويكون النظام في حالة الاستقلال عن الزمن .أي $\lim_{t\to\infty} Pn(t) = Pn$

12. مدة الانشغال

تعرف كما يأتي:"هي مدة الزمن من لحظة دخول الوحدة الأولى في النظام بعد أن كان فارغاً لحين عودته فارغاً مرة ثانية. وكلما زادت فترة الانشغال زاد طول صف الانتظار، وقلت كفاءة النظام". $Pn \geq 1 = 1 - P_0$

الجانب التطبيقي أو العملي

بعد قيام الباحثة بزيارة إلى معمل ألبان الموصل بتاريخ(2012/11/5) ومشاهدة خط سير الإنتاج وعملية تعبئة علب الألبان(حيث كانت التعبئة لذلك اليوم هي للبن ووضعها في علب ذات حجم 250 غم) لوحظ بأن خط سير العلب له وقت ثابت ويستغرق (5) ثوانٍ لغاية وصوله إلى أنابيب اللبن أي أن (λ'=5) وبعدها يستغرق (7) ثوانٍ لتتم عملية تعبئة كل علبة، أي إن وقت الخدمة كذلك ثابت والذي يمثل($\mu' = 7$)،خلال المدة الزمنية من الساعة 8:00 صباحاً حتى الساعة 10:00(وهي الفترة المخصصة لعملية التعبئة في ذلك اليوم)، والشكل 3 يمثل المخطط الانسيابي للعملية.

وبما أن وقت الخدمة ووقت الوصول بالثواني ومدة انجاز عملية التعبئة هي ساعتان، لذا لا يمكن إجراء المحاكاة يدوياً، فقد تم تصميم برنامج حاسوبي باستخدام Microsoft Excel (كما في الجدول 1)، وذلك لاحتساب:

معدل زمن انتظار كل علبة خلال مدة زمنية مقدارها (2) ساعة (وذلك لأن الوقت المخصص لعملية التعبئة خلال ذلك اليوم هو ساعتين) وذلك بحسب القانون الآتي:

$$\text{معدل زمن انتظار كل علبة} = \frac{\text{مجموع زمن انتظار العلب}}{\text{عدد العلب}}$$

كذلك تم إيجاد معدل عدد العلب في المدة الزمنية للمحاكاة، وذلك برسم مخطط يمثل تغير عدد العلب في صف الانتظار وزمن المحاكاة، والشكل 4 يوضح ذلك.

كذلك تم الحصول على معدل عدد العلب في صف الانتظار بواسطة إيجاد المساحة تحت المنحني (والتي تمثل عدد العلبx وقت الانتظار) وتقسيمها على المدة الزمنية للمحاكاة (2 ساعة) وذلك بحسب القانون الآتي:

$$\text{معدل عدد العلب في صف الانتظار} = \frac{\text{المساحة تحت المنحني}}{\text{طول مدة المحاكاة}}$$

حيث تحسب المساحة تحت المنحني، وذلك بإيجاد مجموع حاصل ضرب طول المدة الزمنية في عدد العلب في صف الانتظار، حيث إن من الساعة (08:00:05) إلى الساعة (08:00:07) تنتظر علبة واحدة لذلك فإن المساحة لذلك الجزء ستكون (1×2)، لذا فإن المساحة (الكلية) تحت المنحني= 1×2 +1×4 +2×6 +....الخ

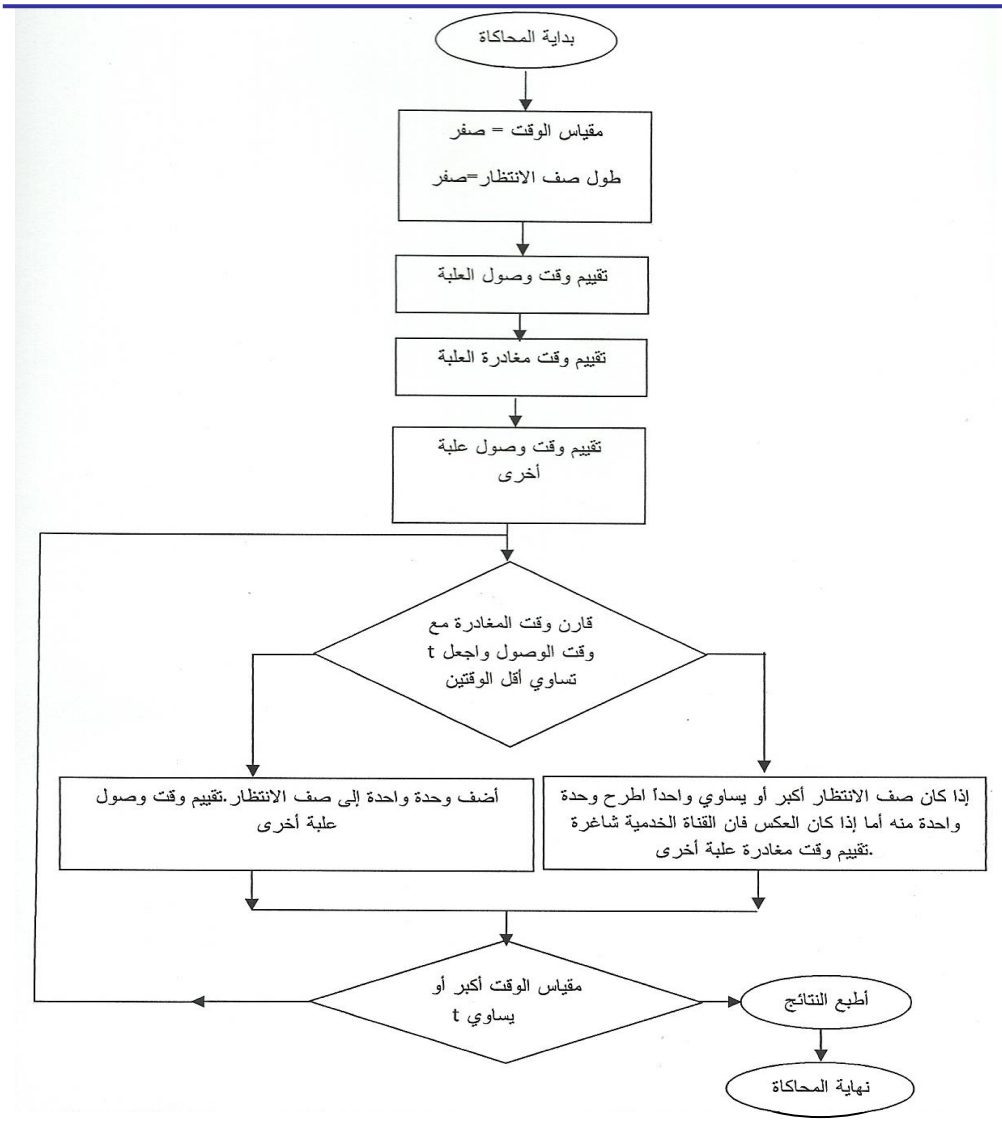
كذلك تم احتساب كثافة المرور بحسب القانون الآتي:

$$\rho = \frac{\text{معدل وقت الخدمة}}{\text{معدل وقت الدخول}} \Rightarrow = \frac{\mu'}{\lambda'}$$

الاستنتاجات

- معدل زمن انتظار كل علبة هو (1028.857) ثانية أي ما يعادل (17) دقيقة تقريباً.
- معدل عدد العلب في صف الانتظار هو (205.7714)علبة .أي ما يقارب إلى (206) علبة.
- المساحة تحت المنحني هي (1481554).
- كثافة المرور هي (1.4) .

ملاحظة: نظراً لسعة الرسم والجداول في البرنامج فقد تم أخذ جزء صغير منها لعرضه في البحث وللاطلاع أكثر لاحظ الملحق 1.

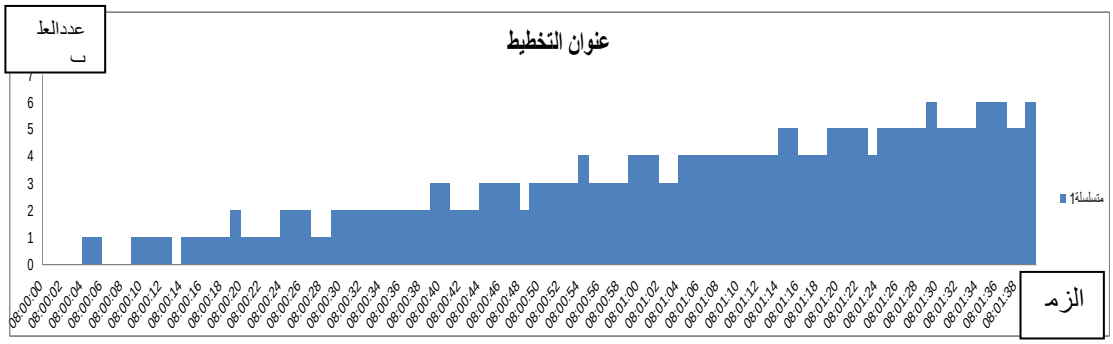


الشكل 3
مخطط انسيابي للعملية (المخطط من إعداد الباحثة)

التوصيات

لتقليل المدة الزمنية المستغرقة في تعبئة العلبة نقترح زيادة الأيدي العاملة أو يمكن القول بمضاعفة الأيدي العاملة، مما يجعل المدة الزمنية المستغرقة لتعبئة العلبة (وقت

الخدمة) يقل تقريباً إلى النصف، مما يؤدي إلى سرعة تعبئة العلبة، وبالتالي تقليل عدد العلب الواقفة في صف الانتظار.



الشكل 4

تغير عدد العلب في صف الانتظار وزمن المحاكاة

المصدر: من إعداد الباحثة

الجدول 1

محاكاة صف الانتظار لعلب الألبان في فترة زمنية طولها (2) ساعة

		come	come	come	full	full	Full	waiting in queue	
08:00:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00:01	2	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00:02	3	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00:03	4	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00:04	5	1	1	1	0	0	0	1	1
08:00:05	6	0	1	0	0	0	0	1	1
08:00:06	7	0	1	0	1	1	1	0	0
08:00:07	8	0	1	0	0	1	0	0	0
08:00:08	9	0	1	0	0	1	0	0	0
08:00:09	10	1	2	2	0	1	0	1	1
08:00:10	11	0	2	0	0	1	0	1	1
08:00:11	12	0	2	0	0	1	0	1	1
08:00:12	13	0	2	0	0	1	0	1	1

المصدر: من إعداد الباحثة

المصادر

أولاً- المصادر باللغة العربية

1. الحناوي، محمد، 1976، "بحوث العمليات في مجال الإدارة"، مؤسسة الشباب الجامعة، الإسكندرية.
2. النجدي، أريج عبد القادر محمود، 1990، "صفوف الانتظار ذات القدوم المنتظم مع الأسبقيات"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، كلية الإدارة والاقتصاد.

3. جزاع، عبد ذياب، 1986، "بحوث العمليات"الطبعة الثانية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.
4. رمضان، حسام بن محمد، 2007، "أساسيات المحاكاة الحاسوبية" مكتبة الملك فهد الوطنية.
5. طه، حمدي، 1996، "مقدمة في بحوث العمليات"، تعريب احمد حسين علي حسين، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثانياً- المصادر باللغة الاجنبية

1. Phillips. D. T, Ravindran. A, Solloerg. J, "Operations Research Principles and Practice,1976,by John Wiley rsons.inc.