معالجة بعض مشكلات المكتبات باستخدام بعض نماذج العمليات

إعداد:
أ. د. محمد نبهان سويلم
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

يعتبر أسلوب البرمجة الخطية واحدا من أهم وأنفع الأساليب فى بحوث العمليات، حيث يتناول معالجة مشاكل التوزيع الأمثل لمجموعة الموارد الاقتصادية أو المحدودة على مجموعة الاستخدامات المتنافسة على هذه الموارد. ويستخدم أسلوب البرمجة الخطية فى علاج مجموعة كبيرة ومتنوعة من المشاكل سواء فى المؤسسات الحكومية أو غير الحكومية، العسكرية أو المدنية، وكأسلوب لاتخاذ القرارات فقد أثبت فاعليته وفائدته فى مجالات كثيرة مثل الانتاج، التمويل، والتسويق. ومن المشاكل التى عولجت باستخدام أسلوب البرمجة الخطية ما يلى:

١ ـ مشاكل اختيار التشكيلة السلعية المثلى فى ضوء موارد محدودة كما فى دراستنا الحالية عن حالة شراء كتب لاحدى المكتبات.

٢ ـ تحديد مواقع اقامة المصانع ومكانها من الأسواق أو من مصادر المواد الخام أو العمالة.

٣ ـ اختيار تشكيلة مثلى من الاستثمارات فى الأسهم والسندات لمحفظة الأوراق المالية.

٤ ـ تحديد كيفية تموين الأسواق من المصانع المختلفة لتخفيض تكاليف النقل.

وقبل شرح نموذج البرمجة الخطية الذى يساعدنا فى حل مشكلة تزويد المكتبات بحل أمثل نجد أنه لزاما مناقشة الفروض الرئيسية التى يعتمد عليها هذا الأسلوب.

يفترض فى أسلوب البرمجة الخطية أن الادارة فى حالة تأكد كامل فيما يتعلق بالعوامل والمتغيرات الخاصة بالمشكلة مثل الموارد المتاحة، للمكتبة ونتائج البرامج المختلفة. وهذا الفرض يدل على أن البرمجة الخطية من الأساليب والنماذج المحددة وليس هناك مجال للاحتمالات فى هذا النموذج، كما يفترض فى كل العلاقات القائمة بين متغيرات المشكلة أنها خطية. وهذا الفرض له فائدته العملية فى هذا الأسلوب، حيث يقترب من الواقع فى كثير من المشاكل، كما لا يسمح فى أسلوب البرمجة الخطية أن تأخذ المتغيرات قيماً سالبة لأن جميع المتغيرات إما تأخذ قيما موجبة أو مساوية

للصفر، ويتعامل أسلوب البرمجة الخطية مع متغيرات لها قيم مستمرة وهذا يعنى أنه يسمح للمتغيرات أن تأخذ قيما كسرية أى جزء من وحدة القياس، مثلا يسمح بأن يكون سعر الكتاب يحتوى على كسور من الجنيه، كما يحدد أسلوب البرمجة الخطية التعامل مع فترة زمنية واحدة، ومن الافتراضات الهامة أن أسلوب البرمجة الخطية ثابت STATIC غير حركى لا يبحث فى أثر النتائج فى فترة معينة على الفترات الأخرى، هذا إلى جانب فرض هامش ربح ثابت كل ذلك ضمن اطار مفاهيم أساسية ومجموعة مصطلحات بفضل الالمام بها والاتفاق على مضمونها بصورة واضحة وهى:

البرمجة الخطية

طريقة لتحديد برنامج مثالى لمجموعة أنشطة متداخلة فى ضوء مجموعة موارد محدودة متاحة للادارة خلال فترة زمنية محددة.

الخطية

تعنى وجود تناسب طردى بين أحد المتغيرات التابعة ومتغير أو أكثر من المتغيرات المستقلة.

البرنامج

خطة تغطى فترة زمنية معينة، ومن أمثلة البرامج: التشكيلة السلعية، جدول انتاجى، قنوات اعلان.

البرنامج المثالى

عبارة عن برنامج يستطيع تعظيم MAXIMIZATION أو تقليل لأدنى حد MININIZATION معيار أو مقياس معين للكفاءة مثل الأرباح أو التكاليف.

البرمجة

طريقة أو مجموعة اجراءات منظمة عن طريقها يمكن وضع أو تصميم برنامج أو خطة معينة.

والبرمجة تتكون من سلسلة من الارشادات وقواعد الحساب لحل مشكلة يمكن تنفيذها يدويا أو باستخدام الكمبيوتر.

النشاط

عبارة عن سلعة أو خدمة مشروع يتنافس مع غيره فى الحصول على موارد محدودة.

نموذج مشكلة البرمجة الخطية

يتكون النموذج من ثلاثة أجزاء رئيسية:

أ ـ دالة الهدف.

ب ـ مجموع قيود هيكلية تتعلق بالموارد.

جـ ـ قيود عدم سلبية المتغيرات.

أ ـ دالة الهدف:

فى أى مشكلة للبرمجة الخطية تقوم الادارة بتحديد هدف قابل للقياس أو معيار للكفاءة على أساسه يمكن البحث عن البرنامج المثالى. ويتم عادة ترجمة هذا الهدف فى شكل كمى ويصبح دالة الهدف للمشكلة. وفرض الخطية يشير الى ضرورة أن تكون هذه الدالة خطية.

والمشكلة التى نحن بصددها هى تحقيق احتياجات المكتبة من كتب عربية ومراجع فى ظل موارد مالية محدودة بأقل تكلفة ممكنة، ويستخدم نموذج البرمجة الخطية لتحقيق هذا الهدف.

ان تطبيق النموذج على قسم ما بأحد كليات جامعة القاهرة، وبفرض أن المخصص من الميزانية لشراء كتب عربية ومراجع أجنبية لعام ١٩٩٥/٩٤ هو مبلغ ١٢٠٠ جنيه مصرى وطلب رئيس القسم استشارة أساتذة القسم، وبيان من المكتبة بالكتب والمراجع المطلوب توفيرها فى ظل الميزانية المخصصة وكان البيان كما يلى:

البيان	س١ مرجع أجنبى X_1	س٢ مرجع أجنبى X_2	س٣ مرجع أجنبى X_3	الموارد المتاحة
١	١	٢	٤	١٠٠٠
٢	٢	١	٣	٩٥٠
٣	١	١	٥	٩٦٠
٤	١	-	٦	٩٤٠
ثمن شراء الكتاب	٥٠ جنيه	٣٠ جنيه	١٠ جنيه فى المتوسط	

وتهدف الادارة تحقيق الاحتياجات من الكتب العربية والمراجع الأجنبية بأقل تكلفة ممكنة.

دالة الهدف

Minimze Z = 50 (X1) + 30 (X2) + 10 (X3)

فى ظل عدد من القيود وهى:

١ ـ شراء عدد من المرجع (س١) وعدد من المرجع (س٢) وعدد من الكتب العربية (س٣) بنسبة ١ : ٢ : ٤ على التوالى وبشرط الا يزيد المبلغ عن ١٠٠٠ جنيه.

٢ ـ شراء عدد من المرجع (س١) وعدد من المرجع (س٢) وعدد من الكتب العربية (س٣) بنسبة ٢ : ١ : ٣ بشرط الا يزيد المبلغ عن ٩٥٠ جنيه (شرط الادارة).

٣ ـ شراء عدد من المرجع (س١) وعدد من المرجع (س٢) وعدد من العربية (س٣) بنسبة ١ : ١ : ٥ بشرط الا يزيد المبلغ عن ٩٦٠ جنيه (شرط الادارة).

٤ ـ شراء عدد من المرجع (س١) وعدد من الكتب العربية (س٣) بنسبة ١ : ٦ بشرط الا يزيد المبلغ عن ٩٤٠ جنيه (شرط الادارة).

ويتم ترجمة هذه القيود الى متباينات كالآتى:

دالة الهدف:

Minimze Z = 50 X1 + 30 X2 + 10 X3

S.T

١٠٠٠ ≥ X1 + 2 X2 + 4 X3

٩٥٠ ≥ 2 X1 + X2 + 3 X3

٩٦٠ ≥ X1 + X2 + 5 X3

٩٤٠ ≥ X1 + + 6 X3

where (i = 1,2,3) , Xi ≥ ٣

وباستخدام طريقة الـ SIMPLEX METHOD يمكن الوصول الى الحل الامثل للمشكلة وتوفير احتياجات المكتبة بأقل تكلفة ممكنة، وبالمثل يمكن تطبيق النموذج على كل الاقسام بالكلية لتوفير احتياجات كل قسم من مراجع اجنبية وكتب عربية بأقل تكلفة ممكنة، والبرنامج المستخدم لحل المشكلة هو SIMPLEX PROGRAM يمكن اعداده وكتابته كما يمكن شراؤه كبرنامج جاهز.

استخدام نماذج صفوف الانتظار

تعالج صفوف الانتظار حقائق واقعية ومشاكل شائعة فى كثير من منشآت الأعمال فى غالبية المؤسسات الحكومية، ويتناول النموذج تحليل طبيعة مشاكل صفوف الانتظار والعناصر الأساسية لنظم صفوفو الانتظار ثم يعرض النماذة الرياضية لبعض مشاكل صفوف الانتظار.

طبيعة مشاكل صفوف الانتظار

يتلخص النموذج العام لمشاكل صفوف الانتظار WAITING LINES فى أن عددا من العملاء (أفراد ـ سيارات ـ آلات ـ مستعير كتاب... الخ) يرغب فى الحصول على خدمة (استعارة كتاب... الخ) لو كانت المراكز التى تقدم هذه الخدمات خالية عند وصول العملاء لاستطاع كل عميل أن يحصل على ما يحتاجه من خدمة دون تأخير أو انتظار. أما

اذا كانت مراكز الخدمة مشغولة عند وصول بعض العملاء فان هؤلاء العملاء، اذا أرادوا الحصول على الخدمة، أن ينتظموا فى صفوف لانتظار دورهم. وقد يطول الانتظار قبل حصولهم على الخدمة المطلوبة.

ويمكن أن نميز بين ثلاث مواقف فيما يتعلق بعلاقة العملاء بمراكز الخدمة:

النوع الأول: من المواقف نجد فيه تطابق تام بين معدلات وصول العملاء وحجم الخدمات المطلوبة وبين امكانيات وطاقات مراكز الخدمات. وفى هذه المواقف لا نجد مشاكل انتظار.

النوع الثانى: أن معدل وصول العملاء أكبر من معدل تقديم الخدمة، وبالتالى تنشأ صفوف الانتظار التى ينتظم فيها العملاء انتظارا للحصول على الخدمة.

النوع الثالث: من المواقف نجد فيه. ولو فى بعض الأوقات. أن معدل وصول العملاء أقل من معدل تقديم الخدمة، وبالتالى تبقى وسائل ومراكز الخدمة عاطلة فى انتظار قدوم العملاء.

وتنشأ مشاكل صفوف الانتظار فى النوعين الأخيرين من المواقف حيث لا يكون هناك تطابق تام بين وصول العملاء وحاجاتهم الى الخدمة وبين إمكانيات وطاقات مراكز الخدمة. ونجد من أهم أسباب عدم امكانية تحقيق هذا التطابق ما يلى:

١ ـ صعوبة التنبؤ فى كثير من الأحوال بمعدلات وصول العملاء ٠وأوقات الخدمة.

٢ ـ صعوبة التوفيق بين تكاليف وقت الانتظار العملاء، التى تزيد بانخفاض مستوى وعدد مراكز الخدمة، وبين تكاليف أداء الخدمة التى تقل مع انخفاض مستوى الخدمة وتقليل عدد المراكز. أى أن تكاليف أداء الخدمة تتحرك فى اتجاه عكسى لتكاليف انتظار العملاء. وزيادة الامكانيات أو عدد مراكز الخدمة يؤدى بلا شك إلى تقصير وقت الانتظار. بل وقد يمنع الانتظار نهائيا. ولكن ذلك سيكون على حساب ارتفاع فى تكاليف الخدمة لدرجة قد لا تستطيع الجهة تحملها، من ناحية أخرى فانه يمكن تقليل تكاليف مراكز الخدمات الى أدنى مستوى، ولكن ذلك سيكون على حساب العملاء، وخصوصا هؤلاء المضطرين الى الانتظار فترات طويلة للحصول على الخدمة وربما لا تعانى مكتباتنا من صفوف الانتظار حاليا وندعو أن تزداد هذه الصفوف.

العناصر الأساسية لنظام صفوف الانتظار

يتكون الاطار العام لنظام صفوف الانتظار من أربع عناصر أساسية:

١ ـ مصدر مدخلات INPUT SOURCE: يتولد من هذا المصدر عملاء النظام.

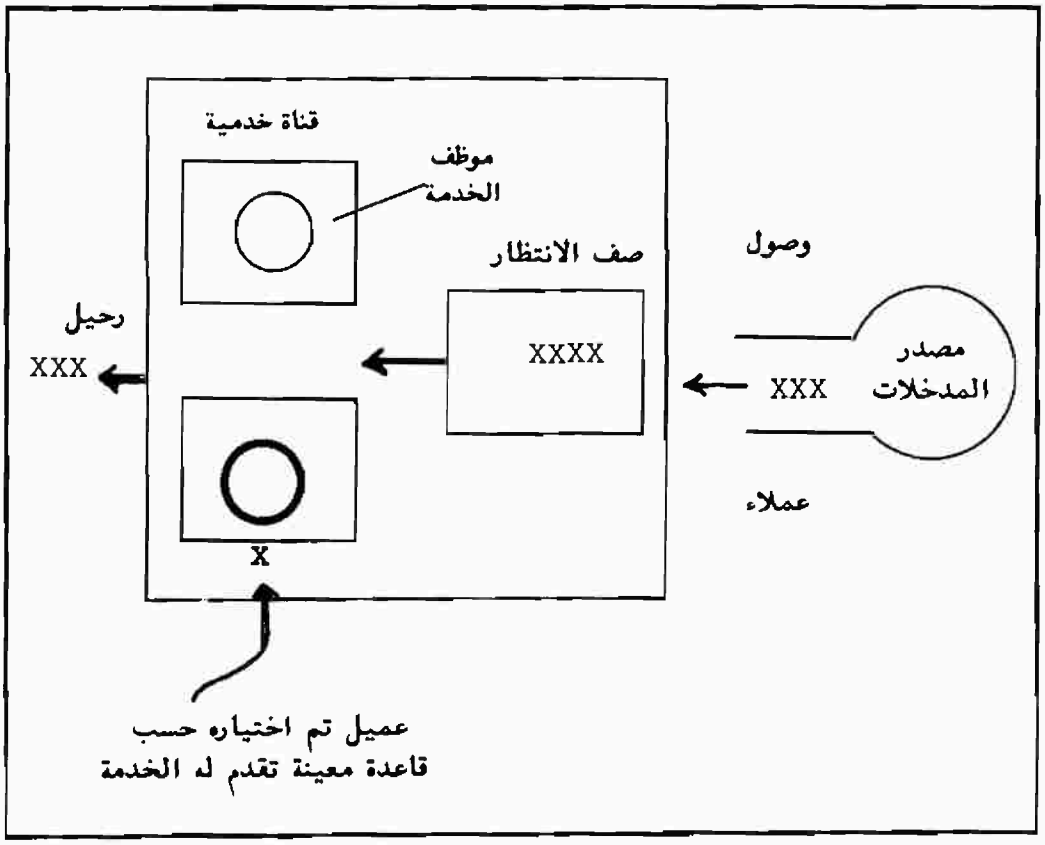
٢ ـ نظام خدمةSERVICE SYSTEM : يتكون هذا النظام من مجموعة مراكز أو قنوات خدمة.

٣ ـ صف انتظار OR QUEUE WALTING LINE: يتكون من عدد من العملاء منتظرى الخدمة.

على أساس هذه القاعدة يتم اختيار العملاء الذين تقدم لهم الخدمة، ويوضح الاطار العام لنظام صفوف الانتظار والعلاقة بين العناصر الأربعة الأساسية. ونتناول خصائص كل عنصر من العناصر الأربعة كما يلى:

أولا: مصدر المدخلات

أحيانا يطلق على مصدر المدخلات لفظ مجتمع العملاء طالبى الخدمة CALLING POPULATION ونناقش فيما يلى أهم خصائص مصدر المدخلات:



الشكل عن كتاب بحوث العمليات للدكتور أحمد فؤاد عبد الخالق (١٩٨٣)

الاطار العام لنظام صفوف الانتظار

ـ حجم المصدر أو المجتمع طالب الخدمة وعدد الذين يرغبون فى الحصول على الخدمة ومدى تحملهم الانتظار.

ـ صفات العملاء فيما يتعلق بمدى تحملهم الانتظار.

حجم المصدر أو المجتمع

أما أن يكون حجم المصدر:

أ ـ محدداً FINITE .

ب ـ أو غير محدد INFINITE .

يكون المجتمع محدداً لو أن عدد العملاء فى صف الانتظار مضافا اليهم العملاء فى نظام الخدمة يمثلون نسبة كبيرة من العدد الكلى الذى يمكن أن يطلب الخدمة. مثلا فى نظام الصيانة قد يكون مجموع الآلات فى صف الانتظار والآلات التى يتم اصلاحها تمثل ٤٠٪ من العدد الكلى للآلات فى المصنع. فى هذه الحالة يكون المصدر أو المجتمع محدداً.

ويلاحظ أن غالبية مجتمعات نظم صفوف الانتظار تكون غير محددة مثل مجتمع نظام الخدمة البريدية، مجتمع خدمة السيارات، أو مجتمع الخدمة الطبية. فى كل هذه النظم يكون عدد العملاء فى النظام نسبة ضئيلة من المجتمع الكلى.

ولعل من ابرز المؤثرات على صفوف الانتظار هو معرفة قدرة العملاء ورغبتهم فى الانضمام الى صف الانتظار، ومدى تحملهم البقاء فى صف الانتظار وعدم مغادرته حتى يتم حصولهم على الخدمة. ولا شك أن معرفة هذه الصفات لها تأثير على تحديد التغير فى طول صف الانتظار من وقت لآخر.

بعض العملاء لا يستطيع الانضمام الى صف الانتظار، نوع آخر من العملاء ينضم إلى صف الانتظار ولكن ينسحب بعد فترة وقبل حصوله على الخدمة، أما الذى ينضم إلى صف الانتظار بمجرد وصوله ويبقى فى الصف حتى يحصل على الخدمة.

أن أحد الأسباب الرئيسية لمشاكل صفوف الانتظار عدم انتظام وصول العملاء طالبى الخدمة، أى أن وصول العملاء فى غالبية النظم عشوائى وليس ثابتا. أحيانا عدد كبير من العملاء يصل الى النظام مرة واحدة، وأحيانا أخرى تبقى مراكز الخدمة عاطلة لفترة طويلة لعدم وصول عملاء. إذن الخطوة الأولى فى تقييم نظام صفوف الانتظار هى فحص أنماط وصول العملاء؟ وذلك بدراسات احصائية لا سبيل للتعرض لها هنا.

تطبيق صفوف الإنتظار على المكتبات

لا بد من تحديد:

١ ـ أن يكون نمط الوصول عشوائيا.

٢ ـ عدم تأثر أحتمال الوصول فى أى فترة بتاريخ معدلات الوصول السابقة.

٣ ـ يكون احتمال الوصول لفترات الوقت الصغيرة جدا متناسباً مع طول الفترة.

تستخدم لاعادة توزيع الموارد (الكتب) التوزيع الامثل وهناك نماذج عديدة لنماذج الانتظار منها:

M/M1 M/M/ M/M/C/ M/M/1/N M/M/C/N

وغيرها من النماذج.

تحديد المشكلة

١ ـ شغل حيز كبير من المكتبة بعض الكتب الغير مطلوبة.

٢ ـ بعض المراجع المطلوبة (غير موجودة أو نقص فى عدد نسخها).

٣ ـ تفاوت كبير بين معدلات انتظار خدمة بين التصنيفات المختلفة.

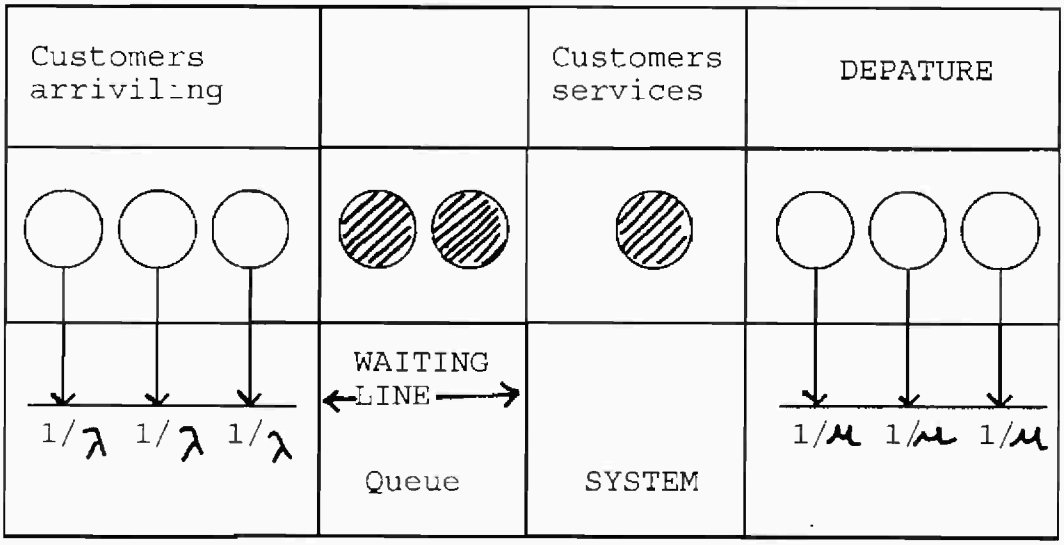
لذا تم البحث فى ايجاد حل لهذه المشاكل وامكن استخدام «نماذج صفوف الانتظار» لحلها، وتم التطبيق على التصنيفات الخاصة بقسم الاحصاء والتى تنقسم الى اقسام فرعية:

(احصاء وصفى ـ احصاء تحليلى ـ احصاء رياضى) ويندرج تحت كل تقسيمة فرعية عدد من النسخ.

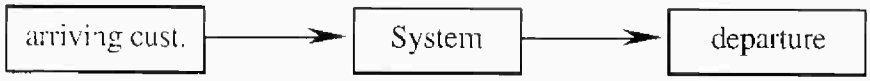
مثال:

عدد الكتب الموجودة بالرف (طابور انتظار خدمة اطلاع أو اعارة) ٥ كتب.

لا بد من ايضاح فكرة عمل نموذج الانتظار ثم تطبيقه على المثال. فيما يوضحه الشكل التالى:



ويمكن التعرف على مكونات نموذج وخصائصه:



1 - Input (arrival).
2 - Output (departure).
3 - Querring deseriline.
F C F S
L C F S
S I R O
1 - System capacity.
2 - No of service channels.

الهدف من استخدام صفوف الإنتظار

هو استخراج بيانات عن العلاقة بين المستعير (طالب الخدمة) والخدمة المؤداه له من المكتبة، وتتلخص فى:

١ ـ معدل وصول المستعير (طالب الخدمة).

٢ ـ معدل الخدمة بالمكتبة.

٣ ـ وقت الخدمة.

٤ ـ طول طابور طالبى الخدمة.

٥ ـ متوسط وقت الانتظار لتحقيق الخدمة.

وناتج التقرير أو البيان يفيد الادارة فى معرفة هل الخدمة جيدة أم أن هناك تقصيراً وطوابير انتظار على بعض الكتب وعلاجها.

* إما شراء كتب (زيادة عدد نسخ الكتاب).

* أو اعادة النظر فى مدة الاعارة (وقت الخدمة).

وبهذا يمكن اعادة توزيع مورد المكتبة بتطبيق ذلك على موارد المكتبة.

التطبيق على المثال:

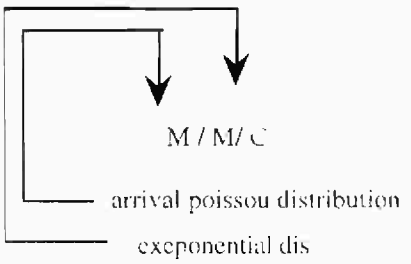
١ ـ لقد كان المثال أن عدد الكتب الموجودة بالرف «٥» كتب.

٢ ـ معلوم أن وقت خدمة الكتاب محدد من الادارة لمدة ١٥ يوماً.

٣ ـ وبمتابعة نشاط المكتبة فى مجال الاستعارة لكتب الاحصاء الوصفى فى الفترة بين ١٢/١٠ إلى ١٢/٢٨ تبين الآتى:

أ ـ تم استعارة الكتاب أيام «١٠، ١٥، ١٨، ٢١، ٢١».

ب ـ تم وصول عدد (٨) طالبى استعارة أيام «١٠، ١٥، ١٨، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٥، ٢٦».



λ: معدل الوصول

μ: معدل الخدمة

حساب معدل وصول طالب الاستعارة:

Expected time of interarrival

$= (5 + 3 + 5 + 3) / 4$

$= ١٦ / ١٩$

معدل الوصول λ (Arrival rate) $= 19 / 16$

معدل الخدمة μ (service date) $= 19 / 11$

يمكن حساب الآتى بعد معرفة الوصول ومعدل الخدمة:

١ ـ يمكن حساب $= \frac{\lambda}{\mu}$

٢ ـ القيمة المتوسطة لعدد طالبى الخدمة والمنتظرين(LQ) :

$LQ = \lambda / m (u - l)$

فرق وقت الخروج لاثنين متتاليين	تاريخ الخروج	فرق وقت الوصول لاثنين متتاليين	تاريخ الوصول
صفر	١٢/١٠	صفر	١٢/١٠
٥	١٢/١٥	٥	١٢/١٥
	١٢/١٨	٣	١٢/١٨
٣	١٢/٢١	٣	١٢/٢١
صفر	١٢/٢١	صفر	١٢/٢١
		٤	١٢/٢٥
		صفر	١٢/٢٥
		١	١٢/٢٦

٣ ـ القيمة المتوسطة لوقت الانتظار فى الطابور(WQ) :

$$WQ = \frac{١}{\mu - \lambda}$$

والبرنامج المستخدم لحل المشكلة هو يمكن عمله وايضا يمكن توفيره كبرنامج جاهز.

وبالمثل يمكن تطبيق النموذج على كل قسم فرعى بالقسم كل فترة زمنية معينة، واخراج تقرير تجميعى يوضح به البيانات الآتية:

اسم الكتاب المرجع	متوسط وقت الخدمة	معدل الوصول لطلب الخدمة	معدل الخدمة	متوسط وقت الانتظار	طول طابور الاخطار
كتاب أ					
كتاب ب					
مرجع أ					
مرجع ب					
مرجع ج					

وأيضا يمكن التطبيق على كل الاقسام المختلفة واستخراج تقرير تجميعى مبين به البيان السابق، والهدف من هذه البيانات تحقيق الآتى:

١ ـ التعرف على الكتب والمراجع المطلوب تزويدها للمكتبة.

٢ ـ تقليل نسخ بعض الكتب والتى تشغيل حيزاً دون طلب عليها.

٣ ـ توفير احتياجات الباحثين واعضاء هيئة التدريس والاعضاء المشتركين من المراجع.