

## معالجة بعض مشكلات المكتبات باستخدام بعض نماذج العمليات

### إعداد:

أ. د. محمد نبهان سويلم

كلية الهندسة - جامعة عين شمس

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

وقبل شرح نموذج البرمجة الخطية الذي يساعدنا في حل مشكلة تزويد المكتبات بحل أمثل نجد أنه لزاماً مناقشة الفروض الرئيسية التي يعتمد عليها هذا الأسلوب.

يفترض في أسلوب البرمجة الخطية أن الإدارة في 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 للاحتتمالات في هذا النموذج، كما يفترض في كل العلاقات القائمة بين متغيرات المشكلة أنها خطية. وهذا الفرض له فائدته العملية في هذا الأسلوب، حيث يقترب من الواقع في كثير من المشاكل، كما لا يسمح في أسلوب البرمجة الخطية أن تأخذ المتغيرات قيماً سالبة لأن جميع المتغيرات إما تأخذ قيماً موجبة أو مساوية

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

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

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

٣ - اختيار تشكيلة مثلى من الاستثمارات في الأسهم والسندات لمحفظه الأوراق المالية.

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 في الحصول على موارد محدودة.

### نموذج مشكلة البرمجة الخطية

يتكون النموذج من ثلاثة أجزاء رئيسية:

أ - دالة الهدف.

ب - مجموع قيود هيكلية تتعلق بالموارد.

ج - قيود عدم سلبية المتغيرات.

### أ - دالة الهدف:

في 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 كمي ويصبح دالة الهدف للمشكلة. وفرض الخطية يشير الى ضرورة أن تكون هذه الدالة خطية.

والمشكلة التى نحن بصددنا 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، ويفرض 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:

للصفر، ويتعامل أسلوب البرمجة الخطية مع متغيرات لها قيم مستمرة وهذا يعنى أنه يسمح للمتغيرات أن تأخذ قيمة 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 الامام 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.

### دالة الهدف:

$$\text{Minimize } Z = 50 X_1 + 30 X_2 + 10 X_3$$

S.T

$$1000 \geq 2 X_1 + 2 X_2 + 4 X_3$$

$$950 \geq 2 X_1 + X_2 + 3 X_3$$

$$960 \geq 2 X_1 + X_2 + 5 X_3$$

$$940 \geq 2 X_1 + \quad + 6 X_3$$

$$\text{where } (i = 1,2,3) \geq 0 \text{ } X_i$$

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 في كثير من منشآت الأعمال في غالبية المؤسسات الحكومية، ويتناول النموذج تحليل طبيعة مشاكل صفوف الانتظار والعناصر الأساسية لنظم صفوف الانتظار ثم يعرض النماذج الرياضية لبعض مشاكل صفوف الانتظار.

### طبيعة مشاكل صفوف الانتظار

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

البيان	س١ مرجع أجنبي $X_1$	س٢ مرجع أجنبي $X_2$	س٣ مرجع أجنبي $X_3$	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 جنية	٣٠ جنية	١٠ جنية في المتوسط	

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

### دالة الهدف

$$\text{Minimize } Z = 50 (X_1) + 30 (X_2) + 10 (X_3)$$

في ظل عدد من القيود وهي:

١ - شراء عدد من المراجع (س١) وعدد من المراجع (س٢) وعدد من الكتب العربية (س٣) بنسبة ١ : ٢ : ٤ على التوالي وبشرط الا يزيد المبلغ عن ١٠٠٠ جنية.

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

٣ - شراء عدد من المراجع (س١) وعدد من المراجع (س٢) وعدد من الكتب العربية (س٣) بنسبة ١ : ١ : ٥ بشرط الا يزيد المبلغ عن ٩٦٠ جنية (شرط الادارة).

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

ويتم ترجمة هذه القيود الى متباينات كالتالي:

إذا كانت مراكز الخدمة مشغولة عند وصول بعض العملاء فإن هؤلاء العملاء، إذا أرادوا الحصول على الخدمة، أن ينتظروا في 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. وفي هذه المواقف لا نجد مشاكل انتظار.

**النوع الثاني:** أن معدل وصول العملاء أكبر من معدل تقديم الخدمة، وبالتالي تنشأ صفوف الانتظار التي ينتظم فيها العملاء انتظاراً للحصول على الخدمة.

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

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

١ - صعوبة التنبؤ في كثير من الأحوال بمعدلات وصول العملاء وأوقات الخدمة.

٢ - صعوبة التوفيق بين تكاليف وقت الانتظار للعملاء، التي تزيد بانخفاض مستوى وعدد مراكز الخدمة، وبين تكاليف أداء الخدمة التي تقل مع انخفاض مستوى الخدمة وتقليل عدد المراكز. أي

أن تكاليف أداء الخدمة تتحرك في اتجاه عكسي لتكاليف انتظار العملاء. وزيادة الامكانيات أو عدد مراكز الخدمة يؤدي بلا شك إلى تقصير وقت الانتظار. بل وقد يمنع الانتظار نهائياً. ولكن ذلك سيكون على حساب ارتفاع في تكاليف الخدمة لدرجة قد لا تستطيع الجهة تحملها، من ناحية أخرى فإنه يمكن تقليل تكاليف مراكز الخدمات إلى أدنى مستوى، ولكن ذلك سيكون على حساب العملاء، وخصوصاً هؤلاء المضطرين إلى الانتظار فترات طويلة للحصول على الخدمة وربما لا تعاني مكتبنا من صفوف الانتظار حالياً وندعو أن تزداد هذه الصفوف.

### العناصر الأساسية لنظام صفوف الانتظار

يتكون الاطار العام لنظام صفوف الانتظار من أربع عناصر أساسية:

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

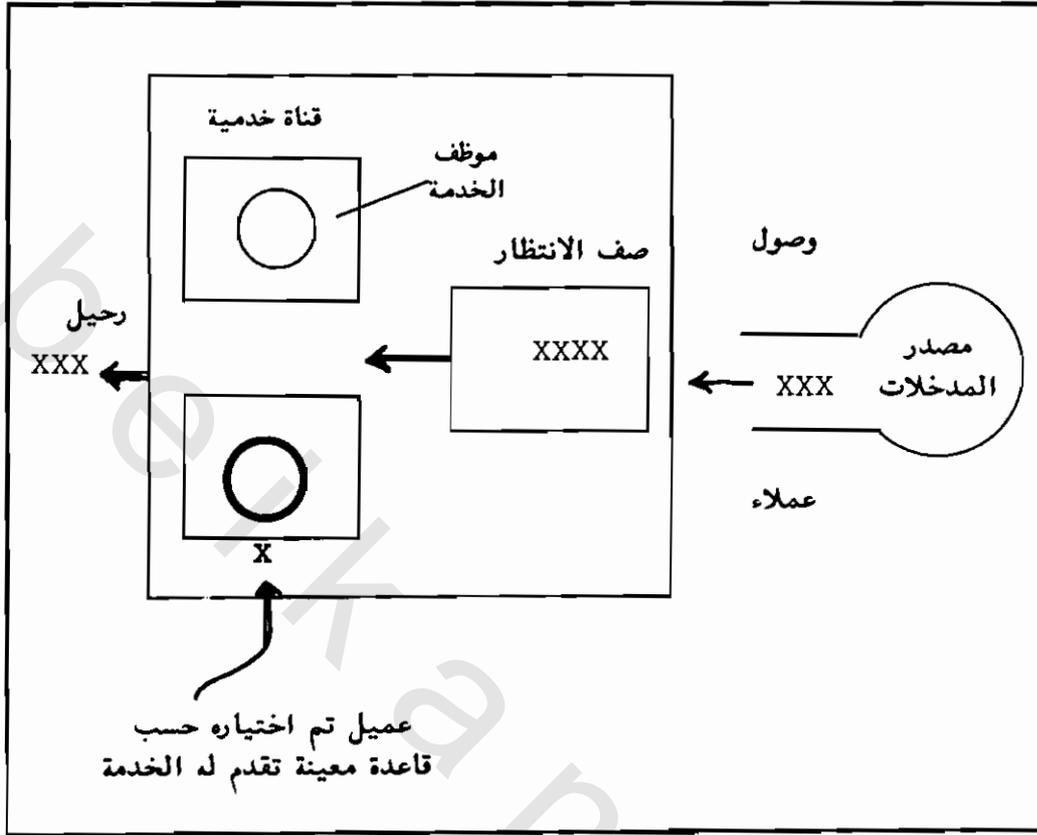
٢ - نظام خدمة SERVICE SYSTEM : يتكون هذا النظام من مجموعة مراكز أو قنات خدمة.

٣ - صف انتظار OR QUEUE WALTING LINE : يتكون من عدد من العملاء منتظري الخدمة.

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

### أولاً: مصدر المدخلات

أحياناً يطلق على مصدر المدخلات لفظ مجتمع العملاء طالبي الخدمة CALLING POPULATION ونناقش فيما يلي أهم خصائص مصدر المدخلات:



الشكل عن كتاب بحوث العمليات للدكتور أحمد فؤاد عبد الخالق (١٩٨٣)  
الاطار العام لنظام صفوف الانتظار

الخدمة يمثلون نسبة كبيرة من العدد الكلى الذى يمكن أن يطلب الخدمة. مثلاً 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 محددًا.

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.

- حجم المصدر أو المجتمع طالب الخدمة وعدد الذين يرغبون فى الحصول على الخدمة ومدى تحملهم الانتظار.  
- صفات العملاء فيما يتعلق بمدى تحملهم الانتظار.

### حجم المصدر أو المجتمع

أما أن يكون حجم المصدر:  
أ- محددًا FINITE .  
ب- أو غير محددًا INFINITE .

يكون المجتمع محددًا لو أن عدد العملاء فى صف الانتظار مضافاً اليهم العملاء فى نظام

٣ - يكون احتمال الوصول لفترات الوقت الصغيرة جداً متناسباً مع طول الفترة.

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

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

وغيرها من النماذج.

### تحديد المشكلة

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

٢ - بعض المراجع المطلوبة (غير موجودة أو نقص في عدد نسخها).

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

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

(احصاء وصفى - احصاء تحليلي - احصاء رياضى) ويندرج تحت كل تقسيمة فرعية عدد من النسخ.

مثال:

عدد الكتب الموجودة بالرّف (طابور انتظار خدمة اطلاق أو اعارة) ٥ كتب.

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

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 التغيير 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.

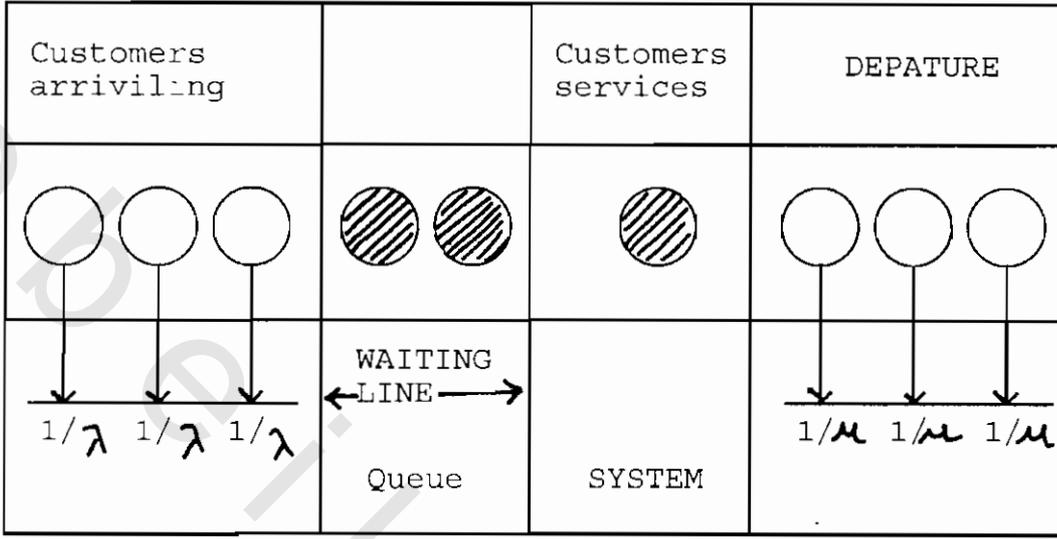
أن أحد الأسباب الرئيسية لمشاكل صفوف الانتظار عدم انتظام وصول العملاء طالبي الخدمة، أى أن وصول العملاء فى غالبية النظم عشوائى وليس ثابتا. أحيانا عدد كبير من العملاء يصل الى النظام مرة واحدة، وأحيانا أخرى تبقى مراكز الخدمة عاطلة لفترة طويلة لعدم وصول عملاء. إذن الخطوة الأولى فى تقييم نظام صفوف الانتظار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

### تطبيق صفوف الانتظار على المكتبات

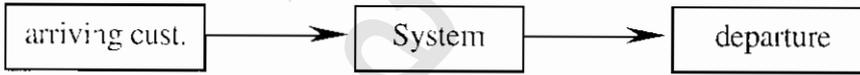
لا بد من تحديد:

١ - أن يكون نمط الوصول عشوائيا.

٢ - عدم تأثر احتمال الوصول فى أى فترة بتاريخ معدلات الوصول السابقة.



ويستعمل معرف على محور نموذج وخصائصه:



- 1 - Input (arrival).
- 2 - Output (departure).
- 3 - Querring deserialine.

FCFS

LCFS

SIRO

1 - System capacity.

2 - No of service channels.

ونائج التقرير أو البيان يفيد الإدارة في معرفة هل الخدمة جيدة أم أن هناك تقصيراً وطواير انتظار على بعض الكتب وعلاجها.

\* إما شراء كتب (زيادة عدد نسخ الكتاب).

\* أو إعادة النظر في مدة الاعارة (وقت الخدمة).

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

### الهدف من استخدام صفوف الانتظار

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

- ١ - معدل وصول المستعير (طالب الخدمة).
- ٢ - معدل الخدمة بالمكتبة.
- ٣ - وقت الخدمة.
- ٤ - طول طابور طالبي الخدمة.
- ٥ - متوسط وقت الانتظار لتحقيق الخدمة.

## التطبيق على المثال:

- ١ - لقد كان المثال أن عدد الكتب الموجودة بالرف «٥» كتب.
- ٢ - معلوم أن وقت خدمة الكتاب محدد من الادارة لمدة ١٥ يوماً.
- ٣ - وبمتابعة نشاط المكتبة في مجال الاستعارة لكتب الاحصاء الوصفى في الفترة بين ١٢/١٠ إلى ١٢/٢٨ تبين الآتي:  
أ - تم استعارة الكتاب أيام «١٠، ١٥، ١٨، ٢١، ٢١».
- ب - تم وصول عدد (٨) طالبي استعارة أيام «١٠، ١٥، ١٨، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٥، ٢٦».

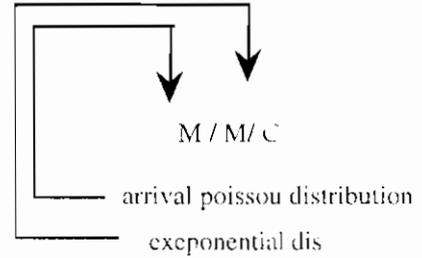
تاريخ الوصول	تاريخ الخروج	فرق وقت الوصول لائنين متتاليين	فرق وقت الخروج لائنين متتاليين
١٢/١٠	١٢/١٠	صفر	صفر
١٢/١٥	١٢/١٥	٥	٥
١٢/١٨	١٢/١٨	٣	٣
١٢/٢١	١٢/٢١	٣	٣
١٢/٢١	١٢/٢١	صفر	صفر
١٢/٢٥		٤	
١٢/٢٥		صفر	
١٢/٢٦		١	

٣ - القيمة المتوسطة لوقت الانتظار في الطابور (WQ):

$$WQ = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

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 تجميعي يوضح به البيانات الآتية:

اسم الكتاب العرجع	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					



$\lambda$ : معدل الوصول

$\mu$ : معدل الخدمة

## حساب معدل وصول طالب الاستعارة:

Expected time of interarrival

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

$$19 / 16 =$$

$$= 19 / 16 \text{ (Arrival rate) } \lambda$$

$$= 19 / 11 \text{ (service date) } \mu$$

يمكن حساب الآتي بعد معرفة الوصول ومعدل الخدمة:

$$1 - \frac{\lambda}{\mu} = \text{حساب}$$

٢ - القيمة المتوسطة لعدد طالبي الخدمة والمنتظرين (LQ):

$$LQ = \lambda (u - 1) / m$$

٢ - تقليل نسخ بعض الكتب والتي تشغيل  
حيزاً دون طلب عليها.

٣ - توفير احتياجات الباحثين واطباء هيئة  
التدريس والاطباء المشتركين من المراجع.

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

١ - التعرف على الكتب والمراجع المطلوب  
تزويدها للمكتبة.

