تطبيق أساليب صفوف الانتظار

دراسة ميدانية في مديرية تقاعد البصرة

د. راضي عبد الله علي (*)

عروبة رشيد البدران(**)

المقدمة

إن الانتظار مشكلة نراها دائما في حياتنا اليومية الاعتيادية حيث نرى الناس على شكل صف منتظم أمام الأسواق المركزية وفي بعض دوائر الدولة الخدمية ، كما نشاهد الازدحام عند الاضوية المرورية بالشوارع العامة ...الخ ، وكل هذه الحالات وغيرها تؤدي إلى مشكلة الانتظار التي تبرز أهميتها من خلال التكاليف الناجمة عن الانتظار والتشغيل .

لقد نشأت نظرية صفوف الانتظار الارتال Queuing Theory من نظرية خطوط الهاتف ، وقد قام بتطوير هذه النظرية ايرانج A. K. Erlang بين عام 1929-1978 ، واستخدم هذه النظرية في الكثير من المشكلات ذات التوزيع الطبيعي الإحصائي وخاصة التي تنشأ بسبب وجود نقاط اختناق ينشا عنها خط انتظار ، وتهتم نظرية صفوف الانتظار بعمليات تتميز بالوصول العشوائي أي ان الوصول يكون على فواصل زمنية عشوائية كذلك خدمة العميل هي عشوائية أيضا.

مشكلة البحث

افترض الباحثان ان هنالك اختناقا في عملية انجاز المعاملة التقاعدية للمتقاعدين في مديرية تقاعد البصرة ، مما ينتج عنه وجود صف طويل الانتظار .

فرضية البحث

إن تغير قنوات أو منافذ الخدمة سيؤدي إلى تخفيف الاختناقات

(*) باحث في إدارة الاعمال.

(**) مدرس ادارة الاعمال المساعد/ جامعة البصرة / كلية الإدارة والاقتصاد/ قسم إدارة الاعمال.

هدف البحث

يهدف البحث إلى حل مشكلة الاختناقات والوصول إلى العدد الأمثل ، من القنوات التي تؤدي الخدمة في مديرية تقاعد البصرة ،بالشكل الذي يغطي حاجة المحافظة .

عينة البحث

لقد قام الباحثان بتسجيل عدد الواصلين إلى المديرية خلال ساعات الدوام الرسمي من كل يوم أثناء فترة الدراسة وقد تم تقسيم الساعة إلى نصفين حيث تم احتساب عدد الواصلين خلال كل نصف ساعة كذلك عدد الذين تم خدمتهم في هذا الوقت.

وقد تم البحث او الدراسة في قسم التخصيص في مديرية التقاعد لحافظة البصرة حيث هنالك ثلاث قنوات لانجاز المعاملات التقاعدية للمواطنين في هذا القسم ، وقد تم اخذ البيانات للفترة من 11/25 ولغاية 1998/12/13 ولمدة أسبوعان وبصورة عشوائية حيث اختيرت هذه الفترة لكي تكون البيانات واضحة تغطي نهاية الشهر وبدايته حتى منتصفة .

لقد تم تسجيل التكرارات الفعلية خلال فترة الدراسة ومن ثم استخرجت التكرارات النظرية وقت وصول المراجع إلى القسم المذكور ،، وتم تطبيق كاي تربيع لاختيار توزيع وقت الوصول والخدمة ومطابقته لأي من التوزيعات الإحصائية وللتوصل إلى اختبار كأي تربيع يجب الحصول على التكرار النظري عن طريق المعادلة التالية :-

مجموع التكرار الفعلي = $$Pn = \left[\frac{d^{(n)} e^{-\lambda}}{n!} \right]$$

على إن يكون مجموع جدول التكرار = مجموع جدول التكرار الفعلي وبعدها يتم طرح التكرار النظري من التكرار الفعلي ثم يتم تربيع ناتج الطرح ومن ثم يتم قسمة المربع على التكرار النظري ومجموع هذا العمود يجب مقارنته مع جدول الاحتمال بعد استخراج درجات الحرية والتي تساوي عدد الفئات- عدد المعالم حيث يجب ان يكون مجموع العمود إما اقل أو يساوي الاحتمال لكي يكون توزيع الوصول إلى الخدمة يتبع توزيع بواسون . والجداول التالية تبين التوزيعات الفعلية والنظرية لمعدل الوصول والخدمة لكل قناة .

أولا: التوزيع الفعلي والنظري واختيار كاي تربيع لمعدلات الوصول.

جدول رقم (1) يمثل القناة (8)

فئات الوصول	التكرار الفعلي Fa	التكرار النظري Fe	الفرق Fa - Fe	$(Fa-Fe)^2$	$(Fa - Fe)^2$
0	47	45	+2	4	0.08
1	60	56	+4	16	0.2
2	27	34	−7	49	1.4
3	12	14	−2	4	0.2
4	7	4	+3	9	2.2
5	2	1	+1	1	1
6	1	2	−1	1	0.5
المجموع	156	156	0.00		5.58

$$\text{معدل الوصول} = \frac{\text{مج (الفئة} \times \text{التكرار)}}{\text{مج التكرار الفعلي}} = \frac{194}{156} = 1.243$$

وعند مقارنة المجموع في الحقل الأخير مع جدول كآي تربيع لنسبة الخطاء 5% ودرجة حرية = 6 حيث (6=7−1) نجد إن القيمة ألجدوليه تساوي (12.592) وهي اكبر من (5.58) وهذا يعني إن توزيع معدلات الوصول تتبع توزيع بواسون حيث تم استخراج التكرار النظري على أساس توزيع بواسون.

جدول رقم (2) يمثل القناة الثانية (3)

فئات عدد الوصول	التكرار الفعلي Fa	التكرار النظري Fe	الفرق Fa-Fe	$(Fa-Fe)^2$	$\frac{(Fa-Fe)^2}{Fe}$
0	20	19	+1	1	0.05
1	30	37	-7	49	1.3
2	35	36	-1	1	0.02
3	28	23	+5	25	1.08
4	12	11	+1	1	0.09
5	6	5	+1	1	0.2
المجموع	131	131	0.00		2.74

$$\lambda = \frac{252}{131} = 1.923$$

وبنفس الطريقة السابقة في الجدول السابق وجد إن التوزيع يتبع توزيع بواسون

جدول رقم(3) يمثل القناة الثالثة (C)

فئات عدد الوصول	Fa	Fe	Fa-Fe	$(Fa-Fe)^2$	$\frac{(Fa-Fe)^2}{Fe}$
0	11	7	4	16	2
1	22	20	2	4	0.2
2	24	30	-6	36	2.1
3	23	30	-7	49	1.6
4	26	22	4	16	0.7
5	11	13	-2	4	0.3
6	9	6	3	9	1.5
7	5	3	2	4	1.3
المجموع	131	131	000		8.8

أيضاً التوزيع هذا يتبع توزيع بواسون $\frac{387}{131}=2.954$

ثانياً: التوزيع الفعلي والنظري واختيار كآي تربيع لمعدلات الخدمة:-

جدول رقم(4) يمثل القناة الأولى (B)

$\frac{(Fa-Fe)^2}{Fe}$	$(Fa-Fe)^2$	Fa-Fe	Fe	Fa	فئات عدد الخدمة
0.01	0.81	0.9	54.1	55	0
0.08	4.48	-22	57.2	55	1
0.1	3.2	1.8	30.2	32	2
0.14	1.69	-1.3	11.3	10	3
0.2	0.64	0.8	3.2	4	4
0.53			156	156	المجموع

$$M=\frac{165}{156}=1.057$$

* درجة الحرية = 4 واحتمال خطاء 5% فالاحتمال 9.488 * والتوزيع هنا يتبع توزيع بواسون

جدول رقم(5) يمثل القناة الثانية (B)

$\frac{(Fa-Fe)^2}{Fe}$	$(Fa-Fe)^2$	Fa-Fe	Fe	Fa	فئات عدد الخدمة
1	36	6	35	41	0
4	256	-16	53	37	1
0.9	36	6	40	46	2
3	64	8	20	28	3
2	16	-4	8	4	4
0	0	0	2	2	5
10.9		0.00	158	158	المجموع

$$M=\frac{239}{158}=1.521$$

درجة الحرية 5 واحتمال الخطاء 5% والاحتمال 11.07 وبهذا يتبع التوزيع توزيع بواسون.

جدول رقم(6) يمثل القناة الثالثة (C)

$\frac{(Fa-Fe)^2}{Fe}$	$(Fa-Fe)^2$	Fa-Fe	Fe	Fa	فئات عدد الخدمة
1.6	25	5	15	20	0
0.1	4	-2	32	30	1
1.4	49	-7	35	28	2
0.04	1	1	25	26	3
0.07	1	-1	14	13	4
0.16	1	1	6	7	5
4.5	9	3	2	5	6
7.87		0.00	129	129	المجموع

$$M = \frac{281}{158} = 2.178$$

درجة الحرية 6 واحتمال الخطاء 5% فيكون الاحتمال 12.592 وبهذا يتبع التوزيع توزيع بواسون.

تحليل البيانات

من خلال التحليل الإحصائي للبيانات بالاعتماد على جداول التوزيع الفعلي والنظـري لمعدلات الوصول والخدمة تم التوصل إلى الحقائق التالية:-

1. **إن معدل الوصول في نصف ساعة لكل قناة على التوالي**

قناة الخدمة A = λ = 1.243

قناة الخدمة B = λ = 1.923

قناة الخدمة C = λ = 2.954

2. **إن معدل الخدمة في نصف ساعة لكل قناة كما يلي:-**

قناة الخدمة A = λ = 1.057

قناة الخدمة B = λ = 1.512

قناة الخدمة C = λ = 2.178

3. إن عدد قنوات الخدمة هي أكثر من قناة واعتبرت كل قناة خدمة منفصلة لكل حاله حيث تتم خدمة التقاعد على نحو مستقل عن القناة الأخرى.
4. إن قناة الخدمة هي القاعدة العامة .
5. إن أقصى عدد يمكن تقديم الخدمة له عدد غير نهائي .
6. إن معدل الطلب غير نهائي .

تطبيق النموذج:-

أولاً: لكي يمكن تطبيق نموذج صفوف الانتظار لقناة خدمة واحدة علينا ان نـستخرج معامـل الاستخدام لكل قناة وكما يلي :-

القناة (A) 1.243 / 1.057 = 1.175

القناة (B) 1.923 / 1.512 = 1.271

القناة (C) 2.954 / 2.178 = 1.356

لذا لا يمكن تطبيق قناة واحدة في كل من القنوات (A. B. C) وذلك لان $\alpha > 1$.

لذا يجب رفع كفاءة كل قناة من القنوات لكي يمكن تطبيق النموذج (m/m/1) (GD/00/00) لان من شروطه إن يكون $\alpha < 1$ وبهذا علينا زيادة عدد الإفراد العاملين في القناة الواحدة حيث إن كل قناة خدمية يعمل بها أربعة أفراد وان عمل كل منهم مكمل لعمل الأخر حتى تتم خدمة الزبون المتقاعد وحصوله على الخدمة بشكل نهائي .

لذا يمكننا استخراج معدل خدمة الفرد الواحد في كل قناة وكما يلي :-

معدل خدمة الفرد الواحد في القناة (A) 1.057 / 4 = 0.264

معدل خدمة الفرد الواحد في القناة(B) 1.512 / 4 = 0.378

معدل خدمة الفرد الواحد في القناة (C) 2.178 / 4 = 0.5445

استخرجنا معدل خدمة الفرد الواحد وذلك لكي نزيد عدد الأفراد نحو تدريجي في كل قناة حتى نتمكن من رفع كفاءة القناة ونقلل من وقت الانتظار .

وعند تطبيق نموذج قناة خدمة واحده بالمعدلات أدناه تمكنا من الوصول الى النتائج المبينة في الجدول رقم (7).

$$LS = \frac{P}{1-P} \qquad Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

$$Lq = \frac{P^2}{1-P} \qquad Pe = 1-P$$

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda} \qquad P = \frac{\lambda}{m}$$

الجدول رقم (7) تطبيق نموذج قناة خدمة واحدة وبيان التغير في زمن الانتظار في النظام

Ws	Wq	Ls	Lq	Po	P	M		عدد العاملين في كل قناة
								1. القناة (A)
2.9	2.93	3.6	2.8	0.22	0.8	1.6	1.243	عدد العاملين 6
1.6	1.01	2.03	1.4	0.33	0.7	1.9	1.243	عدد العاملين 7
0.72	0.32	0.9	0.4	0.53	0.5	1.6	1.243	عدد العملين 10
								2.القناة (B)
2.96	2.5	5.7	4.8	0.15	0.9	1.3	1.923	عدد العاملين 6
1.4	1.01	2.7	1.95	0.3	0.7	2.7	1.923	عدد العاملين 7
0.52	0.3	1	0.5	0.5	0.5	3.8	1.923	عدد العملين 10
								3.القناة (C)
3.05	2.7	9	8.1	0.1	0.9	3.3	2.954	عدد العاملين 6
1.13	0.9	3.34	2.6	0. 23	0.8	3.8	2.954	عدد العاملين 7
0.39	0.2	1.2	0.63	0.5	0.54	5.5	2.954	عدد العاملين10

إن بيانات الجدول أعلاه نتائج تطبيقية لنموذج (M/M:GD/00/00) إذ تمت زيادة عدد الإفراد في القناة من أربعة إلى ستة أفراد بزيادة عدد العاملين حيث $\alpha > 1$ لذلك يظهر عدد العاملين أربعة ثم تمت زيادة عددهم وكما مبين في الجدول أعلاه .

وعند استخدام نموذج قناتين وبالمعادلات ألمبينه أدناه تمكنا من الوصول إلى النتائج ألمبينه في جدول رقم (8)

$$Lq = \frac{C.P}{(C-P)^2}.P0 \qquad Ls = Lq + P$$

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \qquad Ws = \frac{1}{m} + Wq$$

$$P0 = \left[\sum_{n=0}^{C-1} \frac{P}{n!} + \frac{P.C}{C!(1-P/C)}\right]$$

$$P = \frac{\lambda}{M}$$

جدول رقم (8) نموذج قناتي خدمة وبيان التغير في زمن الانتظار في النظام

عدد العاملين في كل قناة		M	P	Po	Lq	Ls	Wq	Ws
1. القناة (A) عدد العاملين4	1.243	1.057	1.176	0.3	0.9	2.08	0.72	1.67
2.القناة (B) عدد العملين 4	1.923	1.512	1.27	0.22	1.06	2.33	0.55	1.21
3.القناة (C) عدد العاملين 4	2.954	2.178	1.356	0.2	1.24	2.6	0.42	0.88

إن نموذج قناتي يعني مضاعفة الأفراد العاملين في القناة إلى الضعف فيصبح(8) وعند تطبيق نموذج ثلاث قنوات وبيان التغير في زمن الانتظار علما إن المعادلات المستخدمة هـي نفسها في نموذج قناتي ماعدا جعل عدد القنوات C=3 وحصلنا على النتائج المبينة في الجـدول رقم (9).

جدول رقم (9) نموذج ثلاث قنوات خدمة وبيان التغير في زمن الانتظار في النظام

عدد العاملين في كل قناة		M	P	Po	Lq	Ls	Wq	Ws
1. القناة (A) عدد العاملين4	1.243	1.057	1.176	0.3	0.32	1.5	0.26	1.2
2.القناة (B) عدد العملين 4	1.923	1.512	1.27	0.273	0.35	1.62	0.18	0.84
3.القناة (C) عدد العاملين 4	2.954	2.178	1.356	0.25	0.4	1.74	0.12	0.58

تطبيق النموذج (M/M/1:00/00)

(M/M/1:GD/00/00)

حيث C = 3

خلاصة النتائج

إن الهدف الأساسي من البحث هو تدنيه زمن الانتظار في النظام إلى أدنى زمن ممكن. وعند المقارنة بين الحالات السابقة بتطبيق نموذج قناة واحدة و زيادة عدد العاملين حتى يصل (10) و نموذج قناتين أي يصل عدد العاملين (8)، و نموذج ثلاث قنوات حتى يصل عدد العاملين (12) نلاحظ ان زمن الانتظار كان يختلف من نموذج لأخر و كما يلي:-

1. قناة الخدمة (A) زمن الانتظار عند تطبيق نموذج قناة واحدة حيث عدد العاملين 6 كان 2.9 و 7 كان 1.6 و 10 كان 0.27 *.
2. قناة الخدمة (B) زمن الانتظار عند تطبيق نموذج قناة واحدة حيث عدد العاملين 6 كان 2.96 و 7 كان 1.4 و 10 كان 0.52 *.
3. قناة الخدمة (C) زمن الانتظار عند تطبيق نموذج قناة واحدة حيث عدد العاملين 6 كان 3.05 و 7 كان 1.13 و 10 كان 0.39 *.

عند تطبيق نموذج قناتين كان 0.88.

عند تطبيق نموذج ثلاث قنوات كان 0.58

مما تقدم نلاحظ إن أفضل حالة هي تطبيق نموذج قناة واحدة و زيادة عدد العاملين حتى يصل 10 وذلك لان زمن الانتظار في النظام اقل من الحالات الأخرى، و هذا يعني تقليل الكلفة المتمثلة بأجور العاملين و كذلك تقليل كلفة الانتظار بالنسبة للمتقاعدين.

الاستنتاجات

1. إن معدل الانتظار الفرد الواحد في المديرية مرتفع و السبب يعود الى ارتفاع عدد المتقاعدين المراجعين إضافة إلى عدم ملائمة النموذج الرياضي (m/m/c) المطبق حاليا.
2. إن معدل وقت الخدمة للمراجع الواحد منخفض في النظامين (m/m/c) و (m/m/1) بسبب عدم كفاية عدد العاملين في كل قناة قياسا بمستوى الزخم الفعلي و كذلك وقت استراحة الموظف قليله جدا مما يرهقه و يؤخر في أداء الخدمة.
3. من خلال الزيارات الميدانية لاحظنا إن:

أ- ارتفاع مستوى الزخم في المديرية بسبب كثرة عدد المتقاعدين المراجعين و قلة الخدمة المقدمة لهم.

ب- إن طريقة ترتيب القسم غير ملائمة لتحقيق الانسيابية المثلى للعمل.

ج- إن عدد كبير من المراجعين ترد لهم معاملاتهم و عدم اتمامها بسبب وجود نقص فيها.

د- شاهدنا كذلك إن مسؤول قسم التخصيص ليقوم بتوزيع معاملات التقاعد على الموظفات المتخصصات بشكل عادل مما يؤدي إلى المشاحنات بين الموظفات و هذا يؤثر سلبا على تأدية الخدمة للمتقاعد المراجع.

التوصيات

1. لقد نوقشت من خلال البحث الأسلوب الذي يحقق اقل وقت انتظار ممكن للمتقاعد من خلال تطبيق نموذج (m/m/1) و زيادة عدد الموظفين حتى يصل 10 موظفين و بذلك تكون قد زدنا من وقت الخدمة للفرد الواحد و كذلك قللنا من وقت الانتظار و خفضنا التكاليف.
2. ضرورة دراسة إمكانية فتح فروع المديرية في مواقع محددة في محافظة البصرة لتقليل الزخم الحاصل لمركز مديرية التقاعد و ارتفاع مستوى الخدمة للمراجع الواحد.
3. نوصي بترتيب القسم بما يحقق السهولة في انجاز العمل و سهولة الحركة و عدم حصول ازدحام بين المراجعين.
4. ضرورة تقديم الخدمة للمتقاعدين بصورة جيدة و عدم إرهاق المراجع بكثرة عدد المرات التي يأتي بها إلى المديرية و ذلك بوضع لائحة في استعلامات المديرية مبينا فيها التعليمات و الإرشادات و المستلزمات الواجب احظارها لأجل إكمال المعاملات.
5. ضرورة توزيع المعاملات التقاعدية على الموظفات المتخصصات بشكل عادل لتحقيق السماوات في العمل و خلق حالة الرضى والتعاون بين الموظفات مما سيؤثر بشكل ايجابي على تأدية الخدمة للمراجع المتقاعد.

المصادر

المصادر العربية

1. بروسون ، بحوث العمليات، الدار الدولية للنشر، 1987
2. صادق ماجد محمد، تطبيق بعض أساليب بحوث العمليات في مجال الإنتاج و التخزين، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، 1980.
3. عدنان شمخي وضوية سلمان، مقدمة في بحوث العمليات ، بغداد، بيت الحكمة، جامعة بغداد، 1988.
4. محمد ألحسناوي بحوث العمليات في مجال الإدارة، الإسكندرية،1981 .

المصادر الأجنبية

1. Hamdy A-Taha: operation research An Introduction (Macmillan publishing - New York, 1987)
2. Stockton, Ihon R:and Charles T. Clark, Introduction to Business & Economy statistics, (cin einnati) south Western publishing Co, 1971.
3. Richard, I.levin & Charles- A. Kirkpatrick, Quantitative Approaches to management, Mc-Grow-Ltill Kojakusha LTD-TOKYO,1984