جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
كلية الدراسات العليا
كلية العلوم

صفوف الانتظار لنماذج سلاسل ماركوف ذات الزمن المستمر وتطبيقاتها في مراكز الاتصالات

Queueing Models for Continuous Time Markov Chains (CTMC) and it's Applications at Call Centers

رسالة

من

رجاء

بإشراف

الدكتور

ديسمبر 2007 م – 1428هـ

(وجعلنا [illegible] **)**

صدق [illegible]

الآية (12) من سورة الإسراء

الإهـــــــــــداء

أهدى .....

أبي الطاهرة **أمي** ....

مافتأ **الأمام** ....

أستاذي .....

أصدقائي وأحبائي ....

أهدي هذا الجهد

الشكر والتقدير

الحمد الذي هدانا لهذا وماكنا لنهتدي لولا أن هدانا الله والثناء العظيم والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلي الله عليه وسلم، واحمد الله واشكر نعمائه عليّ بتوفيقه لي لأكمل هذا البحث، ثم من بعد ذلك الشكر الوافر والتقدير الجم والإجلال إلى أستاذي ومعلمي الدكتور/ بسام يونس الاستاذ المشارك بقسم الإحصاء التطبيقي – كلية العلوم بجامعة السودان على تفضله بالإشراف على هذا البحث والذي لم يبخل علي بوقته الثمين خلال فترة إشرافه، فكان نعم الموجه والمعين والمذلل لكل ما قابلني من صعوبات مبدياً التوجيه والملاحظة وتصويب الاخطاء ومده لي بالمراجع الخاصة بموضوع الرسالة مما كان له الأثر الأكبر في إخراج هذه الرسالة بهذه الصورة المرضية .

كما اتقدم بالشكر للمهندس الرشيد بقسم إعداد الفواتير بالشركة العامة للإتصالات (سوداتل) والذي وفر لي كل ما احتاجه من البيانات المطلوبة والشكر اجزله للدكتور أحمد ناصر أحمد الشيخ الذي لم يبخل بوقته الثمين رغم مهامه الجسام فقدم لي الكثير من المساعدة.

وأخيراً أرجو ان اكون قد اضفت ولو قليلاً من وراء هذا الجهد المتواضع فإن اصبت فمن عند الله وإن اخطأت فمن نفسي والكمال لله وحده وهو ولي التوفيق.

□□□□□□□

ABSTRACT

Application of Continuous Time Markov Chains (CTMC) was considered for call centers to needs directors optimization of their resources. There are four types of such models that is: all agents and no mismatches, all agents with parallel dialing and mismatches, all agents with mean service times of inbound and outbound calls are the same, (i.e.) $\mu_1 = \mu_2$ and all agents Basic queueing .theory was considered for stationary models

The research studied the application and queueing theory for telephone calls of Sudatel for the period 1/1/12005- 31/12/2005 including the details of the registered calls of the subscribers aiming at perfection of the service and minimization of lost calls.

The research depended on the following hypotheses:

1. Rate of arrivals follows non-homogeneous Poisson process.
2. Rate of service follows the exponential distribution.
3. Receiving and sending calls in communication centers of Sudatel is queuing model of M/M/c type.

Results arrivers were:

1- 98.4% of total calls took place between 9.00 hour in the morning and 10.00 hour in the evening, the peak was at 1.00 hour in the afternoon (the total number of calls was 1,320,489) per during on the highest rate of arrival is (317.25).

2- Arrival in Sudatel communication centers follows non-homogeneous Poisson process i.e. rate of arrival is different for each hour (table (6.1)).

3- Service time follows exponential distribution the highest service time takes place at mid night for calling (149.25) seconds making use of discounts rate at this time, the least service time took place at (4.00) hour in the down (44.44 seconds).

4- Waiting time follows the exponential distribution in all hour due the high density of arrivals between (10.00) hour in the morning and (3.00) hour in the afternoon, the highest waiting time takes place during this period (600 seconds) the least time takes place between (8.00) hour in the evening and (5.00) hour in the down (50 second)

5- According to results 2 & 3 the appropriate model was M/M/C this was proved valid by the study of queueing system for communication centers of Sudatel.

6- Communication system in Sudatel arrival and service is stochastic process following Markov chains with continuous time therefore the four models of Markov chain was applied that solved the M/M/c model.

Recommendation:

1- The system adopted by Sudatel is more efficient compared with international measures this rule in random sample basis.

2- The mechanical registration of calls does not include all the variables required for such study of models e.g. it give the time of call, but does not give the time of rendering the service or waiting time and hence we applied simulation technique.

3- The study suggests more researches to be done using distribution with three parameters instead of exponential distribution and Gamma distribution, as Erlang distribution is used in many queueing applications.

تناول البحث تطبيق نماذج سلاسل ماركوف ذات الزمن المتصل في مراكز الاتصالات حيث يحتاج مديرو هذه المراكز الى اسلوب علمي لتوظيف اقل عدد ممكن من الوكلاء مع الحصول على أعلى امكانية من جودة الخدمة المقدمة . وهناك أربعة نماذج تستخدم في هذا المجال هي:نموذج المكالمات بدون تأخير، نموذج المكالمات مع التأخير، نموذج المكالمات في حالة تساوي متوسط زمنة خدمة المكالمات الواردة مع متوسط زمن خدمة المكالمات الصادرة ، واخيراً نموذج المكالمات في حالة عدم تساوي المتوسطين أعلاه.

فقد تم التطرق بشكل تفصيلي لكل نموذج من هذه النماذج مع اشتقاق مقاييس الاداء لكل نموذج إضافةً لما سبق فقد تناولت الدراسة بشكل تفصيلي أهم نماذج صفوف الانتظار مع اشتقاق مقاييس الاداء لكل نموذج في حالة السكون.

وتناول البحث تطبيق نظرية صفوف الانتظار بالشركة السودانية للاتصالات (سوداتل) و شملت الدراسة البيانات التفصيلية المسجلة يومياً من المكالمات المنفذة من قبل الزبائن المشتركين بـ (سوداتل) من الفترة 1/1/2005 – 31/12/2005م

بهدف وضع نموذج لتحسين أداء العمل بالشركة ورفع كفاءة الخدمة المقدمة و هي استقبال اكبر عدد من المكالمات وتنفيذها بنجاح وجعل عدد المكالمات المفقودة اقل ما يمكن واستند البحث علي الفروض التالية:

- معدل قدوم المكالمات إلى مركز الخدمة تتبع عملية بواسون غير المتجانسة .
- معدل ازمنة خدمة المكالمات الواردة تتبع التوزيع الاسي
- إستقبال وإرسال المكالمات الهاتفية في مركز الاتصالات بشركة سوداتل يمثل نموذج صف الانتظار من النوع M/M/c.

و قد قامت الباحثة بتطبيق نموذج سلاسل ماركوف ذات الزمن المتصل للمكالمات الهاتفية علي العينة المأخوذة و من خلال الدراسة واتباع الطرق الاحصائية الوصفية والتحليلية تم التوصل للنتائج الاتية:

1. أظهرت بيانات الدراسة و هي المعلومات الخاصة بعينة عشوائية من المكالمات الواردة إلى مركز الاتصالات في شركة سوداتل خلال عام 2005م والبالغ عددها 1,320,489 مكالمة أن ما نسبته 98.4% من هذه المكالمات حصل في الفترة ما بين الساعة التاسعة صباحاً والعاشرة مساءً، وأن الذروة في كثافة المكالمات تحصل عند

الساعة الواحدة ظهراً من كل يوم وذلك استناداً إلى أعلى معدل لقدوم المكالمات والبالغ $\lambda_3 = 17.25$ مكالمة.

2. المكالمات الواردة لمركز الاتصالات في شركة سوداتل تتبع عملية بواسون غير المتجانسة، بمعنى أن معدل المكالمات الواردة يختلف من ساعة إلى أخرى في اليوم الواحد، وقد أتضح ذلك من خلال التباين الكبير في أعداد المكالمات الواردة في كل ساعة (الجدول (6-1)).
3. أزمنة خدمة المكالمات الواردة تتبع التوزيع الأسي في كل ساعة، وأن أعلى معدل زمني للخدمة يحصل عادة عند الساعة الثانية عشر ليلاً، حيث بلغ 149.25 ثانية، حيث يلجأ الأفراد إلى الاتصال عادةً في الأوقات التي يحصل فيها تخفيضات في التكلفة ولذلك فإن أزمنة المكالمات تكون عادة طويلة في هذه الساعات مقارنةً بالساعات الأخرى. بينما نجد أن أقل معدل زمن للخدمة يحصل عند الساعة الرابعة فجراً، حيث بلغ 44.44 ثانية.
4. زمن الصبر (أكبر زمن ممكن ينتظره الزبون لتوصيل مكالمته إلى المصدر) يتبع التوزيع الأسي في كل ساعة، ونتيجة لكثافة المكالمات الواردة في الفترة من الساعة العاشرة صباحاً وحتى الساعة الثالثة ظهراً نجد أن أعلى زمن للصبر يحصل في هذه الفترة، وبمعدل 600 ثانية. بينما أقل زمن للصبر يحصل في الفترة ما بين الساعة الثامنة مساءً وحتى الخامسة فجراً من اليوم التالي وبمعدل 50 ثانية.
5. اعتماداً على ما ذكر في النتيجتين الثانية والثالثة فإن قدوم المكالمات إلى مركز الاتصالات وخدمتها (إيصالها إلى الجهات المقصودة) فإن نموذج صف الانتظار الملائم لهذا النظام هو النموذج M/M/c، وهذا ما أكدته الدراسات الخاصة بنماذج صفوف الانتظار المطبقة في مراكز الاتصالات.

وبناءً على ما تقدم فقد أوصت الدراسة بالاتي:

1. تم الحكم على كفاءة نظام الاتصالات المعمول به حالياً في شركة سوداتل لكونه كفوءاً مقارنة بالمقاييس العالمية، ولكن هذا الحكم مبني على عينة عشوائية من المكالمات، عليه لكي يكون الحكم دقيقاً نوصي بأخذ جميع المكالمات الواردة والصادرة، من مركز الاتصالات في الشركة لمدة عام على الأقل ومحاولة تطبيق النماذج المتناولة في هذه الدراسة، ومن المتوقع أن تحصل تغيرات كبيرة في قيم مقاييس الأداء في هذه الحالة.

2. يعتبر النظام الآلي لتسجيل البيانات والمتبع في مراكز الاتصالات بالشركة السودانية للاتصالات نا قصاً من حيث عدم تضمنه لكثير من المتغيرات المطلو بة لدرا سة مـ ثل النماذج المتبعة في هذه الدراسة، فمثلاً النظام الحالي يـ قوم بتـ سجيل زمن الاتـ صال، ولكن لا يمكن معرفة زمن الخدمة (زمن حصول المكالمة فعلاً)، أو زمن الانتظار أو زمن الصبر من الزمن المسجل، وهذا السبب الرئيسي في استخدام أسلوب المحاكاة إذ بدون استخدام المحاكاة لا يمكن حساب مـ قاييس الأداء للنظام.
3. تو صي الدرا سة للا قـ يام بأبـ حاث ودرا سات إ ضافية تتـ ناول فـ يه توز يع إيرلا نك ذو المعلمات الثلا ثة كـ بديل عن التوز يع الأ سي ذو المعلـ مة الوا حدة أو توز يع جا ما ذو المعلمين، إذ أن من المعلوم أن توزيع إيرلانك هو أحد التوزيعات المستخدمة كثيراً في نماذج صفوف الانتظار علماً بأنـه ينتمي إلى عـائلة التوزيعات الأسية.

N

الموضوع	الصفحة
- الآية	ب
- الإهداء	ج
- الشكر والتقدير	د
- الملخص باللغة الإنجليزية	هـ
- الملخص باللغة العربية	ز
- المحتويات	ط
- فهرس الجداول	ل
- فهرس الأشكال	س
الفصل □□□□□□: □□□□□□□	**4-1**
1-1 تمهيد الدراسة	2
1-2 أهمية الدراسة	3-2
1-3 مشكلة الدراسة	3
1-4 فرضيات الدراسة	3
1-5 أهداف الدراسة	3
1-6 منهج الدراسة	3
1-7 مجالات الدراسة	4
1-8 تنظيم الدراسة	4
الفصل □□□□□□□:□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□	**20-5**
2-1 تمهيد	6
2-2 مفهوم صف الانتظار	8-6
2-3 الرموز الرياضية المستخدمة	8
2-4 العناصر الاساسية لنموذج صف الانتظار	14-9
2-5 مـ قاييس الاداء لصفوف الانتظار	15-12
2-6 تحديد توزيعات الـ قدوم والمغادرة عملياً	14
2-6-1 تحديد توزيع عدد الوحدات الـ قادمة او المغادرة	16-15
2-6-2 تحديد توزيع زمن الـ قدوم او المغادرة	16
2-6-3 اختبارات عملية بواسون	18-17
2-7 أهم الدراسات السابـ قة	20-18
الموضوع	الصفحة
الفصل □□□□□□□:□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□	**43-21**

1-3 تمهيد	22
2-3 العمليات التصادفية	23-22
3-3 عملية ماركوف	
1-3-3 سلسلة ماركوف	23
2-3-3 احتمال الاتجاه	24
3-3-3 المصفوفة الانتقالية لسلسلة ماركوف	24
4-3-3 المصفوفة الانتقالية ذات عدة خطوات	
5-3-3 تصنيف الحالات بسلسلة ماركوف	25-24
6-3-3 نظرية كولموكوروف	25
4-3 عملية بواسون	
5-3 عملية الولادة أو الوصول	26
6-3 عملية الموت أو المغادرة	27
7-3 عملية الولادة والموت	31-27
	33-31
	35-33
	43-35
الفصل [illegible]	**53-44**
4-1 تمهيد	46-45
4-2 النموذج (GD):(∞/M/M/1)/(∞)	47-46
4-3 النموذج (GD/N):(M/M/1)/(∞)	48-47
4-4 النموذج (GD):(M/G/1)/(∞)	
4-5 النموذج (GD/N):(M/M/c)/(∞)	49
4-6 النموذج (GD):(M/M/∞)/(∞)	50-49
4-7 النموذج (GD/K):(M/M/R)/(K)	51
	53-52
الفصل [illegible]	**69-54**
5-1 تمهيد	55
5-2 نماذج المكالمات الهاتفية	
5-2-1 النموذج الأول: نموذج المكالمات بدون تأخير	56-55
5-2-2 النموذج الثاني: نموذج المكالمات مع التأخير	57-56
5-2-3 النموذج الثالث: نموذج المكالمات مع $\mu_1=\mu_2$	
5-2-4 النموذج الرابع: نموذج المكالمات مع $\mu_1\neq\mu_2$	58-57
5-3 مقاييس الأداء	60-58
	61-60
	62-61
الموضوع	**الصفحة**
5-3-1 توزيع وقت الانتظار	64-62
5-3-2 مقاييس أداء أخرى	

4-5 العمليات غير الساكنة	66-64 69-66
الفصل □□□□□□□: □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□(□□□□□□□)	**86-70** 71 79-71 81-80 84-81 85-84
1-6 تمهيد 2-6 نموذج المحاكاة 3-6 تطبيق نماذج سلاسل ماركوف ذات الزمن المتصل 4-6 الم قارنة بين نموذج المحاكاة ونماذج سلاسل ماركوف 5-6 تحليل الحساسية	
الفصل □□□□□□□: □□□□□□□□ □□□□□□□□□	**93-89**
7-1 النتائج	92-90
7-2 التوصيات	93-92
المراجع	94
الملاحق	98

فهرس □□□□□□□

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
(6-1)	التوزيع التكراري لعدد المكالمات الهاتفية الواردة بالنسبة للساعات	72
(6-2)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الأولى (00-01	74
(6-3)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثانية (01-02	98
(6-4)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثالثة (02-03	99
(6-5)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الرابعة (03-04	99
(6-6)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الخامسة (04-05	100
(6-7)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السادسة (05-06	101
(6-8)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السابعة (06-07	102
(6-9)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثامنة (07-08	104
(6-10)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة التاسعة (08-09	105
(6-11)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة العاشرة (09-10	108
(6-12)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الحادية عشر (10-11	110
(6-13)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثانية عشر (11-12	113
(6-14)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثالثة عشر (12-13	114
(6-15)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الرابعة عشر (13-14	115
(6-16)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الخامسة عشر (14-15	116
(6-17)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السادسة عشر (15-16	117
(6-18)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السابعة عشر (16-17	118
(6-19)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثامنة عشر (17-18	119
(6-20)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة التاسعة عشر (18-19	120
(6-21)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة العشرون (19-20	121
(6-22)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الحادية والعشرون (20-21	123
(6-23)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثانية والعشرون (21-22	126
(6-24)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثالثة والعشرون (22-23	128
(6-25)	(توفيق توزيع بواسون للمكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الرابعة والعشرون (23-24	129
(6-26)	معدلات المكالمات الهاتفية الواردة المقدرة في عملية بواسون	75
(6-27)	(توفيق التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الأولى (00-01	76
(6-28)	(توفيق التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثانية (01-02	131
(6-29)	(توفيق التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثالثة (02-03	132
(6-30)	(توفيق التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الرابعة (03-04	133
(6-31)	(توفيق التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الخامسة (05-05	134

(6-32)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السادسة (05-06	135
(6-33)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السابعة (06-07	136
(6-34)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثامنة (07-08	137
(6-35)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة التاسعة (08-09	138
(6-36)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة العاشرة (09-10	139
(6-37	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الحادية عشر (10-11)	140
(6-38)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثانية عشر (11-12	141
(6-39)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثالثة عشر (12-13	142
(6-40)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الرابعة عشر (13-14	143
(6-41)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الخامسة عشر (14-15)	144
(6-42)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السادسة عشر (15-16)	145
(6-43)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة السابعة عشر (16-17)	146
(6-44)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثامنة عشر (17-18	147
(6-45)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة التاسعة عشر (18-19)	148
(6-46)	(**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة العشرين (19-20	149
(6-47)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الحادية والعشرين (20-21)	150
(6-48)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثانية والعشرين (21-22)	151
(6-49)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الثالثة والعشرين (22-23)	152
(6-50)	**توفيق** التوزيع الأسي لأزمنة المكالمات الهاتفية الواردة في الساعة الرابعة والعشرين (23-24)	153
(6-51)	**معدلات** أزمنة خدمة المكالمات الهاتفية **بالثواني** الم قدرة من التوزيع الأسي	78
(6-52)	**معلمات** نموذج المحاكاة	79
(6-53)	(**معلمات** النماذج الأربعة (أزمنة الخدمة بالثواني	81
(6-54)	**المقارنة** بين النماذج الأربعة وبين نموذج المحاكاة	82
(6-55)	**مقاييس** الأداء اليومية بانتهاج سياسة تحويل جديدة	83
(6-56)	%**مقاييس** الأداء اليومية لنموذج المحاكاة بعد تخفيض عدد الوكلاء بم قدار 5	84
(6-57)	**مقاييس** الأداء اليوم ية لنموذج المحا كاة في حا لة عمل ية بوا سون لل قدوم بم عدلات محددة وتوزيع أزمنة خدمة المكالمات بصورة أسية	85

فهرس الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
(1-2)	**نظام** خدمة في صف انتظار بـ قنوات متعددة ومتوازية	10
(2-2)	**نظام** خدمة في صف انتظار بـ قنوات متعددة ومتتالية	11
(1-6)	**التوزيع** التكراري لعدد المكالمات الهاتفية الواردة بالنسبة للساعات	75
(2-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الأولى (00-01)	76
(6-3)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثانية (01-02)	98
(4-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثالثة (02-03)	99
(5-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الرابعة (03-04)	100
(6-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الخامسة (04-05)	101
(7-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السادسة (05-06)	102
(8-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السابعة (06-07)	103
(9-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثامنة (07-08)	105
(10-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة التاسعة (08-09)	107
(11-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة العاشرة (09-10)	110
(12-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الحادية عشر (10-11)	112
(13-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثانية عشر (11-12)	113
(14-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثالثة عشر (12-13)	114
الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
(16-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الخامسة عشر (14-15)	116
(17-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السادسة عشر (15-16)	117
(18-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السابعة عشر (16-17)	118
(19-6)	**عدد** الأيام الملاحظة والمتوقعة المقابلة لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثامنة عشر (17-18)	119
(20-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابلة لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة التاسعة عشر (18-19)	120
(21-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة العشرين (19-20)	123
(22-6)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الحادية والعشرون (20-21)	125
(23-5)	**عدد** الأيام الملاحظ والمتوقع المقابل لعدد المكالمات الهاتفية الواردة خلال	127

	الساعة الثانية والعشرون (21-22)	
(24-6)	عدد الأيام الملاحظ والمتو قع المـ قا بل لـعدد المكالمات الهاتفية ا لواردة خلال الساعة الثالثة والعشرون (22-23)	129
(25-6)	عدد الأيام الملاحظ والمتو قع المـ قا بل لـعدد المكالمات الهاتفية ا لواردة خلال الساعة الرابعة والعشرون (23-24)	130
(26-6)	عـدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الأولى (00-01)	78
(27-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثانية (01-02)	131
(28-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثالثة (02-03)	132
(29-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الرابعة (03-04)	133
(30-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الخامسة (05-05)	134
(31-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السادسة (05-06)	135
(32-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السابعة (06-07)	136
الر قم	عنوان الشكل	الصفحة
(33-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثامنة (07-08)	137
(34-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة التاسعة (08-09)	138
(35-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة العاشرة (09-10)	139
(36-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الحادية عشر (10-11)	140
(37-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثانية عشر (11-12)	141
(38-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثالثة عشر (12-13)	142
(39-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الرابعة عشر (13-14)	143
(40-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الخامسة عشر (14-15)	144
(41-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السادسة عشر (15-16)	145
(42-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة السابعة عشر (16-17)	146
(43-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثامنة عشر (17-18)	147
(44-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة التاسعة عشر (18-19)	148
(45-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع المـ قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكالمات الهاتفية الواردة خلال الساعة العشرين (19-20)	149

(46-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع الم قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكال مات الهاتفية الواردة خلال الساعة الحادية والعشرين (20-21)	150
(47-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع الم قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكال مات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثانية والعشرين (21-22)	151
(48-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع الم قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكال مات الهاتفية الواردة خلال الساعة الثالثة والعشرين (22-23)	152
(49-6)	عدد المكالمات الملا حظ والمتو قع الم قا بل لفئات الز من (ثانية) للمكال مات الهاتفية الواردة خلال الساعة الرابعة والعشرين (23-24)	153