

نمذجة الاشتراكات في خدمة الانترنت باستخدام أسلوب سلاسل فورييه
دراسة حالة المتعامل فوري 'Fawri' لاتصالات الجزائر – وكالة سعيدة-

**Modeling of Subscriptions to the Internet service according to the operator 'Fawri'
using the method of spectral analysis**

يوسف صوار (*) & فاطيمة الزهراء بختاوي (**)
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
جامعة د. مولاي الطاهر، سعيدة- الجزائر

ملخص : تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تحليل إحصائي لظاهرة الاشتراكات في خدمة الانترنت للمتعامل فوري 'Fawri' وذلك باستخدام أسلوب سلاسل فورييه أو ما يعرف بأسلوب التحليل الطيفي الذي يهدف إلى معالجة الدورية في ظاهرة الاشتراكات وذلك خلال الفترة 2010-2012 بمعطيات فصلية، وقد حققت أهداف الدراسة من خلال اختبار ثلاث فرضيات الأولى تمثلت في وجود علاقة بين عامل الزمن والاشتراكات، بينما الفرضية الثانية فتقضي بأن زيادة المركبات يؤدي بالضرورة الى الرفع من معامل التحديد للنموذج، والفرضية الثالثة فتفترض بأن الاشتراكات في خدمة الانترنت للمتعامل فوري 'Fawri' تتميز بالدورية والعشوائية في سلوكها.

الكلمات المفتاح : أسلوب سلاسل فورييه، تحليل طيفي، معامل التحديد.

Abstract : The objective of this study is to conduct a statistical analysis of the phenomenon of Internet service subscribers to the "Fawri" operator using the method of Fourier series or the spectral analysis method, which aims to treating the cyclical of subscriptions during the period 2010-2012 with quarterly data, to achieved the objectives of the study during the test three hypotheses was the first case shows a relationship between the time factor and subscriptions. while the second assumption is that the growth of composites not necessarily lead to the lifting of the coefficient of determination of the model, and the third assumption is that the subscriptions to the service of the Internet "Fawri" operator is characterized by the periodicity and random.

Keywords: Method of Fourier series, Spectral analysis, Coefficient of determination.

Jel Classification Codes : C53, C22.

I- تمهيد :

تعرف شبكات الانترنت استعمالا واسعا من طرف الأفراد والمؤسسات، وبالتالي فإن هذا القطاع يعرف منافسة قوية بين المتعاملين في هذا المجال بهدف تحقيق المردودية واستقطاب اكبر عدد من المشتركين، ونظرا لما تخضع له الاشتراكات في خدمة الانترنت من تذبذبات من فترة لأخرى وذلك بفعل عدة عوامل ترجع إلى العروض الترويجية أحيانا وإلى حجم الاستعمال لهذه الشبكات الذي يسبب الضغط، من هنا نرى ضرورة التحكم في سلوك هذه الظاهرة (الاشتراكات في شبكة الانترنت) وذلك من خلال اعتماد أسلوب رياضي مناسب أين وقع اختيارنا على سلاسل فورييه أو ما يعرف بأسلوب التحليل الطيفي الذي يسمح بنمذجة السلاسل الزمنية التي تتميز بالدورية أو الموسمية. تتمثل مشكلة البحث في كون أن الاشتراكات في خدمة الانترنت تتميز بالتذبذب مما يصعب نمذجتها أو التنبؤ بها لذا لابد من استعمال الأسلوب المناسب الذي يعالج الظواهر الاقتصادية التي تتميز بالدورية في سلوكها. إن البحث محاولة جادة لتطبيق سلاسل فورييه في النمذجة وذلك من أجل التوصل إلى النموذج الذي يصلح للتعبير عن الظواهر الموسمية أو الدورية، وخاصة أنه يتطرق لتحليل سلسلة الاشتراكات في خدمة الانترنت للمتعامل فوري التي تعرف بالتذبذب في محاولة لنمذجتها والتنبؤ بقيمتها المستقبلية. يكمن الهدف الأساسي من البحث إلى تبيان كيفية تطبيق أسلوب سلاسل فورييه أو أسلوب التحليل الطيفي في الظواهر الاقتصادية، كما أنه يتطرق إلى تحليل سلسلة الاشتراكات في خدمة الانترنت باستخدام أسلوب التحليل الطيفي المناسب لنوع السلسلة والمعبر بدقة عن سلوكها الدوري، وفق فرضيات مفادها وجود علاقة بين عامل الزمن والاشتراكات و أن

زيادة المركبات يؤدي الى الرفع من معامل التحديد للنموذج، كما أن الاشتراكات في خدمة الانترنت للمتعامل 'فوري' تتميز بالدورية والعشوائية في سلوكها.

إن الدراسة المقدمة اعتمدت على قاعدة بيانات مقدمة من مصلحة المحاسبة لوكالة اتصالات الجزائر فرع ولاية سعيدة فيما يخص عدد المشتركين في خدمة الانترنت للمتعامل 'فوري' والتي تم الاعتماد عليها في الجانب التطبيقي من هذا البحث. وللتوصل إلى النموذج المناسب للظاهرة تم الاعتماد على البرنامج الاحصائي SPSS.20 والاعتماد على برنامج Excel 2007 لحساب المركبات.

أما فيما يخص حدود الدراسة المكانية فتمثلت في دراسة عدد المشتركين في خدمة الانترنت للمتعامل 'فوري' لولاية سعيدة، أما فيما الحدود الزمانية فاقترنت الدراسة على الفترة 2010-2012 وفق لبيانات فصلية، وهي فترة كافية لإبراز الدورية في ظاهرة الاشتراكات في خدمة الانترنت للمتعامل 'فوري'.

II - الطريقة :

يظهر العديد من السلاسل الزمنية بشكل موسمي، والموسمية يمكن التعبير عنها أنها التذبذبات الدورية ضمن السنة الواحدة⁽¹⁾، فعلى سبيل المثال فإن ظاهرة الاشتراكات في خدمة الانترنت تزيد في فترات وتنقص في أخرى وذلك بسبب عوامل ترويجية وأخرى ترتبط بحجم الضغط على مثل هذه الشبكات. مما استدعى تحليلها بالأسلوب المناسب وهو تحليل فورييه أو ما يعرف بأسلوب التحليل الطيفي.

1- مفهوم أسلوب التحليل الطيفي :

يعد التحليل الطيفي من الأساليب الحديثة المستخدمة في الاقتصاد بمجالات عديدة و الذي يعتمد بالأساس على تحويل بيانات السلسلة الزمنية إلى موجة جيب وجيب تمام ومن ثم إجراء التقدير وفقا لمخططات دورية⁽²⁾. و يطلق على نمذجة بيانات السلاسل الزمنية باستخدام مكونات الجيبية : التحليل الطيفي، والأداة الرئيسية في هذا النموذج هي الدورات، وأبسط نموذج لمناسبة التحليل الطيفي هو موجة جيبية وأكثر يعني الضوضاء البيضاء⁽³⁾.

2- الشكل العام لأسلوب التحليل الطيفي :

الميزة الأساسية لهذا النموذج أنه يدرس الظواهر التي تتميز بالدورية، بحيث يمكن نمذجتها بنموذج رياضي مكون من قسمين⁽⁴⁾

$$Y_t = F(t) + g(\cos w, \sin w)$$

t : الزمن

w: التردد الزاوي

حيث يمثل الجزء الأول من هذا التابع F(t) الاتجاه العام للظاهرة الاقتصادية المدروسة.

أما الجزء الثاني $x(t) = g(\cos w, \sin w)$ فهو يمثل الجزء الممثل للاهتزاز (المقطع الدوري) في السلسلة الزمنية، والذي يمكن توضيحه من خلال الجزء الممثل للاهتزاز (المقطع الدوري)⁽⁵⁾ (الشكل البياني رقم 01-انظر الملحق-).

3- معلمات النموذج :⁽⁶⁾ يمكن كتابة النموذج بالصيغة التالية:

$$Y_t = \mu + A \cos(w_t) + B \sin(w_t) + e_t$$

A : تمثل السعة وهي القيمة العظمى للاهتزاز.

T : تمثل الدور للسلسلة الزمنية، وهو المجال الزمني الذي تتكرر فيه المشاهدة انطلاقا منه.

ϕ : يمثل الطور المقاس بالراديان وهو يحدد بدقة تواتر الزمن مابين مبدأ الزمن واللحظة التي يكون فيها الاهتزاز معدوما أو لا قيمة له.

A و B معاملات فورييه⁽⁷⁾

ويعطى التردد الزاوي بالعلاقتين :

$$w_i = 2\pi/N$$

$$w_i = 2\pi_i F_i$$

حيث : N يمثل عدد المشاهدات
FIT : F ويبدل على عدد الدورات المتعاقبة وأجزائها فيكون:

$$F_i = i/n$$

ويمكن أن تأخذ العلاقة السابقة الصيغة التالية :

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^N \alpha_i \cos(w_i t) + \beta_i \sin(w_i t)$$

$$\alpha_i = 1/N \sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y}) \cos w_i t \quad i=0, n$$

$$\alpha_i = 2/N \sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y}) \cos w_i t \quad i=0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$\beta_i = 1/N \sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y}) \sin w_i t \quad i=0, n$$

$$\beta_i = 2/N \sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y}) \sin w_i t \quad i=0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$A_i = \sqrt{\alpha_i^2 + \beta_i^2}$$

$$\theta_i = \arctg \beta_i / \alpha_i$$

حيث : θ_i : يسمى بالطور العام.

$$\delta_i = \theta_i / w_i$$

وتصاغ كل مركبة بالشكل التالي :

$$C_i t = \alpha_i \cos(w_i t) + \beta_i \sin(w_i t)$$

إن عدد المركبات الدورية الإجمالية التي يمكن وضعها بشكل عام في النموذج النهائي هو نصف عدد المشاهدات المدروسة للسلسلة الزمنية تجري إضافة المركبات إلى النموذج إلى غاية الوصول إلى معامل تحديد مقبول.

III- النتائج ومناقشتها :

حاولنا في هذه الدراسة القياسية نمذجة الاشتراكات باستخدام أسلوب سلاسل فورييه من خلال البيانات التي تتضمن الاشتراكات في خدمة الانترنت وفقا للمتعامل FAWRI الذي يعتبر من أهم المتعاملين لشبكة الانترنت في السوق الجزائرية، و من خلال البيانات المتحصل عليها بصعوبة من وكالة اتصالات الجزائر بسعيدة (الجدول رقم 01- أنظر الملحق-) أمكن استنتاج التزايد في عدد المشتركين في شبكة الانترنت في العموم، ولكن بالنظر إلى البيانات الفصلية لاحظنا وجود تذبذب من فصل إلى آخر وذلك خلال فترة الدراسة الممتدة من 2010-2012 بمعطيات فصلية بحيث نلاحظ أدنى قيمة المتمثلة في 44 مشترك في الفصل الأول من سنة 2010 وأعلى قيمة 241 مشترك في الفصل الأخير من سنة 2012.

من خلال التمثيل البياني للاشتراكات كذلك (الشكل رقم 02- أنظر الملحق-) اتضح أن السلسلة دورية باتجاه خطي وبالتالي يمكن قبول فرضية أن سلسلة الاشتراكات تتميز بالموسمية والعشوائية، ويمكن نمذجتها من خلال معادلة الاتجاه العام وفقا للنموذج التالي :

$$y = b_0 + b_1 t$$

وبالاعتماد على البرنامج الإحصائي SPSS تم التوصل إلى أن معامل الارتباط 0.61 مما يدل على وجود علاقة مقبولة بين المتغير التابع الاشتراكات والمتغير المستقل الزمن (الفصول) وبالاعتماد على قيمة المعنوية التي كانت أقل من 0.05 وبذلك فإن معالم النموذج معنوية، وبالاعتماد أيضا على جدول تحليل التباين نستنتج معنوية النموذج الذي يمكن صياغته كالتالي :

$$\hat{y} = 41.348 + 0.605t$$

وبالاعتماد على النموذج المقدر يمكن التوصل إلى القيم المقدرة \hat{y} للاشتراكات (الجدول رقم(02)-أنظر الملحق-)

بما أن معامل التحديد 0.37 الذي يعتبر مقبولا فإنه يمكن قبول فرضية وجود علاقة بين الاشتراكات والزمن، غير أن التغير في الاشتراكات لا يمكن ارجاعه إلى عامل الزمن فقط وإنما إلى عوامل أخرى وبالتالي سوف نقوم بإضافة المركبات الواحدة تلو الأخرى حتى التوصل إلى معامل تحديد مقبول، وبالاعتماد على المعالجة الحاسوبية المتكررة تم التوصل إلى المركبات (الجدول رقم(03) والجدول رقم (04)-أنظر الملحق-)

وبحساب السعة، التردد الزاوي و معاملات فورييه يمكن التوصل إلى المركبات التالية :

$$C(T,0)=75.89\cos(0)*T+0*\sin(0)*T$$

$$C(T,1)=-3.218*\cos(\pi/6)*T+20.968*\sin(\pi/6)*T$$

$$C(T,2)=19.072*\cos(\pi/3)*T+2.473*\sin(\pi/3)*T$$

$$C(T,3)=18.281*\cos(\pi/2)*T+7.89*\sin(\pi/2)*T$$

$$C(T,4)=0.239*\cos(2\pi/3)*T-26.311*\sin(2\pi/3)*T$$

$$C(T,5)=21.03*\cos(5\pi/6)*T+1.511*\sin(5\pi/6)*T$$

$$C(T,6)=5.698*\cos(\pi)*T+0*\sin(\pi)*T$$

بعد إجراء إدخال المركبات على النموذج الأصلي وحساب معامل التحديد في كل مرة يمكن رفض الفرضية الثانية أن إضافة المركبات تحسن من جودة النموذج بحيث لا ترفع بالضرورة من قوة العلاقة بين المتغير التابع (الاشتراكات في شبكة الانترنت وفقا للمعامل (FAWRI) والمتغير المستقل (الزمن) وبذلك سنكتفي بالمركبة التي تحقق أكبر معامل تحديد وهي المركبة الثانية C_{1t} (0.524) وبالتالي يمكن كتابة النموذج الذي يصلح للتنبؤ كالتالي:

$$\hat{y} = 41.348 + 0.605t + -3.218*\cos(\pi/6)*T + 20.968*\sin(\pi/6)*T$$

وبذلك سنقوم بالتنبؤ بعدد المشتركين في الفصل الأول من سنة 2013 باستخدام النموذج المحدد (الجدول رقم (05)-أنظر الملحق-)

للحكم على دقة النموذج وقدرته التنبؤية سوف نقوم بمقارنة عدد المشتركين الفعلي للفترة 2013/01 الذي بلغ حسب المعطيات 193 مشترك وذلك بحساب النسبة $193/149.277$ نجد 0.77 وبالتالي فإن 77٪ من النتائج المستخرجة بالاعتماد على النموذج دقيقة.

IV- الخلاصة :

في ظل تطور تكنولوجيا الاتصال والإعلام و الانتشار الواسع لشبكة الانترنت مما أدى إلى وجود منافسة كبيرة من طرف المتعاملين في هذا القطاع بهدف استقطاب أكبر عدد من المشتركين ونظرا للتذبذب الذي تعرفه الاشتراكات في خدمة الانترنت كان لابد من معالجتها بالأسلوب المناسب بهدف التعرف على سلوكها والتنبؤ بقيمتها المستقبلية وذلك باستخدام أسلوب سلاسل فورييه (أسلوب التحليل الطيفي) المطبق على اشتراكات الانترنت للمتعامل 'فوري' بحيث توصلت الدراسة إلى وجود علاقة بين الاشتراكات والزمن بمعامل ارتباط 0.61 الذي يعتبر مقبولا وهي دورية باتجاه خطي، وبعد إدخال المركبة الثانية ارتفع معامل الارتباط إلى 0.72 وبهذا توصلنا إلى النموذج المناسب

لنمذجة الاشتراكات في خدمة الانترنت للمتعامل فوري 'Fawri' والذي تم على أساسه التنبؤ بعدد المشتركين للفصل الأول من سنة 2013 الذي كان في حدود 149 مشتركا حيث بلغت دقة النموذج التنبؤية حسب المعيار المختار 77% في التعبير عن القيم الفعلية.

- ملحق الجداول والأشكال البيانية :

الجدول رقم (01) : الاشتراكات في خدمة الانترنت وفقا للمتعامل 'Fawri'

عدد المشتركين	الفصول
44	2010/01
97	2010/02
21	2010/03
36	2010/04
213	2011/01
93	2011/02
139	2011/03
216	2011/04
134	2012/01
80	2012/02
140	2012/03
241	2012/04

المصدر: وثائق مقدمة من طرف مصلحة المحاسبة لوكالة اتصالات الجزائر لولاية سعيدة.

الجدول رقم (02) : القيم المقدرة \hat{y} للاشتراكات

2012/04	2012/03	2012/02	2012/01	2011/04	2011/03	2011/02	2011/01	2010/04	2010/03	2010/02	2010/01	الفصول
48.608	48.003	47.398	46.793	46.188	45.583	44.978	44.373	43.768	43.163	42.558	41.953	\hat{y}

المصدر : من إعداد الباحثين.

الجدول رقم (03) : المركبات التي سيتم إضافتها للنموذج.

Cit	C _{0t}	C _{1t}	C _{2t}	C _{3t}	C _{4t}	C _{5t}	C _{6t}
	75.89	7.697	11.68	7.89	22.905-	-17.456	-5.698

المصدر : من إعداد الباحثين.

الجدول رقم (04) : معاملات التحديد بعد إضافة المركبات.

Cit	C _{0t}	C _{1t}	C _{2t}	C _{3t}
	75.89	7.697	11.68	7.89
R ²	0.00088	0.524	0.146	0.06

المصدر : من إعداد الباحثين.

الجدول رقم(05) : التنبؤ بعدد المشتركين في الفصل الأول من سنة2013 .

الفصول	2013/01	2013/02	2013/03	2013/04
عدد المشتركين	149.277	-	-	-

المصدر : من إعداد الباحثين.

الجدول رقم (06) : حساب wit لكل مركبة.

T	W _{0t}	W _{1t}	W _{2t}	W _{3t}	W _{4t}	W _{5t}	W _{6t}
1	0	0.524	1.047	1.571	2.094	2.617	3.142
2	0	1.047	2.094	3.142	4.189	5.236	6.283
3	0	1.571	3.142	4.712	6.283	7.854	9.425
4	0	2.094	4.189	6.283	8.378	10.472	12.566
5	0	2.618	5.236	7.854	10.472	13.09	15.708
6	0	3.142	6.283	9.425	12.566	15.768	18.85
7	0	3.665	7.330	10.996	14.661	18.326	21.991
8	0	4.189	8.780	12.566	16.755	20.944	25.133
9	0	4.712	9.425	14.137	18.85	23.562	28.274
10	0	5.236	10.472	15.708	20.499	26.18	31.416
11	0	5.76	11.519	17.279	23.038	28.798	34.558
12	0	6.283	12.566	18.85	25.133	31.416	37.699

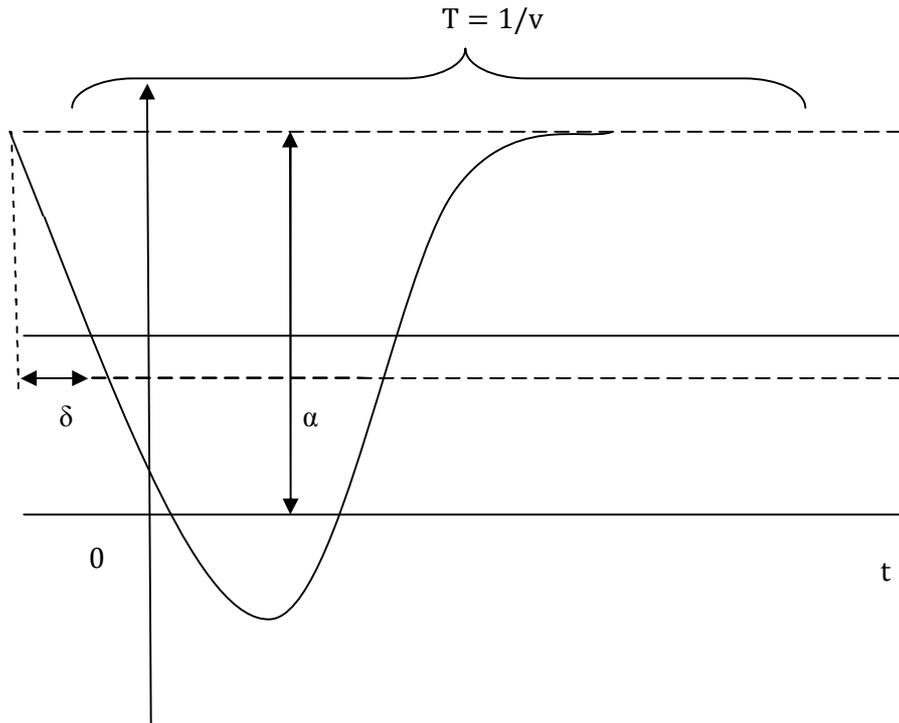
المصدر : من إعداد الباحثين.

الجدول رقم(07) : حساب المركبات.

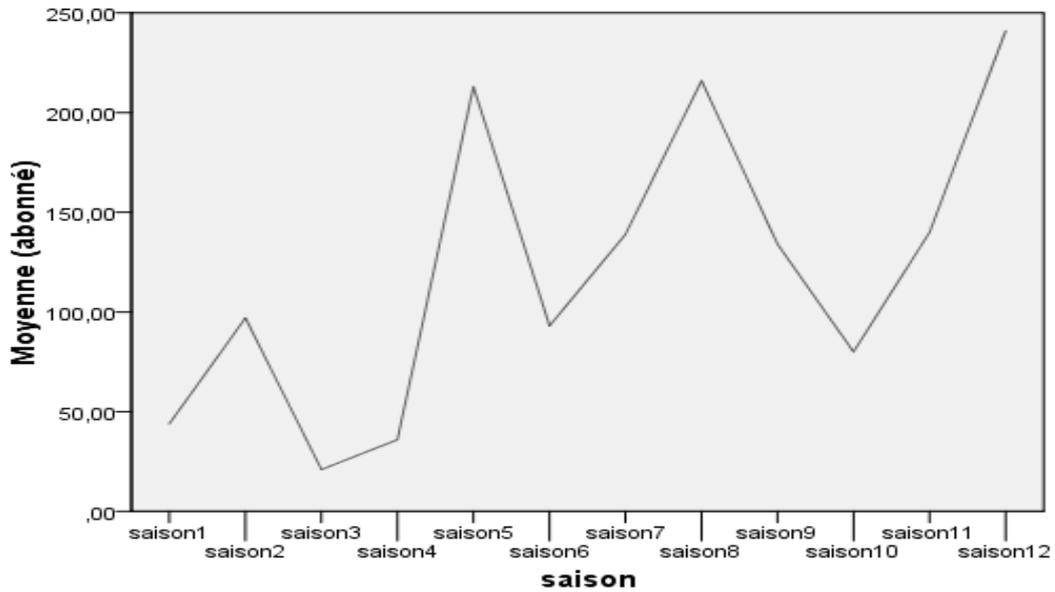
Cit	C _{0t}	C _{1t}	C _{2t}	C _{3t}	C _{4t}	C _{5t}	C _{6t}
1	75.89	7.697	11.68	7.89	-22.905	-17.456	-5.698
2	75.89	16.55	-7.39	-18.281	22.67	9.206	5.698
3	75.89	20.968	-19.072	-7.89	0.239	1.511	-5.698
4	75.89	19.77	-11.68	18.281	-22.905	-11.824	5.698
5	75.89	13.271	7.39	7.89	22.67	18.97	-5.698
6	75.89	3.218	19.072	-18.281	0.239	-21.03	5.698
7	75.89	-7.697	11.68	-7.89	-22.905	17.456	-5.698
8	75.89	-16.55	-7.39	18.281	22.67	-9.206	5.698
9	75.89	-20.968	-19.072	7.89	0.239	-1.511	-5.698
10	75.89	-19.77	-7.39	-18.281	22.905-	11.824	5.698
11	75.89	-13.218	7.39	-7.89	22.67	-18.97	-5.698
12	75.89	-3.218	19.072	18.281	0.239	21.03	5.698

المصدر : من إعداد الباحثين.

الشكل البياني رقم (01) : الجزء الممثل للاهتزاز (المقطع الدوري).



الشكل رقم (02) : الرسم البياني للاشتراكات في شبكة الانترنت للمتعامل فوري



المصدر : مخرجات برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الإجتماعية - نسخة 20-

- الإحالات والمراجع :

1. A group of searchers, Engineering Statistics Handbook, 2003, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc443.htm>
2. محمد دركزلي، نور الحميدي، نمذجة إنتاج الفستق الحلبي في محافظة حلب باستخدام أسلوب التحليل الطيفي، مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات، العدد 23(2)، حزيران 2011، ص 396.
3. Johnc.Brocklebank, David A. Dickey, **Sas For Forecasting Time Series**, .sas institute inc .cary, USA, 2nd edition, 2003, p323.
4. Johnc.Brocklebank, David A. Dickey, Op.Cit, p224
5. Rebecca M. Warner,, **Spectral Analysis Of Time-Series Data**, the guilford press, new york, USA, 1998, p08.
6. Harmonic Analysis, 2006, Publié le 05/08/2009. <http://www.marine.rutgers.edu/dmcs/ms615/2006/harmonic-anal-ysis.Doc>.
7. احمد أديب احمد، تحليل الأنشطة السياحية في سورية باستخدام النماذج القياسية -دراسة ميدانية- مذكرة لنيل شهادة ماجستير، جامعة تشرين، سوريا، ص 119.