فعالية نماذج السلاسل الزمنية ARMA في نمذجة التنبؤ
"دراسة تطبيقية لاشتراكات الأنترنت"

د/بلعربي عبد القادر– جامعة سعيدة

أ/مراس محمد – جامعة سعيدة

الملخص:

الدراسة هي عبارة عن اختبار مدى قدرة و فعالية استخدام نماذج السلاسل الزمنية الخطية و غير الخطية في نمذجة اشتراكات الأنترنت لدى وكالات المتعامل في السوق الجزائرية « اتصالات الجزائر » مع التطبيق على وكالة سعيدة, و ذلك من خلال بناء نموذج قياسي باستخدام نماذج السلاسل الزمنية ARIMA و اختباره و التنبؤ به.

الكلمات المفتاحية :

السلاسل الزمنية الخطية , السلاسل الزمنية غير الخطية, التنبؤ , الأنترنت.

Abstract:

The study is a test of the ability and effectiveness of the use of time-series of linear and non-linear models to predict the subscriptions the Internet , and by building a record model using time series models ARMA and tested and Forecasting with it.

Key words:

Time series linear, non-linear time series, Forecasting, Internet.

المنارة للاستشارات

المقدمة :

الجزائر كغيرها من دول العالم اهتمت بالأنترنت , حيث عرفت سنة 1994 تقدما ملحوظا في مجال الاهتمام و الاشتراك و التعامل مع **الأنترنت** , حيث قدر عدد الهيئات المشتركة بتقنية شبكة **الأنترنت** 130 هيئة سنة 1996 أي سنتين منذ دخول التقنية إلى الجزائر , و في سنة 1999 بلغ عدد الهيئات المشتركة 800 هيئة مشتركة بخدمة **الأنترنت** , حيث تبنى هذه الاشتراكات مركز البحث في الاعلام الالي و التقني, ثم فتحت الجزائر المجال أمام مقدمي هذه الخدمة للعديد من المتعاملين بغية توسيع تقديم خدمة **الأنترنت**, حيث بدأت مؤسسة إدارة البريد و المواصلات أنداك محتكرة تقديم هذه الخدمة, ليتوسع فتح المجال أمام عدة متعاملين لتقديم هذه الخدمة و ذلك بعد صدور المرسوم التنفيذي رقم 98-257 الصادر بتاريخ 25 أوت 1998 و المعدل و المتمم بمرسوم تنفيذي اخر رقم 2000-307 بتاريخ 14 أكتوبر 2000.

و بالتالي ظهر العديد من المتنافسين في تقديم خدمة **الأنترنت** في السوق الجزائرية عاملين على تلبية احتياجات الأفراد و الهيئات و الإدارات من هذه الخدمة , حيث نجد في سوق **الأنترنت** في الجزائر أربع متعاملين رئيسيين متنافسين : " المتعامل اتصالات الجزائر ", "المتعامل موبيليس", " المتعامل جيزي" , " المتعامل أوريدو" . حيث أصبح لزاما على هؤلاء المتعاملين تقديم أعمال مميزة لصالح الزبائن و هم المتقدمين إلى وكالات المتعاملين للاشتراك في خدمة **الأنترنت**, من أجل كسب و جلب أكبر عدد من المشتركين .

و تعد نماذج السلاسل الزمنية الخطية كنماذج الانحدار الخطي و نماذج الانحدار الخطي ـ المتوسط المتحرك من الأساليب الاحصائية الجديرة بالاهتمام و التي تطورت كثيرا, و أصبح بالإمكان استخدامها من قبل المؤسسات و الشركات و المستثمرين لغرض التوقع بمستقبل العرض و الطلب على خدمة أو سلعة ما , و دلك كله من أجل استرشاد المسيرين بنتائجها على أن يتخذوا قرارات فعالة في المستقبل .

الإشكالية :

و بناءا على ذلك قمنا بطرح الاشكالية التالية لبحثنا كما يلي :

ما مدى قدرة و فعالية استخدام نماذج السلاسل الزمنية الخطية ARIMA في نمذجة اشتراكات الأنترنت لدى وكالات المتعامل في « اتصالات الجزائر » ؟

المنارة للاستشارات

حيث للإجابة على الاشكالية قسمنا بحثنا إلى ثلاث محاور:

المحور الأول: الدراسات السابقة.

المحور الثاني: نموذج و منهجية الدراسة.

المحور الثالث: الدراسة التطبيقية.

المحور الأول : الدراسات السابقة

- **دراسة بلال محمد أسعد محمود الهيتي (2008) بعنوان " استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بعرض النقد في دولة قطر"**: الدراسة هي عبارة عن مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجيستر من كلية الإدارة و الاقتصاد بجامعة الأنبار. حيث هدفت الدراسة إلى دراسة و تحليل البيانات الشهرية لعرض النقد بمفهومه الضيق M1 و الواسع M2 و الأوسع M3 في دولة قطر للمدة من كانون الثاني 1982 إلى كانون الأول 2006 , و دلك للدور الكبير الذي يؤديه النقد في تحقيق الاستقرار النقدي . إذ تم التنبؤ في هده الدراسة للسنوات الأربع المقبلة للمدة من كانون الثاني 2007 إلى كانون الأول 2010 باستخدام نماذج ARIMA أو ما يعرف بمنهجية بوكس-جنكنز , إذ تم استخدام البرنامج الإحصائي SPSS.V10 لتحليل بيانات عرض النقد في دولة قطر للحصول على النتائج. حيث خلص البحث إلى مجموعة من النتائج منها:

⇦ تم التوصل إلى أن السلاسل الزمنية للبيانات الشهرية لعرض النقد غير مستقرة و تحتوي على اتجاه عام , و دلك بسبب التضخم الذي شهده عرض النقد بعد كانون الثاني 2003 مما تطلب أخد الفروق الأولى لتحويل السلاسل إلى سلاسل زمنية مستقرة و تم الحصول على النماذج الأكفأ للتنبؤ للمدة الزمنية المستقبلية .

- **دراسة فاضل عباس الطائي و ساندي يوسف هرمز (2011) بعنوان " التنبؤ بالسلسلة الزمنية باستخدام طريقة الجار الأقرب المضبب مع التطبيق"**: الدراسة عبارة عن مقال منشور في المجلة العراقية للعلوم الإحصائية. حيث تم من خلال هدا البحث دراسة طريقة الجار الأقرب الضبابي للتنبؤ بالسلسة الزمنية, حيث أن طريقة الجار الأقرب الضبابي Fuzzy nearest neighbor method (FNNM) مستندة على قيم العضوية الضبابية و أن الهدف الرئيسي لخوارزمية التنبؤ هو التكهن بقيم مستقبلية إلى أساس القيم الماضية القريبة (الجار الأقرب) و أن قيمة الجار الأقرب يتم اختيارها باستخدام قيم العضوية الضبابية المتقاربة أو قيمة عتبة

المنارة للاستشارات

العضوية. تم قياس دقة الطريقة و مقارنتها مع نموذج ARIMA باستخدام معيار النسبة المئوية للخطأ المطلق MAPE و كذلك إيجاد قيمة متوسط مربعات الخطأ MSE للقيم المتكهن بها لبيانات السلسلة الزمنية لمستخدمي الانترنت في مدة معينة. و من بين النتائج التي أسفرت عليها الدراسة نذكر:

⇦ من خلال ملاحظة النتائج نجد أن قيم MAPE و MSE للجار الأقرب هي أقل من نموذج ARIMA لدلك نتائج التكهن للجار الأقرب تعتبر أفضل.

⇦ بمكن اعتبار طريقة FNNM طريقة كاملة و مكملة لطريقة ARIMA إذ أنها طريقة يمكن الاعتماد عليها في التكهن باستخدامها بصورة منفردة أو يمكن استخدامها مع نماذج ARIMA.

⇦ يمكن الاعتماد على هده الطريقة في التنبؤ لاعتبارها إحدى طرائق التكهن الحديثة و تعطي نتائج جيدة.

⇦ من الضروري استخدام هده الطريقة في التكهن عندما يكون هناك القليل من عدم اليقين حول توزيع البيانات.

- **دراسة عبير حسن علي الجبوري (2010) بعنوان " التنبؤ بأسعار النفط العراقي لعام 2010 باستخدام السلاسل الزمنية"**: الدراسة عبارة عن مقال منشور في مجلة بابل للعلوم الإنسانية . حيث يهدف هدا البحث إلى التنبؤ بأسعار النفط العراقي في السنة الحالية 2010 و التنبؤ هنا سيكون باستخدام السلاسل الزمنية و سنستخدم هنا طريقتين للتنبؤ هما طرق بوكس-جنكنز و نماذج التمهيد الأسي المزدوج , و ستتم المقارنة بينهما أيهما أدق أو كثر دقة في التنبؤ, حيث من أهم الفرضيات التي قام عليها البحث هو أن استخدام نماذج بوكس-جنكنز هي أفضل في التنبؤ من نموذج التمهيد الأسي بالنسبة للسلسلة الزمنية. و من بين نتائج الدراسة :

⇦ بالنسبة للسلسلة الزمنية قيد الدراسة فإن استخدام نموذج بوكس-جنكنز هو أفضل من نموذج التمهيد الأسي المزدوج في التنبؤ المستقبلي.

⇦ طريقة التمهيد الأسي المزدوج حققت دقة تنبؤية أقل من نموذج ARIMA (0.2.1) و دلك يظهر من خلال نتائج التنبؤ التي كانت في حالة استخدام نموذج ARIMA (0.2.0) معقولة أكثر من نتائج التنبؤ في حالة استخدام نموذج هولت Holt.

المنارة للاستشارات

- **دراسة هيام عبد المجيد حياوي و هيلاء أنس عبد المجيد (2009) بعنوان " مقارنة التنبؤ باستخدام النماذج الديناميكية و نماذج فضاء الحالة مع التطبيق"** : الدراسة عبارة عن مقال منشور في المجلة العراقية للعلوم الإحصائية. حيث تم في هدا البحث توفيق عدة نماذج للنظم الديناميكية الحركية الخطية بمعلمات مختلفة بنوعيها: نماذج خطأ المعادلة و تضم ARX و ARMAX , و نماذج خطأ المخرجات و تضم OE و BJ , و عدة نماذج من فضاء الحالة و تم اختيار النموذج الذي أعطى أقل قيمة للمعايير الإحصائية و هو ARX(1.7.3) و نموذج فضاء الحالة ب 4 معلمات, و تم التنبؤ باستخدام هدين النموذجين و مقارنة التنبؤ لكليهما و تبين أن النموذج الحركي الديناميكي يعطي قيما تنبؤية أفضل من نموذج فضاء الحالة. و من بين النتائج العملية للبحث نذكر:

⇦ تبين من خلال التطبيق العملي بأن التنبؤ بالنماذج الحركية الخطية التصادفية يعطي قيما تنبؤية أفضل من نماذج الحالة.

⇦ نلاحظ أيضا أن معدل مربع الأخطاء و خطأ التكهن و معايير اختبار دقة النتائج التنبؤية للنماذج الحركية الخطية التصادفية كانت أقل مما هي عليه في نموذج فضاء الحالة مما يدل على تفوق النماذج الحركية على نماذج فضاء الحالة في التنبؤ بالقيم المستقبلية للحالة الدراسية.

- **دراسة سرمد كوكب جميل و عمر محمد فهمي السراج (2008) بعنوان " تقدير نماذج التنبؤ بأسعار الأسهم في أسواق رأس المال العربية "**: الدراسة عبارة عن مقال منشور للباحثين , حيث ركز البحث على استخدام و تطبيق عدد من النماذج الإحصائية الخطية فضلا عن استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية في تقدير و اختبار دقة التنبؤ بأسعار إغلاق المؤشرات الرئيسية لعينة من أسواق الأوراق المالية العربية ودلك بالاعتماد على السلاسل الزمنية لتلك المؤشرات , و إيجاد النموذج الأفضل في تقدير القيمة المستقبلية في ضوء نتائج مقاييس الدقة المعتمدة. و لقد خلص البحث إلى مدى القدرة الكبيرة لنموذج الشبكات العصبية ذات الانتشار العكسي للخطأ في التنبؤ المستقبلي و تفوقه على باقي النماذج الإحصائية الخطية , بالاعتماد على نتائج مقاييس الدقة التي بلغت أدناها عند اختبار مدى كفاءة نموذج الشبكات العصبية لفترة الاختبار المحددة ب 19 يوما و موازنتها بنتائج مقاييس الدقة للنماذج الإحصائية الخطية و

المنارة للاستشارات

التي تباينت فيما بينها من سوق لآخر الأمر الذي عكس درجة الاختلافات الكبيرة بين دقة تلك النماذج خلال فترة الاختبار المحددة.

- دراسة **Cigizoglu .H.K (2003)** بعنوان " Incorporation of ARMA models into flow forecasting by artificial neural networks ": تعتبر هده الدراسة من بين الدراسات التي تطرقت إلى التنبؤ باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الخطية و غير الخطية و كذلك المزاوجة بين النموذجين أي النموذج الخطي ARMA و النموذج الغير الخطي و المتمثل في نماذج الشبكات العصبية. حيث تعرضت هده الدراسة لمحدودية مجموعة بيانات تدريب الشبكة باعتبارها من أهم المشاكل التي تواجه تطبيق الشبكات العصبية في مسائل مصادر المياه المختلفة و هده المحدودية تمنع الشبكة من التعلم بصورة سليمة خلال التدريب مما يقلل من مقدرة الشبكة التنبؤية و من أجل معالجة مشكلة محدودية البيانات في نماذج الشبكات العصبية اقترحت الدراسة استخدام نماذج ARMA من أجل توليد سلسلة اصطناعية و هده السلسة يتم دمجها في مجموعة بيانات التدريب لنماذج الشبكات العصبية .

و تم تطبيق هده الطريقة باستخدام بيانات المتوسط الشهري لتدفق النهر في محطة للمياه بمنطقة شرق المتوسط بتركيا و دلك للتنبؤ بالمتوسط الشهري للتدفقات . حيث نتائج الدراسة مقبولة نوعا ما باستخدام مثل هده النماذج, حيث منها :

⇦ استعمال الشبكات العصبية جد مهم في الوصول إلى نتائج قريبة من الواقع

⇦ نماذج ARMA تزيد من فعالية الشبكات العصبية ودلك من خلال توليد السلسلة الاصطناعية.

المحور الثاني: نموذج و منهجية الدراسة.

- **دراسة عدم الاستقرار في المتوسط:**

كما هو معلوم أن السلسلة الزمنية المستقرة هي تلك السلسلة الزمنية التي تتلخص فيها الشروط الإحصائية التالية:

$$E(yt) = \sigma^2$$
$$E(yt, yt_{-1}) = Var(yt, y_{t-1}) = \gamma_1$$
$$E(yt - \mu)(yt_{-1} - \mu) = \mu$$

المنارة للاستشارات

و من تم يظهر لنا أن عدم الاستقرار في السلسلة الزمنية يتأتى من عاملين إحصائيين و هما : المتوسط و التباين و منه :

$$E(y_t) = \mu \quad \forall t$$

و هذا يعني أن يكون متوسط السلسلة الزمنية ثابتا على طول الزمن.

و منه السلسلة الزمنية الغير المستقرة في جانب المتوسط يكون نموذجها كما يلي :

$$yt = bp + b_1 t + \ldots + b_d t^d + xt$$

$$xt \to N(0, \sigma^2)$$

- **دراسة عدم الاستقرار في التباين:**

كذلك من شروط إستقرار السلسلة الزمنية هو أن يكون تباينها ثابت و ذلك كما يلي :

$$Var(yt) = \gamma_0 \forall t$$

فمثلا للنموذج العشوائي التالي: $y_t = y_{t-1} + xt / xt \to N(0, \alpha^2)$

نجد من التعويض المستمر و المتكرر ما يلي: $yt = x1 + x2 + x2 + \ldots + xt$

و بأخذ التوقع و التباين كما يلي :

$$E(yt) = 0 \forall t$$

$$Var(yt) = t\sigma^2$$

حيث نلاحظ أن التباين يعتمد على الزمن t ، و منه سوف نأخذ التفاضل الاول للسلسلة كما يلي:

$$Wt = \nabla yt = yt - y_{t-1} = xt$$

و بأخذ التوقع و التباين نجد أن :

$$E(wt) = o \forall t$$

$$Var(wt) = \alpha^2 \forall t$$

إذن التفاضل الأول للسلسلة الزمنية الغير المستقرة حولها إلى سلسلة زمنية مستقرة

و بشكل عام لو كان التباين دالة لمستوى (متوسط) متغير على الشكل:

$$v(yt) = cf(\mu t)$$

حيث: $c \succ 0$

yt :دالة معروفة تعطي قيمة غير سالبة

μt : متوسط يتغير مع الزمن

المنارة للاستشارات

و بالتالي التباين يعتمد على الزمن، و هنا نحاول إيجاد تحويل $T(zt)$ أي إيجاد دالة T(.) لاستقرار التباين فالتحويل يكون كما يلي :

$$yt' = T(Yt) = \frac{y_t^{y} - 1}{\lambda}$$

حيث يعطي متسلسلة مستقرة في التباين حيث $\lambda \mathrm{E}(-\infty . + \infty)$ و هو معلم التحويل فالجدول التالي يعطي القيم الأكثر استخداما للمعلم λ مع التحويلات المقابلة لها :

λ	-0.1	-0.5	0.0	0.5	1.0
$y't$	$\frac{1}{yt}$	$\frac{1}{\sqrt{yt}}$	$\ln yt$	$\sqrt{yt}$	yt

- **نماذج ARIMA** :

إن عدم الاستقرار في نماذج السلاسل الزمنية ARMA يأتي معه دائما مفهوم الاستقرار أي جعل السلاسل الزمنية الغير مستقرة و ذلك بإدراج مفهوم التكامل للسلاسل الزمنية، فنقول أن السلسلة الزمنية مستقرة من الدرجة الأولى أي أنه تم إجراء التفريق أو الفرق الأول أو التفاضل الأول أو التكامل الأول و لذلك نقول أن السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى و يتم ذلك كما يلي :

$$Dyt = yt - y_{t-1}$$

أما عن نماذج ARMA المتعلقة بالسلاسل الزمنية الغير مستقرة حيث يتم إجراء عليها بعض العمليات لجعلها مستقرة فتسمى بنماذج ARIMA أي : نماذج الانحدار الذاتي، التكاملي، المتوسط المتحرك، حيث يرفق بكل شق من هذا النموذج بدرجة معينة كما يلي (p,d,q) حيث p ترمز لدرجة ترمز للانحدار الذاتي ، أما d فيشير إلى درجة تكامل السلسلة و q ترمز إلى درجة المتوسط المتحرك ، فتقول نموذج ARIMA من الدرجة (p,d,q) و يكتب ARIMA (p,d,q)

أما من الناحية الرياضية فيمكن نمذجة السلسلة الزمنية المستقرة $w = \nabla^d yt$ على شكل نموذج انحدار ذاتي – متوسط متحرك من الدرجة (p,q) أي ARIMA (p,q)

$$\Phi p(B) wt = \Phi p(B) \nabla^d yt = \alpha' + Q_q(B) xt$$

المنارة للاستشارات

حيث أن: $xt \to wn(0,\alpha^2)$

يمكن كتابة هذه السلسلة أيضا كما يلي : $\Phi p(B)(1-B)^d\, yt = \alpha' + Q_q(B)xt$

حيث أن: $xt \to wn(0,\alpha^2)$

حيث أن هذا النموذج الرياضي الأخير سمي نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي- المتوسط المتحرك من الدرجة (p,d,q) حيث α' تمثل معلم الانحراف أو الانزياح أو التفاضل أو التكامل أو معلم درجة الاستقرار حيث هذه المعلمة d' محصور في المجال $-\infty$ و $+\infty$

- **أنواع و حالات نماذج ARIMA**

إن نماذج السلاسل الزمنية التكاملية هي عديدة و متنوعة و ذلك حسب درجة كل شق من النموذج العام ARIMA فعلى سبيل المثال ، إذا كانت درجة التكامل 0 فإننا نحصل على نموذج تكاملي صغرى أي أن السلسة مستقرة من المبدأ هذا ما يجعلنا نكتب نموذج ARIMA $(p,0,q)$ على شكل نموذج انحدار ذاتي – متوسط متحرك من الدرجة (p,q) كما يلي : ARMA (p,q) بدون إظهار $I=0$ في الكتابة ، و هكذا بالمثل فنحصل على حالات و أنواع منها :

- نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي
- نموذج المتوسط المتحرك – التكاملي
- نموذج المشي العشوائي بإنحراف

1. **نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي** :نموذج الانحدار الذاتي التكاملي هو نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي – المتوسط المتحرك من الدرجة $(p.d.o)$ أي ARIMA$(p.d.o)$ و من خصائص السلاسل الزمنية يمكن كتابة النموذج السابق على شكل ARI (p,d) و الذي يساوي ARIMA $(p.d.o)$ ، فمثلا إذا كان لدينا نموذج انحدار ذاتي من الدرجة الأولى لسلسلة زمنية مستقرة من الدرجة الأولى كذلك فيمكن كتابة النموذج كما يلي : ARI(1,1) حيث الشكل الرياضي لهذا النموذج هو :

المنارة للاستشارات

$$\phi_1(B)(1-B)yt = \sigma' + \theta_0(B)xt$$
$$(1-\phi_1 B)(1-B)yt = \sigma' + xt$$
$$\{\ 1-(\phi_1+1)B+\phi_1 B^2\ \}yt = \sigma' + xt$$
$$yt = \sigma' + (\phi_1+1)y_{t-1} - \phi_1 y_{t-2} + xt$$
$$xt \to wn(0,\sigma^2)$$
$$|\phi_1| \prec 1$$

2. نموذج المتوسط المتحرك – التكاملي :نموذج المتوسط المتحرك التكاملي هو نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي – المتوسط المتحرك من الدرجة (o,d,q) أي $\text{ARIMA}\ (o,d,q)$ ، حيث أن من خصائص نماذج السلاسل الزمنية تسمح لنا بكتابة $\text{IMA}(d,q)$ و التي من الناحية النظرية تساوي $\text{ARIMA}(o,d,q)$ فلو كان لدينا نموذج متوسط متحرك من الدرجة الأولى فيمكن كتابة $\text{IMA}(\mu)$ أي $\text{ARIMA}\ (0,1,1)$ حيث الصيغة الرياضية لهذا النموذج كما يلي :

$$\phi_0(B)(1-B)yt = \sigma' + \theta_1(B)xt$$
$$(1-B)yt = \sigma' + (1-\theta_1 B)xt$$
$$yt - Yt_{-1} = \sigma' + xt - \theta_1 xt$$
$$yt = \sigma' + y_{t-1} + xt - \phi_1 y_{t-1}$$
$$xt \to wn(0,\sigma^2)$$
$$|\Phi_1| \prec 1$$

3. نموذج المشي العشوائي بانحراف: بكل بساطة فإن نموذج المشي العشوائي بإنحراف هو نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي – المتوسط المتحرك من الدرجة $\text{ARIMA}(o,d,o)$ ، أي أن هذه السلسلة الزمنية لا تتبع نموذج انحدار ذاتي و ليس لأخطائها صفة المتوسط المتحرك و كذا هي سلسلة زمنية غير مستقرة ، فإن توفرت كل هذه الشروط نقول أن هذه السلسلة الزمنية تتبع نموذج مشي عشوائي بإنحراف و الذي نقصد به درجة التكامل أو الاستقرار.

حيث إذا كانت لدينا سلسلة زمنية تتبع مشي عشوائي أو سيرورة عشوائية و هي مستقرة من حيث الصيغة الرياضية لذلك تكتب كما يلي:

المنارة للاستشارات

$$\phi(B)(1-B)yt = \sigma' + \theta_0(B)xt$$
$$(1-B)yt = \sigma' + xt$$
$$yt = \sigma' + Y_{t-1} + xt$$
$$xt \to wn(0,\sigma^2)$$

حيث أن نماذج السلاسل الزمنية التي تتبع سيرورة المشي العشوائي بإنحراف تلك النماذج الإقتصادية التي تتبع الحالات الخاصة أو الظواهر النادرة في الاقتصاد و التي لا يمكن نمذجتها بأحد الطرق الإحصائية أو القياسية بل نلجأ إلى طرق بحوث العمليات كالمحاكاة

المحور الثالث: الدراسة التطبيقية:

1- التنبؤ باستخدام نماذج ARIMA:

يعتبر بناء نموذج قياسي تنبئي لاشتراكات الأنترنت باستخدام نماذج السلاسل الزمنية ARMA من بين أهم النماذج المستعملة في اتخاد القرارات الاستثمارية من طرف وكالات المتعاملين المقدمي لهذه الخدمة, و كذلك من أجل عدم ضياع فرص متاحة قد لا تتاح مرة أخرى.

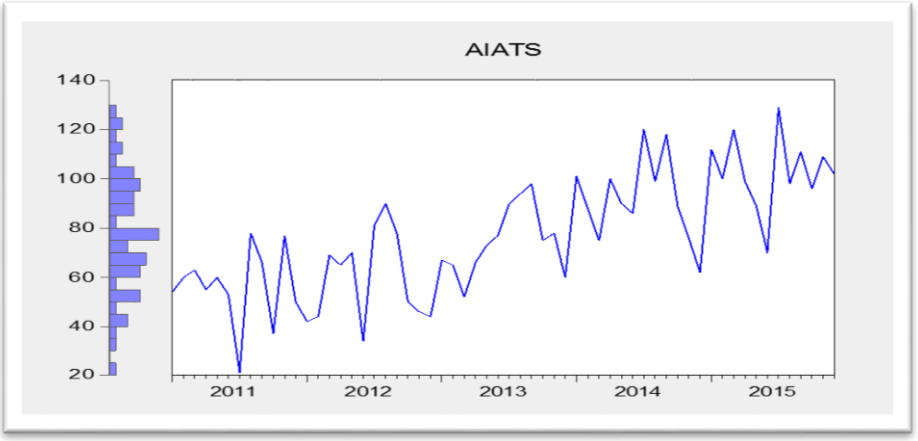
لذلك حاولنا في هذه المرحلة من الدراسة من تطبيق أحد نماذج السلاسل الزمنية الخطية و المتمثلة في نماذج الانحدار الخطي_ المتوسط المتحرك على السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت بالنسبة للمتعامل " اتصالات الجزائر" و كالة سعيدة و ذلك بغرض التنبؤ المستقبلي.

1-1- دراسة و صفية للسلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت للمتعامل "اتصالات الجزائر" و كالة سعيدة":

من أجل دراسة و تحليل السلسة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر –وكالة سعيدة – لابد من دراسة شكل السلسلة الزمنية الممثلة لهذه الاشتراكات و كدا محاولة معرفة الخصائص الاحصائية و القياسية لهده السلسلة و ذلك من أجل معرفة النموذج الملائم للنمذجة الخاص بهذه السلسلة الزمنية و كذا معرفة الطرق القياسية الواجب استعمالها لتقدير هذا النموذج من أجل بلوغ نموذج قياسي يقترب من تفسير حقيقة السلسة الزمنية من أجل إعطاء تقديرات مستقبلية تقترب من الواقع. و من أجل دراسة و تحليل سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر –وكالة سعيدة – لابد من معرفة التغيرات الجوهرية التي تطرأ على هذه السلسلة أو بالأحرى مكونات هذه السلسة و المتمثلة أساسا في : الاتجاه العام , التغيرات الموسمية , الدورية , العشوائية. و الشكل التالي يظهر تحركات هده السلسة :

المنارة للاستشارات

الشكل01 : منحنى اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر –وكالة سعيدة– للفترة : جانفي 2011– ديسمبر 2015



المصدر: من إعداد الطالب بالإعتماد على برنامج eviews.

فمن خلال المنحنى الممثل لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر –وكالة سعيدة– نلاحظ أن السلسلة بها تذبذبات أي ليس بها استقرارية, و هذا ما يؤشر على وجود عشوائية بالسلسلة الزمنية , و كذلك من خلال ملاحظة السلسلة الزمنية نلاحظ أن هناك توجه في نفس الاتجاه في الفترات التالية : 2011 – 2012, ما بين سنتين 2013و 2014, ما بين سنتين 2014 و 2015, و خلال سنة 2015 و هذا ما يؤشر على وجود دورية في السلسلة الزمنية , أما عن وجود الاتجاه العام فنلاحظ أن السلسلة لها اتجاه عام .

2-1– دراسة احصائية و صفية للسلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت للمتعامل "اتصالات الجزائر" و كالة سعيدة":

إن السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت للمتعامل اتصالات الجزائر " وكالة سعيدة" تتكون من 60 مشاهدة (مشترك) حيث المتوسط الحسابي للسلسلة يقدر ب 76,50 مشترك, أما عن أدنى قيمة للسلسلة تقدر ب 21 مشترك, أما عن أعلى قيمة تقدر ب 129 مشترك. و يقدر تشتت قيم السلسلة لاشتراكات الأنترنت عن متوسطها الحسابي بانحراف معياري 77,016 مشترك و هو ما يعطينا فكرة أولية حول درجة عدم تجانس مستويات السلسلة.

المنارة للاستشارات

إن المعطيات البيانية و التحليل الاحصائي السابق لا يمكن أن يعطينا جوابا واضحا حول حقيقة السلسلة الزمنية و مكوناتها , كما أنه بالرغم من ملاحظة السلسلة الزمنية بالعين المجردة لا يمكن أن يعطينا حقيقة استقرارية السلسلة الزمنية من عدم استقراريتها لذلك يتوجب علينا القيام بمجموعة من الاختبارات الاحصائية حتى نتمكن من دراستها.

1-3- اختبار استقرارية السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت للمتعامل "اتصالات الجزائر" و كالة سعيدة":

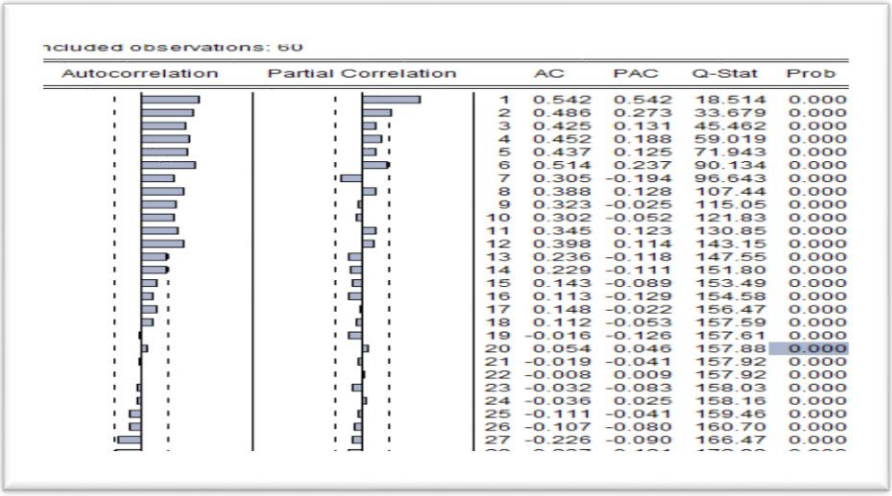
كما و سبق أن أوردنا في الجانب النظري للسلاسل الزمنية تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا تذبذبت حول وسط حسابي ثابت مع تباين ليس له علاقة بالزمن و لاختبار استقرارية السلسلة الزمنية من عدمه يوجد عدة اختبارات و أدوات إحصائية لذلك:

✓ **اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت:**

تكون السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" مستقرة إذا كانت معاملات دالة ارتباطها معنويا لا تختلف عن الصفر من أجل كل $k \geq 0$ حيث من خلال نتائج تقدير دالة الارتباط الذاتي و دالة الارتباط الذاتي الجزئية و بالاستعانة ببرنامج eviews تحصلنا على الشكل التالي:

الشكل02: دالتي الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئية لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة"

المنارة للاستشارات



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.542	0.542	18.514	0.000
2	0.486	0.273	33.679	0.000
3	0.425	0.131	45.462	0.000
4	0.452	0.188	59.019	0.000
5	0.437	0.125	71.943	0.000
6	0.514	0.237	90.134	0.000
7	0.305	-0.194	96.643	0.000
8	0.388	0.128	107.44	0.000
9	0.323	-0.025	115.05	0.000
10	0.302	-0.052	121.83	0.000
11	0.345	0.123	130.85	0.000
12	0.398	0.114	143.15	0.000
13	0.236	-0.118	147.55	0.000
14	0.229	-0.111	151.80	0.000
15	0.143	-0.089	153.49	0.000
16	0.113	-0.129	154.58	0.000
17	0.148	-0.022	156.47	0.000
18	0.112	-0.053	157.59	0.000
19	-0.016	-0.126	157.61	0.000
20	0.054	0.046	157.88	0.000
21	-0.019	-0.041	157.92	0.000
22	-0.008	0.009	157.92	0.000
23	-0.032	-0.083	158.03	0.000
24	-0.036	0.025	158.16	0.000
25	-0.111	-0.041	159.46	0.000
26	-0.107	-0.080	160.70	0.000
27	-0.226	-0.090	166.47	0.000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

فمن خلال الملاحظة لدالة الارتباط الذاتي و دالة الارتباط الذاتي الجزئي نلاحظ أنه في دالة الارتباط الذاتي البسيط هي في تناقص سريع أشبه ما يكون بتناقص هندسي ابتداء من أول تأخر.

أما دالة الارتباط الذاتي الجزئي فهي في تناقص أسي ابتداءا من الدرجة الثانية, كما نلاحظ أن المعاملات المحسوبة من أجل كل الفجوات k تقريبا تختلف معنويا عن الصفر خارج مجال الثقة عند مستوى معنوية 05 %, لكن هذا لا يكفي بل نلجأ إلى اختبار Ljung-Box الذي سوف يساعدنا في دراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي.

✓ **اختبار Ljung-Box**:

نستعمل اختبار Ljung-Box لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي ذات الفجوات الأقل من 28 حيث توافق احصائية الاختبار المحسوبة LB اخر قيمة في العمود Q-Stat و ذلك كما هو موضح في الشكل السابق , حيث تحسب احصائية Ljung-Box بالعلاقة التالية :

$$LB = n(n+2)\sum_{K=1}^{28}\frac{\hat{\rho}_K^2}{n-k} = 60(60+2)\sum_{K=1}^{28}\frac{\hat{\rho}_K}{60-k} = 172.98$$

نستخرج قيمة احصائية كأي مربع من الجدول الاحصائي المبين في الملحق :

$$\chi^2_{0.05.28} = 16.928$$

المنارة للاستشارات

نقارن بين الاحصائيتين كما يلي فنجد مايلي :

$$LB \geq \chi^2_{0.05.28}$$

و منه نرفض فرضية العدم القائلة بأن كل معاملات الارتباط الذاتي سواء معاملات الارتباط الذاتي البسيط أو معاملات الارتباط الجزئي مساوية للصفر $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \ldots\ldots = \rho_{28}$ أي أنه هناك معنوية كلية لمعاملات دالتي الارتباط البسيطة و الجزئية.

✓ **اختبار ديكي فولار المطور Dickey–Fuller (ADF) Test Augmented:**

يعتبر اختبار ديكي فولار المطور من بين أهم اختبارات الاستقرارية للسلاسل الزمنية حيث يدلنا هذا الاختبار على أبسط طريق لجعل السلسلة الزمنية تستقر إذا توفرت بطبيعة الحال بعض الشروط و الفروض الاحصائية كما تم الاشارة اليه في الجانب النظري , و يستعمل هذا الاختبار من أجل تفادي مشكل الارتباط الذاتي للأخطاء, حيث يعتمد هدا الاختبار على معايير AK و Sch و HQ لاختيار مستوى التأخرات من أجل بناء نماذج الاختبار, حيث يعتمد هذا الاختبار على النماذج الرياضية التالية :

$$\Delta ABONINT_t = \lambda ABONINT_{t-1} - \sum \phi_{J+1} \Delta ABONINT_{t-1} + \mu_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\Delta ABONINT_t = \lambda ABONINT_{t-1} - \sum \phi_{j+1} \Delta ABONINT_{t-1} + C + \mu_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\Delta ABONINT_t = \lambda ABONINT_{t-1} - \sum \phi_{j+1} \Delta ABONINT_{t-1} + C + bT + \mu_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

و من أجل اختبار استقرارية السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الانترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر " وكالة سعيدة" سوف نتتبع خطوات اختبار ديكي فولر المطور السالفة الذكر في الجانب النظري على النحو التالي:

حيث بالاستعانة ببرنامج **eviews** و حسب تكرار عملية التقدير عدة مرات و بأخذ بعين الاعتبار المعايير السالفة الذكر (HQ , Sch , AK) و جدنا أن مستوى التأخير الملائم في هذا الاختبار الخاص بالسلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر – وكالة سعيدة – هو 06 و منه سوف نقدر نماذج هذا الاختبار حسب هذا التأخير كما يلي:

المنارة للاستشارات

تقدير النموذج 6: فبعد الاستعانة ببرنامج **eviews** و بعد أخذ الفروق الأولى تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول01: اختبار ADF للسلسلة الزمنية للنموذج 6.

Null Hypothesis: D(AIATS) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 6 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.391267	0.0051
Test critical values:	1% level	-4.144584	
	5% level	-3.498592	
	10% level	-3.178578	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AIATS,2)
Method: Least Squares
Date: 10/02/16 Time: 19:20
Sample (adjusted): 2011M09 2015M12
Included observations: 52 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(AIATS(-1))	-4.162517	0.947908	-4.391267	0.0001
D(AIATS(-1),2)	2.485165	0.875642	2.838105	0.0069
D(AIATS(-2),2)	1.844127	0.747477	2.467136	0.0177
D(AIATS(-3),2)	1.197335	0.600287	1.994504	0.0524
D(AIATS(-4),2)	0.697898	0.441935	1.579187	0.1216
D(AIATS(-5),2)	0.266611	0.288746	0.923343	0.3610
D(AIATS(-6),2)	0.241051	0.146983	1.639504	0.1083
C	2.039729	5.916113	0.344775	0.7319
@TREND(2011M01)	0.055525	0.160631	0.345670	0.7313

R-squared	0.835594	Mean dependent var	-1.230769
Adjusted R-squared	0.805006	S.D. dependent var	39.17213
S.E. of regression	17.29766	Akaike info criterion	8.695130
Sum squared resid	12865.99	Schwarz criterion	9.032845
Log likelihood	-217.0734	Hannan-Quinn criter.	8.824602
F-statistic	27.31838	Durbin-Watson stat	2.017154
Prob(F-statistic)	0.000000		

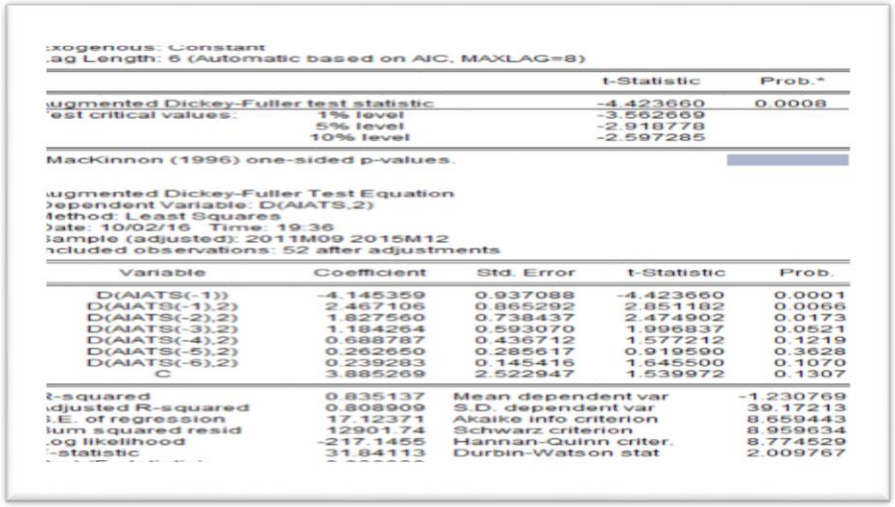
المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

إذن من خلال النتائج التي توصلنا إليها نلاحظ أن احصائية ديربن واتسون تساوي 2,017 أي أنها أكبر من 02 و بالتالي النموذج خال من مشكل الارتباط الذاتي للأخطاء .

كما نلاحظ أن معامل الاتجاه العام يختلف معنويا عن الصفر أي نرفض فرضية نموذج TS إلا أنه يوجد جدر وحدوي بالنسبة للتأخرات و منه سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" غير مستقرة من الدرجة الأولى و بالتالي ننتقل إلى بناء النموذج ذو الرمز 5 كما يلي:

الجدول02: اختبار ADF للسلسلة الزمنية للنموذج 5.

المنارة للاستشارات



:xogenous: Constant
:ag Length: 6 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

		t-Statistic	Prob.*
ugmented Dickey-Fuller test statistic		-4.423660	0.0008
est critical values:	1% level	-3.562669	
	5% level	-2.918778	
	10% level	-2.597285	

MacKinnon (1996) one-sided p-values.

ugmented Dickey-Fuller Test Equation
)ependent Variable: D(AIATS,2)
lethod: Least Squares
)ate: 10/02/16 Time: 19:36
iample (adjusted): 2011M09 2015M12
ncluded observations: 52 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(AIATS(-1))	-4.145359	0.937088	-4.423660	0.0001
D(AIATS(-1),2)	2.467106	0.865292	2.851182	0.0066
D(AIATS(-2),2)	1.827560	0.738437	2.474902	0.0173
D(AIATS(-3),2)	1.184264	0.593070	1.996837	0.0521
D(AIATS(-4),2)	0.688787	0.436712	1.577212	0.1219
D(AIATS(-5),2)	0.262650	0.285617	0.919590	0.3628
D(AIATS(-6),2)	0.239283	0.145416	1.645500	0.1070
C	3.885269	2.522947	1.539972	0.1307

?-squared	0.835137	Mean dependent var	-1.230769
djusted R-squared	0.808909	S.D. dependent var	39.17213
.E. of regression	17.12371	Akaike info criterion	8.659443
ium squared resid	12901.74	Schwarz criterion	8.959634
.og likelihood	-217.1455	Hannan-Quinn criter.	8.774529
-statistic	31.84113	Durbin-Watson stat	2.009767

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

إذن من خلال تقدير النموذج 5 لاختبار الاستقرارية لديكي فولر المطور تبين أن السلسلة الزمنية لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" تتبع سيرورة DS ذو مشتق لأن معامل الثابت لا يختلف معنويا عن الصفر , كما بينت النتائج أن بعض معاملات التأخرات المأخوذة بعين الاعتبار غير معنوية لأن نسب ستودنت المحسوبة أقل من نسب ستودنت الجدولية عند مختلف مستويات المعنوية, و هذا ما يؤشر لأول وهلة على أن السلسلة تحتوي على العشوائية .

و كخلاصة لدراسة استقرارية السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة " توصلنا إلى النتائج التالية :

- مركبة الموسمية ضئيلة و لا تظهر في السلسلة في حين تلك الفترات التي تظهر في الشكل البياني على أنها مركبات دورية أو فصلية فهي غير منتظمة لذلك فندتها النتائج بعدم وجود الموسمية في السلسلة.
- أما عن مركبة الاتجاه العام فهي لا تأخذ مسار واضح في الشكل البياني الممثل للسلسلة الزمنية و ذلك ما اوضحته نتائج الاختبارات.
- و بالتالي فإن التغيرات العرضية أو العشوائية هي السبب الرئيسي لتغيرات اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" . و منه يمكن استنتاج أن النموذج الملائم لتقدير

المنارة للاستشارات

السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر هو نموذج الانحدار الذاتي مع المشي العشوائي للأخطاء .

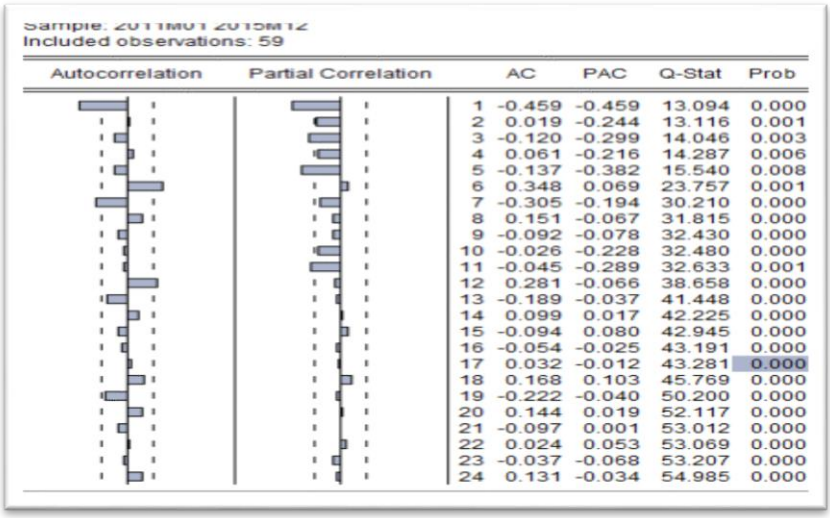
1-4- تعديل استقرارية السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت للمتعامل "اتصالات الجزائر" و كالة سعيدة":

حسب اختبارات الاستقرارية السابقة تبين أن سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" ليست مستقرة من النوع العشوائي , و بالتالي فإن احسن طريقة لجعلها مستقرة هي طريقة الفروق .

$$\Delta ABONINT = ABONINT_t - ABONINT_{t-1}$$

و الشكل التالي يبين دالتي الارتباط البسيط و الجزئية لسلسلة الفروق الأولى كما يلي:

الشكل03: دالتي الارتباط البسيط و الجزئية لسلسلة الفروق الأولى.



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.459	-0.459	13.094	0.000
2	0.019	-0.244	13.116	0.001
3	-0.120	-0.299	14.046	0.003
4	0.061	-0.216	14.287	0.006
5	-0.137	-0.382	15.540	0.008
6	0.348	0.069	23.757	0.001
7	-0.305	-0.194	30.210	0.000
8	0.151	-0.067	31.815	0.000
9	-0.092	-0.078	32.430	0.000
10	-0.026	-0.228	32.480	0.000
11	-0.045	-0.289	32.633	0.001
12	0.281	-0.066	38.658	0.000
13	-0.189	-0.037	41.448	0.000
14	0.099	0.017	42.225	0.000
15	-0.094	0.080	42.945	0.000
16	-0.054	-0.025	43.191	0.000
17	0.032	-0.012	43.281	0.000
18	0.168	0.103	45.769	0.000
19	-0.222	-0.040	50.200	0.000
20	0.144	0.019	52.117	0.000
21	-0.097	0.001	53.012	0.000
22	0.024	0.053	53.069	0.000
23	-0.037	-0.068	53.207	0.000
24	0.131	-0.034	54.985	0.000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

من خلال ملاحظة دالتي الارتباط البسيطة و الجزئية لسلسلة الفروق الأولى للسلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" نجد أن معظم الحدود الممثلة لمعاملات دالتي الارتباط البسيطة و الجزئية داخل مجال الثقة و عند مختلف مستويات المعنوية, كما أن معظم أو كل الاحتمالات أقل من 0,05 و عند مختلف مستويات المعنوية و هو ما يشير إلى معنوية النموذج.

المنارة للاستشارات

أما عن نتائج اختبار ديكي فولر لاستقرارية سلسلة الفروق الأولى فهي موضحة في الشكل التالي:

الجدول03: نتائج اختبار ديكي فولر لاستقرارية سلسلة الفروق الأولى لاشتراكات الأنترنت.

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.935836	0.0000
Test critical values:	1% level	-4.137279	
	5% level	-3.495295	
	10% level	-3.176618	

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

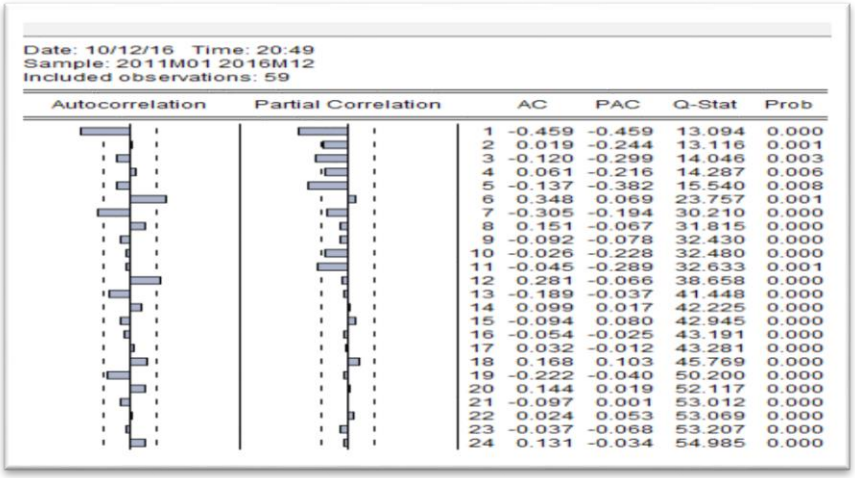
فمن خلال نتائج اختبار ديكي فولر لاستقرارية سلسلة الفروق الأولى لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" نلاحظ أن نسبة ستودنت المحسوبة أصغر من نسب ستودنت الجدولية عند مختلف مستويات المعنوية و بالتالي نرفض الفرضية العدمية مما يعني عدم وجود جدر أحادي , و هذا إن دل إنما يدل على أن السلسلة الزمنية مستقرة من الدرجة الأولى أي أن سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة سعيدة" متكاملة من الدرجة الأولى.

1-5- تحديد نموذج السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت للمتعامل "اتصالات الجزائر" و كالة سعيدة":

في هذه المرحلة من الدراسة سوف نتأكد من استقرارية السلسلة الزمنية المعدلة و كذلك نتعرف على النماذج الممكنة لهذه السلسة , و يتم ذلك من خلال الرسم البياني للارتباط البسيط و الارتباط الجزئي و الشكل التالي يبين ذلك:

الشكل04: الرسم البياني لدالتي الارتباط الجزئي و البسيط

المنارة للاستشارات


Date: 10/12/16 Time: 20:49
Sample: 2011M01 2016M12
Included observations: 59

	Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
			1	-0.459	-0.459	13.094	0.000
			2	0.019	-0.244	13.116	0.001
			3	-0.120	-0.299	14.046	0.003
			4	0.061	-0.216	14.287	0.006
			5	-0.137	-0.382	15.540	0.008
			6	0.348	0.069	23.757	0.001
			7	-0.305	-0.194	30.210	0.000
			8	0.151	-0.067	31.815	0.000
			9	-0.092	-0.078	32.430	0.000
			10	-0.026	-0.228	32.480	0.000
			11	-0.045	-0.289	32.633	0.001
			12	0.281	-0.066	38.658	0.000
			13	-0.189	-0.037	41.448	0.000
			14	0.099	0.017	42.225	0.000
			15	-0.094	0.080	42.945	0.000
			16	-0.054	-0.025	43.191	0.000
			17	0.032	-0.012	43.281	0.000
			18	0.168	0.103	45.769	0.000
			19	-0.222	-0.040	50.200	0.000
			20	0.144	0.019	52.117	0.000
			21	-0.097	0.001	53.012	0.000
			22	0.024	0.053	53.069	0.000
			23	-0.037	-0.068	53.207	0.000
			24	0.131	-0.034	54.985	0.000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

إذن من خلال النتائج المتحصل عليها و على ما تقدم و بالنظر في معاملات دالة الارتباط البسيط و دالة الارتباط الجزئي يمكننا اقتراح النماذج التالية :

النموذج المقترح: حيث من خلال مخرجات برنامج **eviews** تحصلنا على:

الجدول04: تقدير و اختبار نموذج (ARIMA(2 .1.1:

Dependent Variable: AIATS
Method: Least Squares
Date: 10/13/16 Time: 07:23
Sample (adjusted): 2011M03 2015M12
Included observations: 58 after adjustments
Convergence achieved after 6 iterations
MA Backcast: 2011M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	79.26835	7.029783	11.27607	0.0000
AR(2)	0.461729	0.131648	3.507315	0.0009
MA(1)	0.444877	0.130924	3.397984	0.0013

R-squared	0.343720	Mean dependent var	77.70690
Adjusted R-squared	0.319855	S.D. dependent var	24.11304
S.E. of regression	19.88625	Akaike info criterion	8.868272
Sum squared resid	21750.45	Schwarz criterion	8.974847
Log likelihood	-254.1799	Hannan-Quinn criter.	8.909785
F-statistic	14.40282	Durbin-Watson stat	2.130936
Prob(F-statistic)	0.000009		

Inverted AR Roots	.68	-.68
Inverted MA Roots	-.44	

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

المنارة للاستشارات

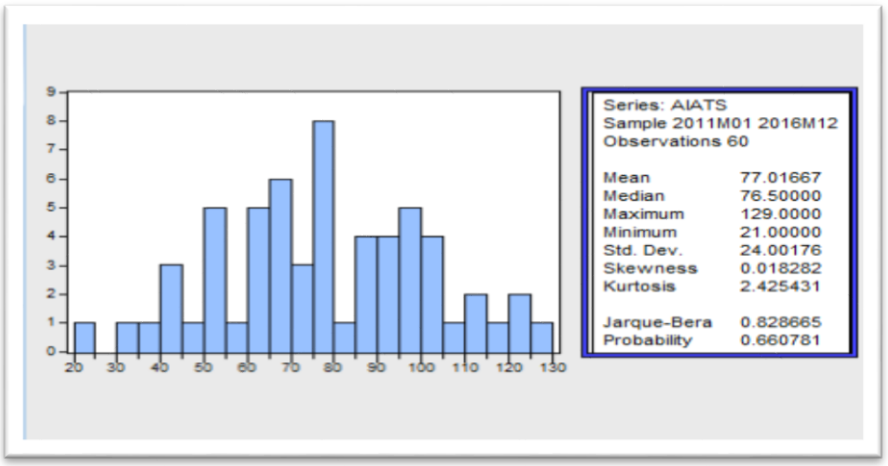
فبالنظر إلى الانحراف المعياري للمعلمات التي تقابل AR(2) و MA(1) نقول أن هذه المعلمات كلها معنوية إحصائيا , لأن القيمة المطلقة المقابلة لها أكبر من الجدولية للتوزيع الطبيعي و التي تساوي 1,96 و من تم فإن النموذج يكتب كما يلي :

$$ARIMA(2,1,1): Internet_t = 29,76 + 0.46Internet_{t-2} + \varepsilon_t - 0.44\varepsilon_{t-1}$$

✓ **تشخيص النموذج و اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء :**

نقوم في هذه المرحلة باختبار جودة النموذج من خلال تحليل البواقي من أجل التأكد من أنها تتبع توزيع طبيعي أم انها تشكل صدمات عشوائية و ذلك من خلال :

الشكل05: التوزيع الطبيعي للأخطار للتفاضل الأول للسلسلة الزمنية



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج eviews

من خلال الاختبارات المبينة نلاحظ انه كل المؤشرات تدل على أن الخطأ العشوائي يتبع التوزيع الطبيعي و هدا تأكيد لنتائج الاختبارات السابقة وبالتالي لا ننتقل للتقدير بنماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباينات الأخطاء.

و منه النموذج مقبول احصائيا للتنبؤ باشتراكات الأنترنت في المستقبل من طرف المتعامل اتصالات الجزائر.

المنارة للاستشارات

النتائج و التوصيات:

من بين النتائج المتوصل إليها من خلال دراستنا هذه ما يلي:

⇦ من النماذج الحديثة نسبيا التي تستخدم في التنبؤ الاقتصادي نماذج الشبكات العصبية و نماذج ARIMA التي وضعها كل من بوكس و جنكنز, و هده النماذج تمتاز بقدرتها التنبؤية العالية مقارنة بالطرق الأخرى للتنبؤ.

⇦ عند تعدد طرق التنبؤ الاقتصادي المستخدمة يستلزم حساب مقاييس الجودة التنبؤية لمعرفة الأسلوب الأفضل في التنبؤ.

⇦ تم بناء نماذج بوكس _ جنكنز باستخدام نموذج الانحدار الذاتي و المتوسط المتحرك التكاملية من الدرجة ARIMA (2.1.1) بناء على نتائج دالتي الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي و قد تم التأكد من أن هدا النموذج جيد و يعطي تنبؤات دقيقة و قريبة من الواقع من خلال حساب الإحصائية Q .

الخلاصة:

إن عملية التنبؤ باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الخطية و غير الخطية يتأثر بشكل أو بأخر بمجموعة من العوامل كنوع بيانات السلسلة الزمنية , طبيعة نوع النموذج المراد تقديره, حجم و دقة البيانات المستعملة, هدا ما يؤثر على دقة التنبؤات المستقبلية , ضف إلى ذلك أن لمكونات السلسلة الزمنية في حد ذاتها علاقة باختيار نوع النموذج و ما مدى قدرته التنبؤية. فمثلا ماهو النموذج الملائم لنمذجة السلسلة الزمنية التي تحتوي على عنصر الموسمية فهل نستعمل نماذج SARIMAمثلا أم نستعمل نماذج التحليل الطيفي, و كذلك مثلا في حالة السلسلة الزمنية التي تحتوي على التذبذبات العشوائية فما هو النموذج الملائم , هل نستعمل نموذج-ARMA ARCHأم نستعمل نموذج ARCH فقط و هكذا . و لكي نتحصل على نموذج تنبؤي يقترب من الواقع لابد من الأخذ بعين الاعتبار طبيعة السلاسل الزمنية إن كانت سلاسل زمنية خطية أو سلاسل زمنية غير خطية و كذا مركبات السلسلة الزمنية من مركبة فصلية أو عشوائية أو دورية.

المنارة للاستشارات

المراجع المعتمدة:

باللغة العربية:

1. مولود حشمان، "نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1998.

2. وليد إسماعيل السيفو وآخرون، "الاقتصاد التحليلي القياسي بين النظرية والتطبيق"، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2003.

3. المجلة العراقية للعلوم الإدارية الاقتصادية (جميع الأعداد)

4. المجلة العراقية للعلوم الإحصائية (جميع الأعداد)

باللغة الفرنسية:

1. Regis Bourbonnis :" Econométrie manuelle et exercice corrigées ", 3ème édition Dunod, Paris 2004.

2. Regis Bourbonnis :" Econométrie manuelle et exercice corrigées ", 7ème édition Dunod, Paris 2008.

3. Regis Bourbonnis :" Econométrie manuelle et exercice corrigées ", 8ème édition Dunod, Paris 2010.

4. Regis Bourbonnis :" Econométrie manuelle et exercice corrigées ", 5ème édition Dunod, Paris 2006.

5. Hassen Bennaceur ; "econométrie :Notes de cours_ exercices corriges ",centre de publication uviversitaire ;tunise 2010

6. Williame H , Greene ; "econométric Analysis "Seventh Edition

7. Nicolas Carnot ,BrunoTassot ,"La prévision économique " Economica ,Paris

8. Eric Dor ,"Econométrie :Synthése de cours ,Exercice corrigés ", Tunis

9. Sami Khedhiri "cours D'introduction à L'économetrie "Centre de publication universitaire , 2005

10. Sami Khedhiri ,"Cours D'econométrie :méthodes et application ", Learns Science publication ,Paris ,2007

11. Gabriel Blick ; "La macroéconomie en fiches ". ellipses . Paris . 2002

12. Michel Terraza , Regis Bourbonnais , "Analyse des series temporelles , application à l'économie et à la gestion "2 em édition , Dunod , paris

المنارة للاستشارات

13. Jean- Jacque Droesbeke et autre , "Modalisation ARCH :Théorie statistique et applications dans le domaine de la finance "éditions ellipses , Belgique , 1994
14. Omer Ozcicek , Baton Rouge ,LA , "Lag Lemgth Selection in Vector Autoregressive Modeles "70803. Wiliam Douglas McMiblin
15. Lardic .S et Mignon ,"economitrie des séries temporelles macroéconomique ", Economica , 2000

المنارة للاستشارات