النماذج الكمية في بناء وتطوير الأنظمة التنبؤية للمعطيات ذات طابع السلاسل الزمنية داخل المؤسسة الخدمية الجزائرية – دراسة تطبيقية–

تاج عبد الكريم — جامعة سعيدة
مراس محمد — جامعة سعيدة
محمد الشريف الأمين — المركز الجامعي اليزي

الملخص:
المقال عبارة عن دراسة تجريبية لأهمية استخدام النماذج الكمية في عملية التنبؤ وخاصة استعمال السلاسل الزمنية في عملية بناء النماذج التنبؤية، حيث قمنا بمحاولة تطوير نموذج رياضي تنبؤي والقيام باختبار مدى قدرته التنبؤية.
الكلمات المفتاحية: نماذج رياضية، السلاسل الزمنية، التنبؤ.

Abstract:
This is an empirical study of the importance of using quantitative models in the prediction process، especially the use of time series in predictive modeling. We have attempted to develop a predictive mathematical model and test its predictive power.
Key words : Mathematical models، time series، Forecasting

تمهيد:

التنبؤ هدف النظرية الاقتصادية وممارساتها، فالإنسان عندما يدرس الظواهر الاقتصادية ويحللها باستخدام الأساليب النظرية (اللفظية) والقياسية والرياضية ماهي إلا محاولة لاكتشاف توجهات هذه الظاهرة في المستقبل وتحديد ماهي العوامل والمؤثرات في توجهات هذه الظاهرة. "حيث الكثير من الأشخاص يستخدمون التنبؤ بأشكاله المختلفة ولكن القليل منهم من يعترف بوجود آلية منطقية أو نموذج رياضي في التنبؤ....". حيث التنبؤ في الميدان الاقتصادي أخد قسطا وافرا من الاهتمام والبحث والتطوير من قبل المفكرين والباحثين الاقتصاديين، ودلك نظرا لتعقد العمليات والنشاطات وكثرة الارتباطات بين الوحدات والمؤسسات والإدارات داخل المؤسسة الاقتصادية الواحدة وخاصة في العصر الاقتصادي الحالي الذي يشهد العديد من التحولات التكنولوجية والمعرفية ودلك نتاجا لما يعرف بالعولمة الاقتصادية.

ليس هدا فحسب بل تظهر أهمية التنبؤ بالنسبة للمؤسسة الاقتصادية من خلال صعوبة التدبير والإدارة وتعقد تسيير المؤسسات الاقتصادية الضخمة إداريا بضخامة حجم عمالها و تعقد تنظيماتها ، و اقتصاديا

بتنوع و كبر حجم تشكيلة منتجاتها ، وهدا ما يجعل التنبؤ حجر الزاوية لجل عمليات التخطيط الاقتصادي و الإداري داخل المؤسسة الاقتصادية سواء كانت هذه المؤسسة مؤسسة إنتاجية صناعية أو مؤسسة إنتاجية خدمية ، حيث المؤسسة بمجرد محاولتها للتخطيط الاقتصادي و الإداري لعملياتها فهي تحاول ببساطة أخد قرارات مستقبلية ، و هدا لا يتسنى للمؤسسة بدون عملية التنبؤ الاقتصادي لأن التنبؤ الاقتصادي يعتبر الخطوة الأولى و الأساسية في عملية التخطيط الاقتصادي ، و بالتالي عندما تقوم إدارة المؤسسة بالتخطيط فهي تحاول أن تحدد في الوقت الحالي مجموع الأعمال و الأنشطة و القرارات التي سوف تقوم المؤسسة الاقتصادية بتنفيذها أو القيام بها في المستقبل و هدا هو جوهر عملية التنبؤ الاقتصادي داخل المؤسسة الاقتصادية .

و تعد نماذج السلاسل الزمنية الخطية كنماذج الانحدار الخطي و نماذج الانحدار الخطي _ المتوسط المتحرك ونماذج السلاسل الزمنية غير الخطية كنماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم ثبات تباين حد الخطأ ، و نماذج الشبكات العصبية، و نماذج سلاسل فوريه 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 .

لذلك نطرح الاشكالية الجوهرية التالية: **ما مدى اهمية النماذج الكمية للسلاسل الزمنية في بناء وتطوير الأنظمة التنبؤية داخل المؤسسة الخدمية الجزائرية؟** .

هدف الدراسة:

إن المعالجة الموضوعية لهدا البحث تستهدف تحقيق الأهداف التالية:

- التطرق إلى مختلف الطرق والتقنيات المستعملة في التنبؤ على الخدمات باستخدام السلاسل الزمنية.
- تبيان أهمية التنبؤ الاقتصادي في المؤسسات المقدمة للخدمات (اشتراكات الهاتف النقال).
- تبيان أثر استعمال السلاسل الزمنية في تطوير الأنظمة التنبؤية

أهمية الدراسة:

إن التطرق إلى موضوع التنبؤ باشتراكات خدمات الأنترنت باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الخطية وغير الخطية دو أهمية علمية جادة تتمثل في:

- نقص الدراسات العلمية والأكاديمية في مجال التنبؤ بالخدمات باللغة العربية، وبالتالي البحث إضافة علمية في هدا الميدان.
- يكتسي البحث أهميته من خلال التطرق إلى مختلف نماذج السلاسل الزمنية الخطية والغير الخطية المستعملة في التنبؤ باشتراكات خدمات الأنترنت والمقارنة بينها. وماهي شروط وظروف تطبيقها، وماهي الأسباب التي تؤدي إلى تطبيق نموذج عن أخر؟

أولا: التنبؤ والأنظمة التنبؤية

التنبؤ الاقتصادي هو نافدة مفتوحة على المستقبل بالنسبة للمنظمات الاقتصادية، حيث التنبؤ ما هو إلا توقع لما سيحدث في المستقبل من أحداث، إذن التنبؤ هو عملية عرض حالي لمعلومات مستقبلية اعتمادا على معلومات تاريخية وذلك بعد دراسة سلوكها، لذلك فالهدف الرئيسي لعملية التنبؤ هو الاستخدام الافضل للمعلومات المتاحة حاليا.

1- تعريف التنبؤ:

إن الجزم بإعطاء تعريف أو مفهوم واحد للتنبؤ قد يؤدي بنا إلى حصر هدا المفهوم في مجال ضيق لدلك وجب علينا إعطاء مجموعة من التعاريف المقدمة من طرف الباحثين والمختصين وذلك لتسليط الضوء على مفهوم التنبؤ وكذا نزع اللبس عن تعريف التنبؤ. حيث يمكن تعريف التنبؤ بأنه: محاولة من جانب الإدارة المنشأة لتقصي ما سوف يكون عليه حالة الطلب المستقل المستقبلي للسلع والخدمات بالوحدات أو بالقيم أو بهما معا خلال فترة زمنية معينة.

ويمكن تعريف التنبؤ كدلك على أنه: محاولة لتقدير مستوى المبيعات المستقبلية ودلك باستخدام المعلومات المتوافرة عن الماضي والحاضر، وبالتالي التنبؤ هو محاولة من المؤسسة لمعرفة المستقبل بعيون الماضي والحاضر.

وهناك من عرف التنبؤ على أنه فن وعلم التوقع بالأحداث المستقبلية، هو فن الخبرة والحدس والتقدير الإداري له دور في التنبؤ وفي اختيار الأسلوب الملائم في التنبؤ، وهو علم لأنه يستخدم الأساليب والطرق الموضوعية الرياضية والإحصائية في التنبؤ مما يرفع من درجة الدقة ويقلص من التحيز

والتنبؤ ليس حساب دقيق للمستقبل بقدر ما هو تقدير مبني على أسس فنية وعلمية، وبالتالي فهو أيضا ليس نوع من التخمين الدي لا يرتبط بنظام مرتب أو مقاييس موضوعية تحدد صورة المستقبل.

والتنبؤ ليس مجرد إجراء مجموعة من الحسابات والتقديرات عن صورة المستقبل بمعزل عن الخبرة، وإنما هو مزيج متكامل للعلم والفن والحكم الشخصي والخبرة والتجربة.

2- خصائص عملية التنبؤ:

أن التنبؤ الاقتصادي لكي يكون دو قيمة علمية وعملية لابد وأن تتميز عملية التنبؤ أو بالأحرى التنبؤ في حد ذاته بمجموعة من الخصائص والتي هي كما يلي:

- التنبؤ هو عملية مستمرة ومرنة يتم تنفيذه بشكل تدريجي
- التنبؤ يجب أن يكون أسلوب متكامل ببعده الزمني والمكاني وبمحتواه وإجراءاته.
- التنبؤ أسلوب مستدام أي عدم الانقطاع وعدم التوقف عن عملية التنبؤ.
- التنبؤ أسلوب بيئي يأخذ بعين الاعتبار البعد البيئي للمنظمات والهياكل.
- التنبؤ أسلوب شامل يشمل جميع قضايا التنظيم.
- التنبؤ أسلوب جماعي أو مجتمعي يسمح بمشاركة الجماعات المستهدفة.
- التنبؤ أسلوب مرحلي يتكون من مجموعة من الخطوات المتتابعة والمتسلسلة والمترابطة.

4-الأهمية العلمية والعملية للتنبؤ الاقتصادي:

تعيش المؤسسة الاقتصادية في بيئة تتميز بالديناميكية هذا ما يجعلها تسترشد في اتخاد قراراتها بعملية التنبؤ، حيث تبرز أهمية ودور التنبؤ في المؤسسة الاقتصادية من خلال:

- يضمن وإلى حد كبير الكفاءة والفعالية للمؤسسة مع البيئة الخارجية
- معرفة احتياجات المؤسسة في المدى القصير والمتوسط
- يساهم في الحد من المخاطر التي قد تواجه المؤسسة
- يعطي صورة للمؤسسة عن توجهها المستقبلي
- يساهم وبقدر كبير في اتخاد القرارات وترقب اثارها مستقبلا.

ثانيا: النماذج الكمية للسلاسل الزمنية

1- تعريف السلسلة الزمنية:[1]

لقد تعددت تعارف ومفاهيم السلسلة الزمنية وذلك بتعدد وإخلاف التوجهات والتخصصات فمن بين التعريف التي قدمت في هذا المجال نجد:

تعرف السلسلة الزمنية على أنها: " مجموعة من القيم لمؤشر إحصائي معين مرتبة حسب تسلسل زمني ...، ممثلة تاريخيا بيوم أو شهر أو سنة " [2] أو أية وحدة زمنية، فهي بذلك عبارة عن سجل تاريخي متتالي يتم إعداده لبناء التوقعات المستقبلية "[3]

وتعرف أيضا على أنها عبارة عن مجموعة من القيم المتتالية منظمة خلال فترة زمنية معينة، وهذه المشاهدات يتم تسجيلها خلال الفترة حسب فترات متتالية وعادة ما تكون هذه الفترات الزمنية متساوية من حيث الطول " [4]

ويمكن تقسيم بيانات السلاسل الزمنية إلى قسمين:[5]

* البيانات الزمنية اللحظية: تحدث كل لحظة زمنية معينة

* البيانات الزمنية المجالية: وهي مجاميع لظاهرة خلال فترة زمنية معينة

2-أهداف تحليل السلاسل الزمنية: الغرض الأساسي من تحليل السلاسل الزمنية هو الوصول إلى نموذج أو طريقة مناسبة لتقدير أو قياس التغيرات وبالتالي دراسة علاقتها بالظروف المختلفة، إن السلاسل الزمنية تسمح بتحديد الوضع الإحصائي لظاهرة ما، مع تقليل التقلبات الغير المرغوب فيها، وهذا ما يمكننا من التحليل الاقتصادي. إذن يمكن إجمال بعض النقاط الأساسية لأهداف تحليل السلاسل الزمنية كما يلي:

- إعداد التوقعات
- تحديد الوضع الإحصائي لمشروع ما
- حل مشاكل المراقبة والتنفيذ
- التقليل من التقلبات الغير مرغوب فيها
- التحليل الاقتصادي

وللإشارة فإنه من العناصر الأساسية لتحليل السلاسل الزمنية نذكر[6] :

- أن تكون مستويات فترات السلسلة الزمنية متساوية
- أن تكون جميع مستويات السلسلة خاصة بمكان معين
- أن تكون وحدة القياس لجميع مستويات السلسلة الزمنية موحدة
- أن تكون طريقة منهجية في قياس جميع مستويات السلسلة

3-أشكال السلاسل الزمنية:

إن السلاسل الزمنية تأخذ أشكالا عديدة لأن في نماذج السلاسل الزمنية قيم السلسلة دالة في مجموع مكوناتها وذلك من خلال:

$$y_t = f(T, S, C, \varepsilon)$$

حيث: t : تمثل الاتجاه العام

s : الموسمية

c : الدورية

ε : العشوائية

حيث أن تشكل السلسلة يظهر كيفية تفاعل مكوناتها فيما بينها. ويمكن إيجاد ثلاثة أشكال رئيسية في كتابة مركبات السلسلة الزمنية

النموذج التجميعي: أي أن قيم الظاهرة هي عبارة عن مجموع مكوناتها الأربعة. حيث هذا النموذج يفترض أن هذه المكونات لا تتأثر ولا تتفاعل فيما بينها، فقيم الظاهرة الموسمية ليس له علاقة بقيم الظاهرة العشوائية وهكذا.

ويمكن صياغة النموذج التجميعي كما يلي:

$$y = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t$$

النموذج الجدائي: أي أن قيم الظاهرة هي عبارة عن جداء مكوناتها، حيث أن النموذج الجدائي يفترض أن مكونات السلسلة الزمنية تعتمد على بعضها البعض.

ويمكن صياغة النموذج الجدائي كما يلي:

$$y = T_t * S_t * C_t * \varepsilon_t$$

النموذج المختلط: أي أن قيم الظاهرة بعضها يأخذ الشكل التجميعي والبعض الآخر يأخذ الشكل الجدائي أي أن مكونات السلسلة الزمنية في نفس الظاهرة نجد منها ما يعتمد على بعضها البعض ومنها ما لا يعتمد على بعضها البعض ويمكن إيجاد الأشكال التالية للنماذج المختلطة كما يلي:

$$y = T + (S.C.\varepsilon)$$
$$y = T + S + (C.\varepsilon)$$
$$y = (T + S) + C.\varepsilon$$
$$y = (T + S) + C.\varepsilon$$
$$y = (T + S + C) + \varepsilon$$

4-دراسة الاستقرارية: نفترض كل الدراسات التطبيقية التي تستخدم بيانات سلسلة زمنية أن هذه السلسلة مستقرة، وصفة الاستقرار تتحدد ببعض الخصائص الإحصائية التي سوف نتعرف عليها فيما بعد وفي حالة غياب صفة الاستقرار فإن الانحدار الذي نحصل عليه بين متغيرات السلسلة الزمنية غالبا ما يكون زائفا. ومن المؤشرات الأولية التي تدل على أن الانحدار المقدر زائف، كبر معامل التحديد. R^2 وزيادة المعنوية الاحصائية للمعلمات المقدرة بدرجة كبيرة. مع وجود ارتباط ذاتي للمتغيرات يظهر من خلال معامل ديرين واستون DW، ويرجع هذا إلى أن معظم البيانات الزمنية يوجد بها عامل أو مركبة الاتجاه العام، بالرغم من عدم وجود علاقة حقيقية تربط بينها، لذلك ارتأينا أن نتطرق في هذا المطلب إلى صفة الاستقرارية

تعريف السلسلة الزمنية المستقرة: نقول عن أن السلسلة الزمنية على أنها مستقرة تلك السلسلة الزمنية التي لا يوجد بها اتجاه عام.

إذن فالسلسلة الزمنية المستقرة هي تلك السلسلة الزمنية التي تتغير مستوياتها مع مرور الزمن، دون أن يتغير المتوسط فيها، وذلك خلال فترة زمنية طويلة نسبيا. أي أنها سلسلة زمنية ليس بها أي اتجاه عام لا نحو الزيادة ولا نحو النقصان

الخصائص الإحصائية للاستقرارية: نقول عن سلسلة زمنية أنها ذات معدن واسع للاستقرار. أو ذات تباين مشترك مستقر، إذا كانت أوساطها، تبايناتها وتبايناتها المشتركة ثابتة عبر الزمن [7]

وبصفة أخرى تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا تذبذبت حول وسط حسابي ثابت، وتباين غير مرتبط بالزمن

وأيضا يمكن القول ان السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت لا تحتوي على مركبة الاتجاه العام، ولا على وجود مركبة الفصلية ولا على عامل يتغير بتغير الزمن، وهنا يمكن ذكر بعض الخصائص الإحصائية لصفة الاستقرارية لسلسلة زمنية ما.

* ثبات متوسط القيم عبر الزمن $E(yt) = \mu$
* ثبات التباين عبر الزمن $v(yt) = \alpha_y^2$
* التباين بين قيمتين لمتغير واحد مستقل عن الزمن

$$E[(yt - \mu)(y_{t-k} - \mu] = \gamma_K$$

التشويش الأبيض: إن التطرق إلى موضوع الاستقرارية بدون أن نذكر التشويش الأبيض قد ينقص من دراستنا لأن التشويش الأبيض أو ما يسمى أيضا بـــ: الضجيج الأبيض هو خير مثال للسلسلة الزمنية المستقرة

فإذا كان الخطأ العشوائي ε موزعا توزيعا طبيعيا ويحقق شروط الفرضيات الكلاسيكية، ويسمح بالحصول على متتالية من المتغيرات العشوائية ذات متوسط معدوم وتبيان ثابت. نقول على أن الخطأ العشوائي يشكل تشويشا أبيضا.

ويمكن تلخيص خصائص التشويش الأبيض الإحصائية فيما يلي:

$$\varepsilon t \to N(o, \sigma^2)$$
$$E(\varepsilon t) = 0$$
$$v(\varepsilon t) = \sigma^2$$
$$E(\varepsilon t, \varepsilon s) = 0$$
$$\forall t = s$$

5-نماذج السلاسل الزمنية الغير مستقرة ARIMA

دراسة عدم الاستقرار في المتوسط: كما هو معلوم أن السلسلة الزمنية المستقرة هي تلك السلسلة الزمنية التي تتلخص فيها الشروط الإحصائية التالية:

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

ومن تم يظهر لنا أن عدم الاستقرار في السلسلة الزمنية يتأتى من عاملين إحصائيين وهما: المتوسط والتباين

ومنه: $E(y_t) = \mu \quad \forall t$

وهذا يعني أن يكون متوسط السلسلة الزمنية ثابتا على طول الزمن

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

$$yt = bp + b_1 t + ... + b_d t^d + xt$$
$$xt \rightarrow N(0, \sigma^2)$$

دراسة عدم الاستقرار في التباين: كذلك من شروط استقرار السلسلة الزمنية هو أن يكون تباينها ثابت وذلك كما يلي:

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

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

نجد من التعويض المستمر والمتكرر ما يلي: $yt = x1 + x2 + x2 + ... + xt$

وبأخذ التوقع والتباين كما يلي:

$$E(yt) = 0 \forall t$$
$$Var(yt) = t\sigma^2$$

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

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

وبأخذ التوقع والتباين 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

وبشكل عام لو كان التباين دالة لمستوى (متوسط) متغير على الشكل: $v(yt) = cf(\mu t)$

حيث: $c \succ 0$

$f(.)$: دالة معروفة تعطي قيمة غير سالبة

μt : متوسط يتغير مع الزمن

وبالتالي التباين يعتمد على الزمن، وهنا 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 $\lambda E(-\infty . + \infty)$ وهو 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 وذلك بإدراج مفهوم التكامل للسلاسل الزمنية، فنقول إن السلسلة الزمنية مستقرة من الدرجة الأولى أي أنه تم إجراء التفريق أو الفرق الأول أو التفاضل الأول أو التكامل الأول ولذلك نقول إن السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى ويتم 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)

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

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 وحالات نماذج ARIMA: إن نماذج السلاسل الزمنية التكاملية هي عديدة ومتنوعة وذلك حسب درجة كل شق من النموذج العام ARIMA فعلى سبيل المثال، إذا كانت درجة التكامل 0 فإننا نحصل على نموذج تكاملي صغرى أي أن السلسلة 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، وهكذا بالمثل فنحصل على حالات وأنواع 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 :

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

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

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

3.نموذج المشي العشوائي بانحراف: بكل بساطة فإن نموذج المشي العشوائي بإنحراف هو نموذج الانحدار الذاتي – التكاملي – المتوسط المتحرك من الدرجة ARIMA (o,d,o) ، أي أن هذه السلسلة الزمنية لا تتبع نموذج انحدار ذاتي وليس لأخطائها صفة المتوسط المتحرك وكذا هي سلسلة زمنية غير مستقرة، فإن

توفرت كل هذه الشروط نقول إن هذه السلسلة الزمنية تتبع نموذج مشي عشوائي بإنحراف والذي نقصد به درجة التكامل أو الاستقرار.

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

$$\phi(B)(1-B)yt = \sigma' + \theta_0(B)xt$$
$$(1-B)yt = \sigma' + xt$$
$$yt = \sigma' + Y_{t-1} + xt$$

حيث: $xt \rightarrow wn(0,\sigma^2)$

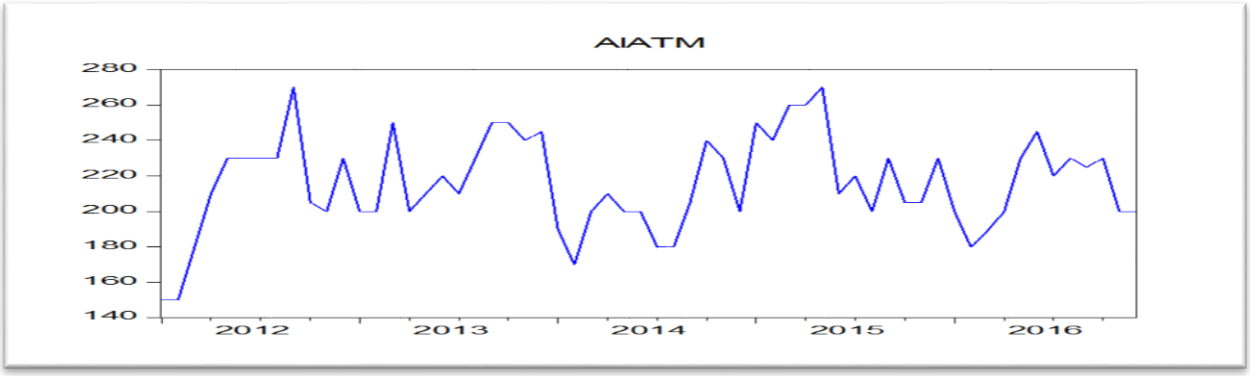
حيث أن نماذج السلاسل الزمنية التي تتبع سيرورة المشي العشوائي بإنحراف تلك النماذج الاقتصادية التي تتبع الحالات الخاصة أو الظواهر النادرة في الاقتصاد و التي لا يمكن نمذجتها بأحد الطرق الإحصائية أو القياسية بل نلجأ إلى طرق بحوث العمليات كالمحاكاة و لكن حديثنا نجد بعض النماذج الرياضية و الإحصائية التي أصبحت تندمج مثل هذه السلاسل التي تتبع السيرورة أو المشي العشوائي و ذلك من خلال التطور الذي عرفه علم الاقتصاد القياسي و التطبيقي فنجد نماذج الحالة و غيرها من النماذج الرياضية التي أصبحت تندرج ضمن مقررات القياس الاقتصادي و من بين الطرق الرياضية و الإحصائية و القياسية لنمذجة مثل هذه السلاسل نجد :

ثالثا: محاولة بناء وتطوير نظام تنبؤي لسلسلة زمنية:

1- التمثيل البياني للسلسلة الزمنية:

الرسم البياني المبين أدناه يعبر عن السلسلة الزمنية الممثلة للاشتراكات الشهرية للأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية " للفترة الممتدة من جانفي 2012 إلى غاية ديسمبر 2016:

الشكل: الرسم البياني لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على معطيات محاسبية مقدمة من طرف الوكالة وباستعمال برنامج eviews

2- دراسة استقرارية السلسلة الزمنية:

لدراسة الاستقرارية هناك عدة اختبارات وطرق يمكن اللجوء إليها، حيث أهم هذه الاختبارات نجد: اختبار ديكي فولر واختبار ديكي فولر المطور ADF واختبار فليبس بيرو PP واختبار KPSS:

اختبار ديكي فولر المطور ADF:

للوقوف على مدى استقرارية السلسلة الزمنية يمكن استعمال اختبار ADF، وفيما يلي نتائج تقدير النموذج الثالث والذي يتضمن وجود الثابت والاتجاه العام وعند عدد الفجوات 10 والتي تدني معياري AKaike وSchwarz:

من الجدول المقابل نلاحظ ما يلي:

- لدينا قيمة الاحتمال المقابل للثابت يساوي 0،000 وهو أصغر من 0،05 ومنه نستنتج أن للسلسلة محل الدراسة قيمة ثابتة.
- لدينا قيمة الاحتمال المقابل للاتجاه الزمني تساوي 0،8402 وهي أكبر من 0،05 ومنه نستنتج أن ليس للسلسلة الزمنية محل الدراسة مركبة الاتجاه العام
- ولدينا كذلك: الاحتمال المقابل لإحصائية ستودنت المحسوبة يساوي 0،0026 وهو أصغر من 0،05، وأيضا نلاحظ أن القيمة المطلقة لإحصائية ستودنت المحسوبة والتي تساوي 4،587 أكبر من نسب ستودنت الجدولية عند مختلف مستويات المعنوية 1% و5% و10 % والتي قيمها على التوالي: 4،12 و3،48 و3،17.

ومنه نرفض فرضية العدم التي تنص على أن للسلسلة الزمنية محل الدراسة جذر الوحدة، وبالتالي نستنتج **أن السلسلة مستقرة**.

Null Hypothesis: AIATM has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.587184	0.0026
Test critical values:	1% level	-4.121303	
	5% level	-3.487845	
	10% level	-3.172314	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AIATM)
Method: Least Squares
Date: 06/08/17 Time: 02:46
Sample (adjusted): 2012M02 2016M12
Included observations: 59 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AIATM(-1)	-0.499907	0.108979	-4.587184	0.0000
C	109.9419	23.56624	4.665227	0.0000
@TREND(2012M01)	-0.034328	0.169458	-0.202574	0.8402

R-squared	0.279956	Mean dependent var	0.847458
Adjusted R-squared	0.254240	S.D. dependent var	25.41369
S.E. of regression	21.94660	Akaike info criterion	9.064611
Sum squared resid	26972.59	Schwarz criterion	9.170248
Log likelihood	-264.4060	Hannan-Quinn criter.	9.105848
F-statistic	10.88650	Durbin-Watson stat	2.059884
Prob(F-statistic)	0.000101		

اختبار فيليبس بيرون PP:

يستحسن لدراسة استقرارية السلاسل الزمنية استعمال هذا الاختبار، لأنه يأخذ بعين الاعتبار التباين الشرطي للأخطاء، مما يسمح بإلغاء التحيزات الناتجة عن المميزات الخاصة بالعشوائية، وفيما يلي النتائج المحصل عليها من خلال تقدير النموذج الثالث لاختبار PP:

من خلال مخرجات برنامج eviews تحصلنا على الجدول المقابل والذي من خلاله نلاحظ ما يلي:

- نلاحظ أن الاحتمال المقابل لإحصائية ستودنت المحسوبة يساوي 0،0030 وهو أقل من 0،05
- كذلك لدينا نسبة ستودنت المحسوبة بالقيمة المطلقة والتي تساوي 4،542631 أكبر من القيم الجدولية بالقيمة المطلقة عند مختلف مستويات المعنوية 1% و5% و10% والتي قيمها على التوالي: 4،12 و3،48 و3،17

ومنه نرفض فرضية العدم التي تنص على وجود جذر وحدوي، وبالتالي نستنتج **أن السلسلة الزمنية محل الدراسة مستقرة**

Null Hypothesis: AIATM has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 1 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-4.542631	0.0030
Test critical values:	1% level	-4.121303	
	5% level	-3.487845	
	10% level	-3.172314	

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

Residual variance (no correction)	457.1625
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	432.6058

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(AIATM)
Method: Least Squares
Date: 06/08/17 Time: 03:18
Sample (adjusted): 2012M02 2016M12
Included observations: 59 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AIATM(-1)	-0.499907	0.108979	-4.587184	0.0000
C	109.9419	23.56624	4.665227	0.0000
@TREND(2012M01)	-0.034328	0.169458	-0.202574	0.8402

R-squared	0.279956	Mean dependent var	0.847458
Adjusted R-squared	0.254240	S.D. dependent var	25.41369
S.E. of regression	21.94660	Akaike info criterion	9.064611
Sum squared resid	26972.59	Schwarz criterion	9.170248
Log likelihood	-264.4060	Hannan-Quinn criter.	9.105848
F-statistic	10.88650	Durbin-Watson stat	2.059884
Prob(F-statistic)	0.000101		

اختبار KPSS:

اقترح كل من Kwiatkowski، Phillips، Schmidt، Shin سنة 1992 استخدام مضاعف لاغرانج لاختبار فرضية العدم التي تنص على استقرارية السلسلة الزمنية.

حيث تقبل فرضية العدم أي استقرار السلسلة الزمنية إذا كانت الاحصائية المحسوبة LM أصغر من القيم الحرجة المستخرجة من الجدول الاحصائي ل KPSS والعكس صحيح.

وفيما يلي نتائج تقدير النموذج الثالث لاختبار KPSS:

من خلال مخرجات برنامج eviews تحصلنا على الجدول المقابل والذي من خلاله نلاحظ ما يلي:

- نلاحظ أن القيمة المحسوبة لإحصائية LM تساوي 0،058738 وهي أصغر من القيم الحرجة عند مختلف مستويات المعنوية: 1% و5% و10 % والتي تساوي على التوالي: 0،216 و0،146 و0،119

ومنه نقبل فرضية العدم التي تنص أن السلسلة الزمنية محل الدراسة مستقرة.

Null Hypothesis: AIATM is stationary
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 4 (Newey-West using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.058738
Asymptotic critical values*:	1% level	0.216000
	5% level	0.146000
	10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	683.9650
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	1405.401

KPSS Test Equation
Dependent Variable: AIATM
Method: Least Squares
Date: 06/08/17 Time: 03:45
Sample: 2012M01 2016M12
Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	210.5607	6.783073	31.04207	0.0000
@TREND(2012M01)	0.180995	0.198291	0.912774	0.3651

R-squared	0.014161	Mean dependent var	215.9000
Adjusted R-squared	-0.002836	S.D. dependent var	26.56218
S.E. of regression	26.59981	Akaike info criterion	9.432450
Sum squared resid	41037.90	Schwarz criterion	9.502262
Log likelihood	-280.9735	Hannan-Quinn criter.	9.459758
F-statistic	0.833156	Durbin-Watson stat	0.913444
Prob(F-statistic)	0.365140		

3- نمذجة السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر وكالة مغنية وفق منهجية بوكس وجنكينز:

بعد دراسة استقرارية السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر وكالة مغنية، حيث تبين أن السلسلة الزمنية مستقرة من الدرجة 0، أي أن الرتبة d في هذا النموذج تساوي 0، بالتالي النموذج سوف يكون نموذج ARMA.

مرحلة التعرف (تمييز النموذج):

تعتبر مرحلة التعرف على النموذج من بين أهم وأصعب المراحل في بناء النماذج لأن النموذج المختار قد يرفض في مرحلة متقدمة من التحليل، لذلك سوف نقوم بترشيح عدة نماذج ونختار النموذج الذي يعطي أحسن توليفة بين المعايير التالية: Akaike ; Schwarz ; Hannan-Quinn كذلك يتم الأخذ بعين الاعتبار معنوية المعالم المقدرة وكذا معامل التحديد المصحح واحصائية ديربن واتسون DW. وفيما يلي ملخص نتائج تقدير النماذج المرشحة لنمذجة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر " وكالة مغنية":

الجدول: نماذج ARMA المرشحة

النموذج المرشح	معيار AIC	معيار SC	معيار HQ	احصائية DW
ARMA (1. 0)	**031445،9**	**101870،9**	**058936،9**	**052025،2**
ARMA (0. 1)	165186،9	234998،9	192494،9	794899،1
ARMA (2. 0)	189201،9	260251،9	216877،9	287555،1
ARMA (0. 2)	351767،9	421579،9	379075،9	259793،1
ARMA (0. 9)	090386،9	160198،9	117693،9	294892،1
ARMA (1. 9)	043004،9	148641،9	084240،9	041202،2

المصدر: من إعداد الطالب باستعمال برنامج Eviews

الجدول أعلاه يبين لنا نتائج الاختبارات المحصل عليها لنماذج ARMA الأكثر ترشيحا، أي ذات المعنوية الجيدة للمعالم المقدرة، وبعد دراسة النماذج الأكثر ترشيحا تبين لنا أن النموذج الأمثل لتقدير اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية " هو نموذج ARMA(1.0) وهو النموذج المكافئ للنموذج AR(1) وذلك لعدة اعتبارات احصائية منها:

- معنوية جيدة للمعالم المقدرة
- يحتوي النموذج على أقل قيمة لمعايير: AIC وSC وHQ
- مستوى أعلى لمعامل التحديد.
- قيمة DWتقترب من 2.

مرحلة التقدير:

بعد أن تم التعرف على النموذج الأمثل لتقدير اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية" يمكن تقدير هذا النموذج باستعمال طريقة المربعات الصغرى، وبالاستعانة ببرنامج **Eviews** تحصلنا على النتائج التالية كما يلي:

Dependent Variable: AIATM
Method: Least Squares
Date: 06/08/17 Time: 09:53
Sample (adjusted): 2012M02 2016M12
Included observations: 59 after adjustments
Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	217.8543	5.643673	38.60151	0.0000
AR(1)	0.496995	0.106989	4.645295	0.0000

R-squared	0.274613	Mean dependent var	217.0169
Adjusted R-squared	0.261887	S.D. dependent var	25.32921
S.E. of regression	21.76121	Akaike info criterion	9.031445
Sum squared resid	26992.36	Schwarz criterion	9.101870
Log likelihood	-264.4276	Hannan-Quinn criter.	9.058936
F-statistic	21.57877	Durbin-Watson stat	2.052025
Prob(F-statistic)	0.000020		

Inverted AR Roots .50

ومنه يمكن صـياغة النموذج الممثل لاشـتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصـالات الجزائر "وكالة مغنية" في شكله الرياضي على النحو التالي:

$$AIATM_t = 217.85 + 0.496995\ AIATM_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$(5،643673) \qquad (0،106989)$$

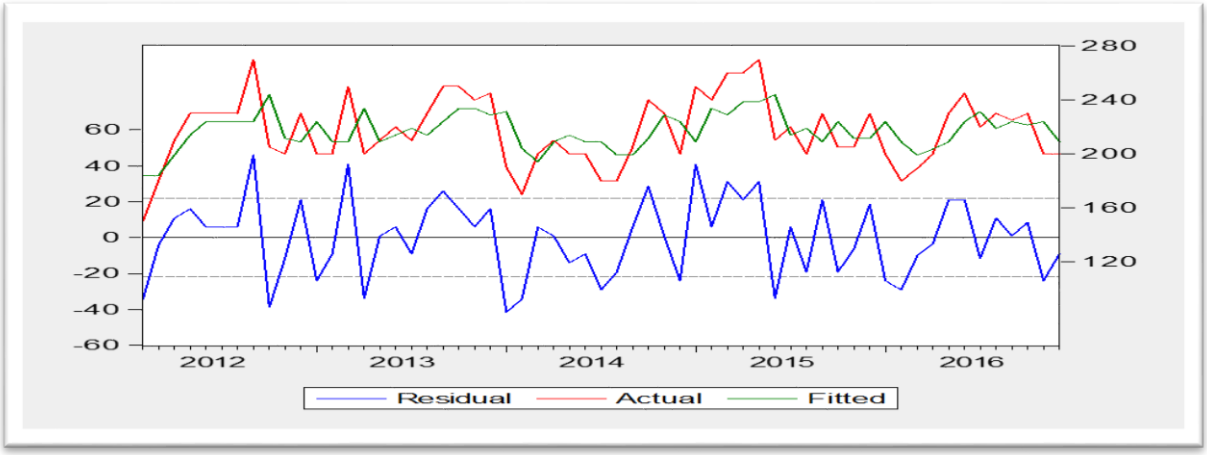
$$R=0\ 27، \qquad DW=\ 2\ 052، \qquad n=\ 60$$

مرحلة الاختبار:

بعد أن تم التعرف على النموذج الذي يسمح بتمثيل السلسلة الزمنية الممثلة لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية" وتقديره نقوم باختبار قوة النموذج الاحصائية وذلك من خلال مجموعة من الاختبارات الاحصائية كما يلي:

مقارنة بيانات السلسلة الزمنية الأصلية والمقدرة:

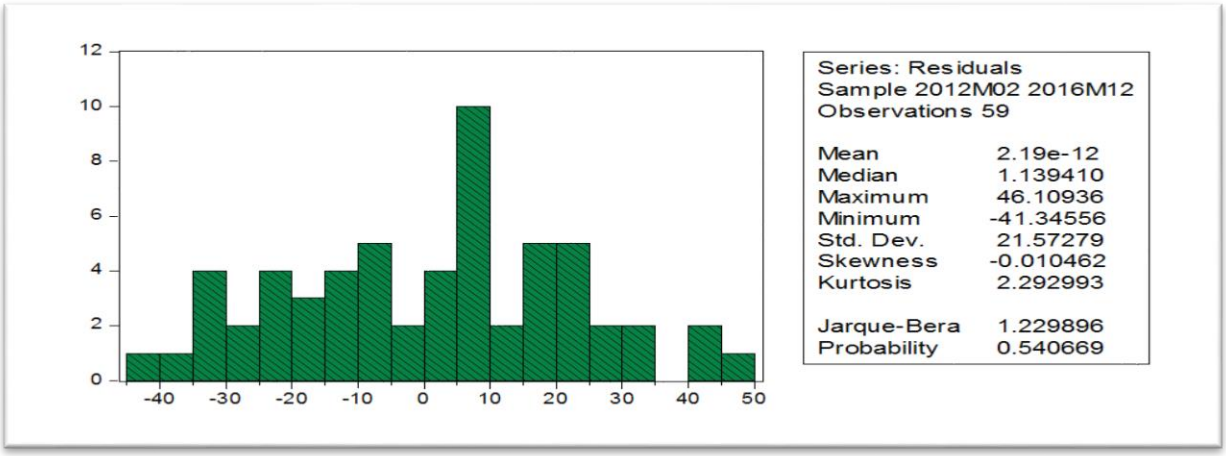
لمقارنة بيانات السلسلة الزمنية الأصلية لاشتراكات الأنترنت والمقدرة نستعين بالرسم البياني التالي:



الشكل البياني أعلاه يمكننا من أخذ فكرة أولية حول نوعية التشابه بين منحنى السلسلة الزمنية الأصلية لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية " و منحنى السلسلة المقدرة ، وبذلك يعطينا فكرة أولية عن مدى قدرة تعبير النموذج المقدر لبيانات السلسلة الزمنية محل الدراسة ، حيث من خلال الشكل البياني نلاحظ أن السلسلة الأصلية لاشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية " تتشابه إلى حد كبير مع السلسلة المقدرة ، و تأخذ نفس توجهاتها ، و هذا ما يدل على قدرة النموذج المقدر على التعبير عن بيانات سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية "

اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي:

الشكل: المضلع التكراري ومعاملات التوزيع الطبيعي للبواقي



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Eviews

الشكل المبين أعلاه يبين المضلع التكراري لبواقي النموذج المقدر لسلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية"، حيث لاختبار فرضية العدم التي تنص على أن بواقي النموذج المقدر تتبع التوزيع الطبيعي سوف نستخدم اختبار Jarque-Bera، حيث من خلال ملاحظة احتمال احصائية Jarque-Bera نجده أكبر من 0،05 ومنه سلسلة التشويش الأبيض تتبع التوزيع الطبيعي. ومن خلال الجدول كذلك نلاحظ أن احصائية Jarque-Bera المحسوبة 1،229 وهي أقل من احصائية المجدولة عند الاحتمال 5 % وعند مستوى معنوية 2 والتي تساوي 5،99 ومنه نقبل فرضية التوزيع الطبيعي للأخطاء.

اختبار تجانس التباين:

لاختبار تجانس التباين نستخدم اختبار ARCH ونتائج هذا الاختبار ملخصة في الجدول التالي:

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.475926	Prob. F(1,57)	0.4931
Obs*R-squared	0.488546	Prob. Chi-Square(1)	0.4846

نلاحظ أن القيمة المحسوبة Obs*R-squared تساوي 0،488 وهي أقل من القيمة الجدولية لكاي تربيع والمساوية ل 5،99 عند درجة معنوية 5 % ودرجة حرية 2 ومنه نستخلص أنه ليس هناك اختلاف في التباين، أي أن هناك تجانس في تباين النموذج.

معيار ثايل لعدم التساوي:

في الجانب النظري أشرنا إلى أن معيار ثايل لعدم التساوي يشير إلى أن التنبؤ يكون أكفأ وجيد لما تكون الاحصائية المحسوبة مساوية للصفر (0) وتكون عملية التنبؤ فاشلة عندما تكون الاحصائية المحسوبة مساوية للواحد (1)، ونتائج هذا الاختبار مبينة في الجدول التالي:

Forecast: AIATMF
Actual: AIATM
Forecast sample: 2012M01 2016M12
Adjusted sample: 2012M02 2016M12
Included observations: 59

Root Mean Squared Error	23.64823
Mean Absolute Error	20.23380
Mean Abs. Percent Error	9.442658
Theil Inequality Coefficient	0.054334
Bias Proportion	0.000160
Variance Proportion	0.728436
Covariance Proportion	0.271404

من خلال نتائج التقدير نستخرج قيمة ثايل لعدم التساوي والمقدرة في النموذج المقدر بالنسبة لسلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية" ب 0،054، وبما أن قيم ثايل أقل من الواحد الصحيح وهي تقترب من الصفر بكثير فهذا يؤشر على أن النموذج المتحصل علية والمعبر عن سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية" له قدرة جيدة للتنبؤ بالواقع في المستقبل، ومنه النموذج صالح لاستخدامه للتنبؤ بعدد المشتركين في الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر وكالة مغنية.

اختبارات مدى قابلية النموذج للتنبؤ على المدى القصير:

اختبار استقلالية المشاهدات BDS:

BDS Test for AIATM
Date: 06/10/17 Time: 02:51
Sample: 2012M01 2016M12
Included observations: 60

Dimension	BDS Statistic	Std. Error	z-Statistic	Prob.
2	0.057915	0.008892	6.513038	0.0000
3	0.080118	0.013571	5.903498	0.0000
4	0.083671	0.015520	5.391242	0.0000
5	0.076684	0.015536	4.935979	0.0000
6	0.062594	0.014391	4.349595	0.0000

نلاحظ أن احصائيات BDS (z-Statistic) أكبر تماما من القيمة الحرجة للتوزيع الطبيعي عند مستوى معنوية 0،05 أي أكبر من 1،96 من أجل كل بعد m أي نرفض فرضية الاستقلالية، وهذا ما يدل على وجود بنية ارتباط خطي أو غير خطي بين المشاهدات، ومنه نرفض فرضية السير العشوائي وبالتالي حركة سلسلة اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية" تظهر كنتيجة

لصدمة خارجية عابرة وليس مستأصلة في السلسلة الزمنية. ومنه اشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية " قابلة للتنبؤ على المدى القصير.

مرحلة التنبؤ:

في هذه المرحلة سوف نقوم بعملية التنبؤ باشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر وكالة مغنية ودلك باستعمال النموذج الذي تم تقديره، لأن كل الاختبارات الاحصائية التي قمنا بها في مراحل بناء النموذج أجمعت على قبول النموذج احصائيا وله مقدرة تنبؤية جيدة، ومنه يمكن التنبؤ باشتراكات الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية" على المدى القصير للفترة الممتدة من جانفي 2017 إلى غاية ديسمبر 2017 على النحو التالي:

$$AIATM_{t} = 217.85 + 0.496995\ AIATM_{t-1} + \varepsilon_t$$

انطلاقا من النموذج المقدر سلفا وبافتراض أن الخطأ العشوائي ε يساوي الصفر فإننا سوف نعتمد على النموذج التالي في التنبؤ:

$$AIATM_{t} = 217.85 + 0.496995\ AIATM_{t-1}$$

ومنه للتنبؤ بعدد المشتركين في خدمة الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر وكالة مغنية لشهر جانفي 2017 نقوم بما يلي:

$$AIATM_{jan2017} = 217.85 + 0.496995\ AIATM_{dec2016}$$

وبالتطبيق العددي نتحصل على القيمة التالية المتنبأ بها كما يلي:

$$AIATM_{jan2017} = 217.85 + 0.496995\ (200)$$

$$AIATM_{jan2017} = 217.85 + 99.399$$

$$AIATM_{jan2017} = 317\ \text{مشترك}$$

وبعد مرور شهر جانفي 2017 تقربنا إلى الوكالة أي مديرية تقديم خدمة الأنترنت لدى المتعامل اتصالات الجزائر "وكالة مغنية " وأردنا الحصول على عدد الزبائن الذين تقربوا إلى الوكالة للطلب على هذه الخدمة والاشتراك فيها تبين أن عدد المشتركين هو: 295 مشترك، وهي قيمة قريبة نوعا ما إلى القيمة المتنبئ بها حيث الفارق بينهما هو 22 مشترك فقط.

النتائج والتوصيات:

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

- من النماذج الحديثة نسبيا التي تستخدم في التنبؤ الاقتصادي نماذج ARIMA التي وضعها كل من بوكس وجنكنز، وهذه 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 والمتوسط المتحرك التكاملية من الدرجة ARIMA بناء على نتائج دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي وقد تم التأكد من أن هدا النموذج جيد ويعطي تنبؤات دقيقة وقريبة من الواقع من خلال حساب الإحصائية Q.

الخاتمة:

إن عملية بناء وتطوير نظام تنبؤي لمعطيات تأخذ شكل سلسلة زمنية أصبح من اهتمامات جل الباحثين والمسيرين لأن اليوم معطيات المؤسسات المستقبلية تعتمد على تاريخ هذه المعطيات، كما أن تحرك السلسلة قد يفسر الظاهر أحسن من تفسيرها بمتغيرات أخرى كما أن بناء

وتطوير نظام تنبؤي يعتمد على مجموعة من الشروط منها طبيعة نوع النموذج المراد تقديره، حجم ودقة البيانات المستعملة، هدا ما يؤثر على دقة التنبؤات المستقبلية، ضف إلى ذلك أن لمكونات السلسلة الزمنية في حد ذاتها علاقة باختيار نوع النموذج وما مدى قدرته التنبؤية. ولكي 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 وكذا مركبات السلسلة الزمنية من مركبة فصلية أو عشوائية أو دورية.

الهوامش:

[1] -Régis Bourbounnais ،Michel Terraza: Analyse des séries temporelles، Dunod، Paris, 2008

[2] -Christian MArmuse, les aides à la décision ,2éme édition ferman, 1983 P 143 P 144

[3]-خواني ليلى:" أساليب ونماذج التنبؤ بالطلب على خدمات الاتصالات السلكية في الجزائر "شهادة دكتوراه، في العلوم الاقتصادية، تلمسان، 2011،2010 ص 69-70

[4]-نصيب رجم " الإحصاء التطبيقي " دار العلوم للنشر والتوزيع، الجزائر، 2004، ص 37

[5]-أساليب ونماذج التنبؤ بالطلب على خدمات الاتصالات السلكية، واللاسلكية في الجزائر، " خواني ليلى " أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، تلمسان، 2010-2011، ص 69-70

[6]-خواني ليلى: أساليب ونماذج التنبؤ ...، مرجع سبق ذكره

[7]-تومي صالح: مدخل لنظرية القياس الاقتصادي، الجزائر، ديوان المطبوعات الجامعية 1999، ج2، ص 173

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.

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

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

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

6-Hassen Bennaceur ; "économétrie: Notes de cours_ exercices corriges " ، centre de publication universitaire ;Tunis 2010

7 - Williame H , Greene ; " econometric Analysis" Seventh Edition

8-Nicolas Carnot ,BrunoTassot ,"La prévision économique " Economica ,Paris

9-Eric Dor ,"Econométrie : Synthése de cours ,Exercice corrigés " , Tunis

10-Sami Khedhiri " cours D'introduction à L'économétrie" Centre de publication universitaire , 2005

11- Sami Khedhiri ,"Cours D'économétrie: méthodes et application ", Learns Science publication ,Paris ,2007

12-Gabriel Blick ; "La macroéconomie en fiches ". Ellipses. Paris. 2002

13- Michel Terraza, Regis Bourbonnais, "Analyse des series temporelles, application à l'économie et à la gestion " 2eme édition, Dunod, paris

14- Jean- Jacque Droesbeke et autre," Modalisation ARCH : Théorie statistique et applications dans le domaine de la finance " éditions ellipses, Belgique, 1994

15- Omer Oscine, Baton Rouge, LA, " Lag Lemgth Selection in Vector Autoregressive Modeles " 70803. William Douglas McMiblin

16- Lardic .S et Mignon,"économétrie des séries temporelles macroéconomique ", Economica, 2000