التنبؤ باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الفازية ومقارنتها بنماذج بوكس وجينكنز

محمد عبد اللطيف زايد
مدرس بقسم الإحصاء التطبيقي والتأمين
كلية التجارة -جامعة المنصورة

محمد إبراهيم الصعيدي
معيد بقسم الإحصاء التطبيقي والتأمين
كلية التجارة -جامعة المنصورة

اليومي عوض طاقية
أستاذ الإحصاء التطبيقي
كلية التجارة -جامعة المنصورة

الملخص:

التنبؤ يلعب دوراً هاماً في حياتنا اليومية، حيث تدخل التنبؤات بالأحداث المستقبلية في عملية صنع القرار في كافة مجالات الحياة، ومن المستحيل أن تكون قيم التنبؤات مطابقة للقيم الحقيقية بنسبة 100% ولذلك ينصب الاهتمام على تحسين دقة التنبؤات بقدر الإمكان، وهناك العديد من الطرق والأساليب الإحصائية التي تستخدم في التنبؤ من أكثرها شيوعا نماذج السلاسل الزمنية بأنواعها التقليدية والحديثة. وعلى الرغم من أن طرق التنبؤ الجديدة والأكثر تقدما تميل إلى تحسين دقة التنبؤ إلا أنه ليس هناك دليل واضح يبين أن أي نموذج يمكن أن يتفوق على الدوام على النماذج الأخرى من حيث دقة التنبؤ.

وفى هذا البحث تمت المقارنة بين طريقتين من طرق التنبؤ، تتمثل الطريقة الأولى في السلاسل الزمنية الفازية من خلال نموذجين أحدهما نموذج chen و2-نموذج yu، والطريقة الثانية هي نماذج بوكس وجينكنز. وقد بينت النتائج أن دقة التنبؤ الخاصة بنماذج السلاسل الزمنية الفازية باستخدام نموذج chen هي الأفضل وذلك بالتطبيق على البيانات الشهرية للصادرات المصرية في الفترة من2007 إلى 2013

Abstract

Forecasting plays an important role in our daily life, as predictions of future events are important in the decision-making process in all fields of life. It is often difficult to have predictions identical to actual values; therefore, attention is focused on improving the accuracy of forecasts as much as possible. There are many types of forecasting methods that are commonly used, in particular different models whether traditional or modern models, recent studies show that modern methods of forecasting tend to improve prediction accuracy, but there is no clear evidence showing that any model can always outperform other models in the accuracy of prediction. In this paper, we compare two methods of forecasting, the first method is fuzzy time series using two models Chen and Yu, and box-Jenkins models. The results revealed that the Chen model performs better with respect to prediction accuracy than other Fuzzy or box-Jenkins models when applied to monthly Egyptian exports data (2007-2013).

(1) المقدمة

تعتبر طرق التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية التقليدية وخاصة منهجية بوكس وجينكنز من الأساليب شائعة الاستخدام في التنبؤ في مجالات عدة منها التمويل والأعمال التجارية وغيرها من المجالات. وعلى الرغم من أن الطرق التقليدية تصلح في كثير من حالات التنبؤ ولكن أي من هذه الطرق لا تكون صالحة للاستخدام عندما تكون البيانات المتاحة في شكل متغيرات اسمية أو قيم وصفية، كذلك فان التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية التقليدية يتطلب بعض الشروط كشروط السكون وأيضا شروط خاصة بعدد المشاهدات الواجب توفرها. وتتمثل الفكرة الأساسية وراء نشأة السلاسل الزمنية الفازية في التعامل مع حالات التنبؤ التي تكون فيها البيانات السابقة في شكل قيم وصفية، بناء على ما توصل إلية لطفى زادة في المنطق الفازى فقد قدم Song and Chissom السلاسل الزمنية الفازية على أنها مجموعة من المشاهدات الخاصة بإحدى الظواهر تأخذ في صورة مجموعات فازية على فترات زمنية متتابعة. وبناء على نظام الاستنتاج الفازى فانة يمكن استخدام السلاسل الزمنية الفازية سواء كانت المشاهدات في صورة مجموعات فازية أو في صورة رقمية، وتتميز السلاسل الزمنية الفازية بأنها لا تتطلب بعض الشروط الموجودة بالنماذج التقليدية مثل شروط السكون والشروط الخاصة بعدد البيانات.

ويعد المنطق الفازى تعميما للمنطق التقليدي ثنائي القيم، وذلك للاستدلال في ظروف عدم التأكد. وبالمعنى الأدق فهو مجموعة من النظريات والتقنيات تستخدم المجموعات الفازية التي هي مجموعات بلا حدود قاطعة. ويمكن النظر إلى المجموعة الفازية Fuzzy Set على أنها تعميماً للمجموعة التقليدية عن طريق إعطاء درجة عضوية لكل عنصر في المجموعة، وبهذا يمكن تعريف المجموعة الفازية بأنها مجموعة جزئية من المجموعة الشاملة، يمكن للعناصر فيها أن تكون منتمية انتماء جزئياً، وأن درجة انتمائها يطلق عليه درجة العضوية Membership Degree، وهى عدداً حقيقياً تقع ضمن الفترة المغلقة [1، 0]، فإذا كانت درجة العضوية صفراً فان العنصر لا ينتمي للمجموعة أما اذا كانت درجة العضوية واحداً فهذا يعني أن العنصر ينتمي للمجموعة ويكون انتماؤه كاملا، وهذا يختلف عن الدالة المميزة للمجموعة التقليدية حيث تكون درجة العضوية لكل عنصر في المجموعة الشاملة لكي تكون إما صفراً أو واحد.

وبناء على ما توصل له لطفى زادة في المنطق الفازى فقد قام song and chissom بتعريف ودراسة عملية ديناميكية خاصة عندما تكون قيم ملاحظاتها في شكل قيم وصفية حيث تم تعريف هذه العملية بالسلسلة الزمنية

الفازية ، ولوصف هذه العملية تم استخدام معادلات الارتباط للفازى كنماذج ، كما تم إعطاء وتوضيح مفاهيم وخصائص السلاسل الزمنية الفازية، وتم مناقشة خطوات تطويرها وفى النهاية تم اقتراح طريقة لاستخدام السلاسل الزمنية الفازية في التنبؤ، قام chen بتقديم نموذج السلاسل الزمنية الفازية يشمل تطوير خطوات التنبؤ عن النموذج السابق، حيث يتم استخدام معاملات حسابية أكثر سهولة وكانت نتائج التنبؤ اكثر دقة من نتائج نموذج Song and Chissom.

قدمت Yu نماذج السلاسل الزمنية الفازية المرجحة لمواجهة قضيتان في التنبؤ بالسلاسل الزمنية الفازية وهما التكرار والترجيح، حيث تم اخذ العلاقات الفازية المتكررة في الاعتبار عند التنبؤ حيث كان يتم إهمال التكرار في الدراسات السابقة، كما أنها قامت بتعيين أوزان مختلفة للعلاقات الفازية.

ويهدف هذا البحث إلى

1-عرض أسلوب السلاسل الزمنية الفازية في التنبؤ.

2-عرض أسلوب السلاسل الزمنية (بوكس وجينكنز) في التنبؤ.

3-المفاضلة بين تلك الأساليب من حيث دقة التنبؤ.

وفى هذا البحث سوف يتم التطبيق على مجال الصادرات المصرية حيث أن قضية التصدير قد أصبحت قضية حيوية نظراً لأن استمرار جهود التنمية رهن بزيادة القدرة على التصدير لأسواق العالم الخارجي، كما أن السوق المحلية لا تستوعب كل الإنتاج الوطني في البلدان التي تحقق معدلات نمو مرتفعة. وبدون نجاح التصدير تنحسر آفاق التنمية وتقل فرص العمالة، وتضعف الأمال في إحداث تحسين جاد في مستويات حياة الأفراد، وبالتالي يتضح أن التنبؤ بحجم الصادرات له أهمية كبيرة عند متخذي القرارات ومع وجود كثير من الأساليب التي يمكن استخدامها في التنبؤ فيجب المفاضلة بين هذه الأساليب لتحديد الأكثر ملائمة للتنبؤ بقيم الصادرات.

(2) النماذج المستخدمة

(2-1) نماذج السلاسل الزمنية الفازية

وقبل تعريف هذه النماذج سيتم تعريف نظام الاستنتاج الفازى

(2-1-1) نظام الاستنتاج الفازي:

هو نظام معتمد على قواعد تستخدم المنطق الفازى للحصول على مخرجات من المدخلات باستخدام نظرية الفازى، ويتكون نظام الاستنتاج الفازى من ثلاث مراحل أساسية:

1- مرحلة التضبيب Fuzzification

تتمثل المدخلات في متغير الإدخال ويتم تحويل المدخلات من هيئتها الحالية إلى صورة فازية أي

تحويلها باستخدام أي من دوال العضوية إلى أرقام بين الصفر والواحد. يكون إخراج هذه المرحلة هو الإدخال الفازى وهو عبارة عن درجات عضوية القيم المدخلة للفئات الجزئية التي تقع ضمن المجموعة الشاملة أو مدى البيانات الأصلية.

2-مرحلة محرك الاستنتاج (Inference Engine).

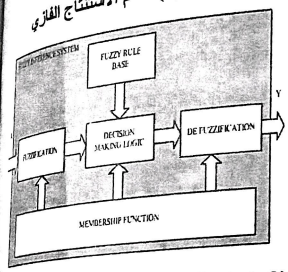
هذه العملية هي محاكاة لعملية صنع القرار عند الإنسان وذلك بالاعتماد على المفاهيم الفازية وإدخال هذه المرحلة يتمثل في الإدخال الفازى (درجات العضوية التي تم الحصول عليها من المرحلة السابقة) وتهدف هذه المرحلة إلى استنتاج المخرجات الفازية.

وتعتبر هذه المرحلة أساس عملية الاستنتاج الفازى أو التحكم الفازى حيث أنها تحتوي على قاعدة المعرفة الخاصة بالمشكلة والتي من خلالها يتم نمذجة العلاقات بين المدخلات والمخرجات وتحتوي على جزئيين، الجزء الأول هو قاعدة البيانات وتشمل مجموعة المصطلحات اللغوية ودوال العضوية والجزء الثاني هو قاعدة القواعد، حيث يتم فيها تعريف كل قواعد التحكم اللغوية ويكون ذلك في شكل قواعد (if-then). وينتج عن هذه المرحلة المخرجات الفازية.

3- مزيل التضبيب Defuzzification

تستقبل هذه المرحلة نتائج المرحلة السابقة والمتمثل بالمخرج الفازى وتكون مخرجات هذه المرحلة الفازى عن قيم حقيقية أي أن هذه المرحلة عبارة عكس مرحلة التضبيب وهناك العديد من الطرق لإزالة الضبابية أي تحويل المخرجات الفازية إلى قيم حقيقية ويمكن تمثيل مراحل الاستنتاج الفازي كما بالشكل التالي.

شكل رقم (1) نظام الاستنتاج الفازي



(2-1-2) السلاسل الزمنية الفازية

قام Song and Chissom بتقديم مفهوم السلاسل الزمنية الفازية في عدة أبحاث بداية من عام 1993 قد قدم الأول منها الإطار النظري للسلاسل الزمنية الفازية ولتوضيح هذ المفهوم وانطلاقا من مفهوم السلاسل الزمنية التقليدية التي تعرف على أنها مجموعة من المشاهدات العددية أو القياسات التي تؤخذ لإحدى الظواهر على فترات زمنية متتابعة، فإنه يمكن تعريف السلاسل الزمنية الفازية على أنها مجموعة من المشاهدات التي تأخذ لإحدى الظواهر ولكن في صورة مجموعات فازية على فترات زمنية

متتابعة، من التعريف يتضح لنا أن السلاسل الزمنية الفازية تختلف عن السلاسل الزمنية في أن قيم الأولى هي عبارة عن مجموعات فازية بينما قيم الثانية هي قيم عددية.

والميزة الأساسية للسلاسل الزمنية الفازية وهي التي قدمها Song and Chissom

ان السلاسل الزمنية الفازية يمكن استخدامها في التنبؤ سواء القيم السابقة للظاهرة قيم عددية (وهذا هو المعتاد لكل النماذج) أو عندما تكون القيم السابقة للظاهرة قيما وصفية.

فإذا اعتبرنا مثلا أن درجة الحرارة هي المتغير اللغوي لدينا وأنها تأخذ عدة قيم لغوية وكل منها يمثل مجموعة فازية وليكن (حار جدا، حار، معتدل، بارد، بارد جدا)، فإذا أخذنا

درجة الحرارة يوميا لمدة شهر في صورة هذه القيم فانة سيتكون عندنا سلسلة زمنية من المجموعات الفازية هذه السلسلة الزمنية يطلق عليها السلسلة الزمنية الفازية لأن قيمها مكونة من مجموعات فازية.

وبناء على هذا المفهوم فإنه إذا كانت قيم السلسلة الزمنية المتوفرة في شكل قيم وصفية لمتغير لغوى أي في صورة مجموعات فازية فإننا نكون أمام سلسلة زمنية فازية، وإذا كانت السلسة الزمنية في صورة عددية كما هو المعتاد دائما فانة بعد خطوة التضبيب في نظام الاستنتاج الفازى فإن كل قيم السلسلة الزمنية في صورة عددية يتم تحويلها إلى صورة مجموعات فازية وبالتالي تصبح سلسلة زمنية فازية.

وسوف نقدم بعض التعريفات للسلاسل الزمنية الفازية يليها بعض نماذج السلاسل الزمنية الفازية.

تعريف 1 السلاسل الزمنية الفازية

وبفرض أن $Y(t)_{(t=...,1,2,....)}$ عبارة عن المجموعة الشاملة وتمثل مجموعة جزئية من الأعداد الحقيقية، وأن $F(T)$ مجموعة مكونة من المجموعات الفازية $f_i(t)_{(i=1,2,.....)}$ المعرفة على المجموعة الشاملة، فإن $F(T)$ تسمى سلسلة زمنية فازية معرفة على المجموعة الشاملة $Y(t)_{(t=...,1,2,....)}$.

وفيما يلي نقدم بعض نماذج السلاسل الزمنية الفازية

نموذج chen

النموذج الذي قدمه Chen عام 1993 يعتبر من أوائل النماذج التي قدمت في هذا المجال وسيتم عرض خطوات النموذج كالاتي:

الخطوة الأولى: تعريف المجموعة الشاملة وتقسيمها إلى عدة فترات متساوية الطول.

تعرف المجموعة الشاملة للبيانات والتي يرمز لها بالرمز U على أنها

$$U = (D_{min}-D_1, D_{\max}+D_2)$$

حيث D_{min}: اقل قيمة في البيانات

$D_{\max}$: اكبر قيمة في البيانات

D_1, D_2 : أرقام موجبة يتم تحديدها لضبط أطوال الفئات أو الفترات ويتم تقسيم المجموعة الشاملة إلى m من الفترات المتساوية $u_1, \dots \dots, u_m$

الخطوة الثانية: تعريف المجموعات الفازية على المجموعة الشاملة

افترض أن $A_1, A_2, \dots, A_k$ هي مجموعات فازية والتي يمكن التعبير عنها أيضا بانها القيم اللغوية الممكنة للمتغير اللغوي (الصادرات)، فإنه يتم تعريف تلك المجموعات الفازية على المجموعة الشاملة U كالتالي :

$$A_K = F_{A_k}(u_1)/(u_1), F_{A_k}(u_2)/u_2, .., F_{A_k}(u_m)/u_m$$

حيث $F_{Ak}(u_m)$: دالة العضوية للمجموعة الفازية A_k.

ومن المتعارف علية أن يكون عدد المجموعات الفازية مساويا لعدد الفترات التي يتم استخدامها ومن الممكن إعطاء اسم لكل مجموعة فازية حيث أن هذ الاسم هو أحد القيم اللغوية للمتغير اللغوي فمثلا

A_1 = (not many), A_2 = (not too many), A_3 = (many), A_4 = (many many), A_5 = (very many), A_6 = (too many) and A_7 = (too many many).

يتم استخدام الدالة التالية لتحديد درجة الانتماء لكل فترة من الفترات للمجموعة الفازية

$$A_k = \begin{cases} \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} & k = 1 \\ \frac{0.5}{u_{k-1}} + \frac{1}{u_k} + \frac{0.5}{u_{k+1}} & 2 \le k \le n-1 \\ \frac{0.5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n} & k = n \end{cases}$$

وتكون باقي الفترات درجة انتمائها تساوى صفر بالنسبة لكل مجموعة.

الخطوة الثالثة: تحويل البيانات إلى صورة مجموعات فازية(التضبيب)

عملية التضبيب هي عملية تحويل القيم العددية وهي المشاهدات الخاصة بالسلسلة إلى صورة مجموعات فازية، حيث يتم التعبير عن كل قيمة من البيانات بمجموعة فازية وذلك على حسب أعلى درجة انتماء أو عضوية، فمثلا إذا كانت اعلى درجة انتماء لقيمة معينة وليكن F (t-1) وهى المجموعة الفازية عند الزمن t-1 تقع عند المجموعة الفازية A_k فيتم تضبيب F (t-1) إلى A_k.

إن الفرض الذي استخدمه طريقة Chen بتساوي عدد الفترات مع عدد المجموعات يجعل تضبيب البيانات عملية بسيطة حيث أنه إذا كانت العدد ينتمي إلى الفترة u_K فإن المجموعة الفازية الخاصة به هي

A_k، وبالتالي فانة يتم تحويل البيانات الموجودة في صورة عددية إلى مجموعات فازية.

الخطوة الرابعة: تحديد العلاقات الفازية بين البيانات

ويتم إنشاء هذه العلاقات من البيانات التي تم تضبيبها، فإذا كانت قيمة معينة في السلسة الزمنية ولتكن F(t-1) تم تضبيبها إلى A_k وكانت القيمة التى تليها F(t) تم تضبيبها إلى A_m فإننا نرمز لهذه العلاقة بالرمز $A_k \rightarrow A_m$ حيث أن A_k هى المرحلة الحالية لعدد الطلاب وتسمى بالطرف الأيسر للعلاقة وA_m هى المرحلة التالية وتسمى بالطرف الأيمن.

وبنفس الطريقة يتم تكوين العلاقات بين المجموعات الفازية ولكن يجب ملاحظة انه إذا تكررت العلاقة أي ظهرت أكثر من مرة فيتم كتابتها مرة واحدة.

الخطوة الخامسة: إنشاء مجموعات للعلاقات الفازية *Establish fuzzy relationship groups (FLRG's)*

بناء على الخطوة السابقة، فإذا كانت نفس المجموعة الفازية لها علاقة بأكثر من مجموعة فازية أخرى فانة يتم دمج هذه العلاقات في مجموعة علاقات فازية، بمعنى أخر يتم وضع كل العلاقات المحتوية على نفس المرحلة الحالية في مجموعة، فمثلاً إذا كان هناك مثلا علاقة بين A_1 ونفسها ويرمز لها $A_1 \rightarrow A_1$ وهناك علاقة بين A_1 و A_2 ويرمز لها ب $A_1 \rightarrow A_2$

فان علاقة A_1 بباقي المجموعات يعبر عنها ب $A_1 \rightarrow A_1, A_2$.

الخطوة السادسة التنبؤ وإعادة التضبيب:

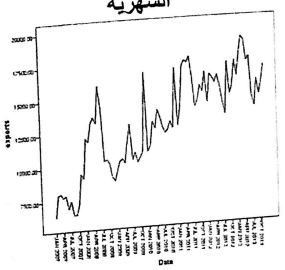
بفرض أن القيمة المضببة للمشاهدة F(t-1) هي A_j فإن القيمة المتنبأ بها F(t) تكون هي القيمة الواقعة في منتصف الفترة أو الفترات المقابلة للمجموعة أو المجموعات الفازية التي ترتبط بها A_j بأعلى درجة انتماء

فمثلاً اذا كان $A_j \rightarrow A_k$، وعلية فان اعلى درجة انتماء للمجموعة A_k تحدث فى الفترة u_k وتكون القيمة المتنبا بها ل F(t) هي مركز الفترة u_k، واذا كانت المرحلة الحالية A_j ليس لها اى علاقات فازية أي أن $A_j \rightarrow \varnothing$، وتكون القيمة المتنبأ بها ل F(t) هي نقطة منتصف الفترة u_j، واذا وجدت علاقة one-to-many في جدول مجموعة العلاقات الخاصة ب A_j وليكن مثلا $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$ وأن أعلى درجات انتماء لهذه المجموعات تحدث في الفترات $u_1, u_2, \dots, u_n$ ، في هذه الحالة تكون القيمة المتنبا بها هي متوسط مراكز الفترات

(3) التطبيق العملي

تم التطبيق على البيانات الشهرية للصادرات المصرية في الفترة من يناير 2007 إلى ديسمبر 2013 وتم الحصول على البيانات من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ويمثل الشكل رقم(1) البيانات الخاصة بالصادرات الشهرية.

شكل(1) البيانات الخاصة بالصادرات الشهرية



ويتم التنبؤ بالصادرات الشهرية وفقا لنموذج السلاسل الزمنية الفازية ونماذج بوكس – جينكنز، على النحو التالي:

أولاً نماذج السلاسل الزمنية الفازية: نموذج chen

1- تعريف المجموعة الشاملة وتقسيمها إلى عدة فترات متساوية الطول

بالنظر إلى البيانات نجد أن $D_{max} = 19086$ ، $D_{min} = 631$ وبتطبيق خوارزمية نموذج chen من خلال برنامج matlab تم تحديد أفضل قيمه لعدد الفترات وكانت 700 وبالتالي

تم تقسيم المجموعة الشاملة كالتالي:

1- $[6318,6336.24)$

2- $[6336.24,6354.48)$

.

.

.

700- $[19067.76,19086]$

2- تعريف المجموعات الفازية على المجموعة الشاملة

في طريقة Chen يكون عدد المجموعات الفازية متساويا مع عدد الفترات، وبالتالي سيتم تعريف 700 مجموعة $A_1, A_2, \dots, A_{700}$

3-تحويل البيانات في صورة مجموعات فازية(التضبيب)

وتم تحويل البيانات باستخدام البرنامج، وكانت نتائج تضبيب المشاهدات لسنة 2007 كما هو موضح بجدول (4)، وكمثال على عملية التضبيب تقع قيمة صادرات شهر يناير 2007 الفترة الأولى $[6318,6336.24)$ وبالتالي تم تحويلها للمجموعة A_1 ، أيضا صادرات شهر أغسطس 2007 تقع قيمته في الفترة الثامنة $[6445.68,6463.92)$ وبالتالي تم تحويلها إلى المجموعة A_8 .

وكانت نتائج تضبيب المشاهدات لسنة 2007 كالتالي:

جدول (1) تضبيب البيانات الخاصة بالصادرات الشهرية

الشهور	المشاهدات	المجموعات الفازية
يناير 2007	6318	A_1
فبراير 2007	7964	A_{91}
مارس 2007	8091	A_{98}
ابريل2007	7757	A_{79}
مايو2007	7920	A_{88}

الشهور	المشاهدات	المجموعات الفازية
يونيو 2007	6921	A_{34}
يوليو 2007	7504	A_{66}
اغسطس2007	6446	A_8
سبتمبر 2007	6456	A_8
اكتوبر 2007	7257	A_{52}
نوفمبر 2007	9467	A_{173}
ديسمبر 2007	9146	A_{156}

إيجاد العلاقات الفازية بين البيانات

وتم إنشاء هذه العلاقات من البيانات التي تم تضبيبها، فاذا كانت قيمة معينة في السلسة الزمنية ولتكن F(t-1) تم تضبيبها إلى A_k وكانت القيمة التى تليها F(t) تم تضبيبها إلى A_m فاننا نرمز لهذة العلاقة بالرمز $A_k \rightarrow A_m$

ونلاحظ أن أول مشاهدة تم تحويلها إلى المجموعةA_1، وثاني مشاهدة تم تحويلها إلى A_{91} وبالتالي تكون العلاقة الفازية هي $A_1 \rightarrow A_{91}$ وتم تحديد باقي العلاقات كما في جدول(2)

جدول(2) العلاقات الفازية الخاصة بالصادرات الشهرية

$A_1 \rightarrow A_{91}$
$A_{91} \rightarrow A_{98}$
$A_{98} \rightarrow A_{79}$
$A_{79} \rightarrow A_{88}$
$A_{88} \rightarrow A_{34}$
$A_{34} \rightarrow A_{66}$
$A_{66} \rightarrow A_8$
$A_8 \rightarrow A_8$
$A_8 \rightarrow A_{52}$
$A_{52} \rightarrow A_{173}$
$A_{173} \rightarrow A_{156}$
$A_{156} \rightarrow A_{317}$

5-إنشاء مجموعات للعلاقات الفازية Establish fuzzy relationship groups (FLRG's)

كما ذكرنا سابقا إذا كانت نفس المجموعة الفازية لها علاقة بأكثر من مجموعة فازية أخرى فانة يعبر عن هذه العلاقات في مجموعة واحدة.

وكمثال على ذلك إذا نظرنا لجدول (2)، سنجد العلاقتين $A_8 \rightarrow A_8$, $A_8 \rightarrow A_{52}$ وبالتالي يتم وضعهم في المجموعة $A_8 \rightarrow A_8, A_{52}$

وتم تكوين باقي المجموعات كما في جدول(3)

جدول (3) مجموعات العلاقات الفازية الخاصة بالصادرات الشهرية

$A_1 \rightarrow A_{91}$
$A_{91} \rightarrow A_{98}$
$A_{98} \rightarrow A_{79}$
$A_{79} \rightarrow A_{88}$
$A_{88} \rightarrow A_{34}$
$A_{34} \rightarrow A_{66}$
$A_{66} \rightarrow A_8$
$A_8 \rightarrow A_8, A_{52}$
$A_{52} \rightarrow A_{173}$
$A_{173} \rightarrow A_{156}$
$A_{156} \rightarrow A_{317}$

6-مرحلة التنبؤ

تتمثل المرحلة الأخيرة في خوارزمية chen بالتنبؤ بقيم المشاهدات المستقبلية، فإذا أردنا التنبؤ بشهر يوليو 2007 فإننا ننظر للمشاهدة السابقة لها

يونيو 2007 سنجد أن المجموعة الخاصة بها هي A_{34} وبالنظر لجدول (3)، نجد أن المجموعة الخاصة بـ A_{34} هي $A_{34} \rightarrow A_{66}$ ، وبالتالي فإن التنبؤ الخاص بيوليو2007 يكون هو منتصف الفترة U_{66} ,وذلك حسب القواعد المستخدمة في التنبؤ والتي ذكرت بالجانب النظري، وحيث أن الفترة هي [7503.6,7521.84] ، فيكون التنبؤ $= \frac{7503.6+7521.84}{2}$

7512.72

طريقة yu:

حيث أنه لا توجد علاقات متكررة فان الجداول الخاصة بالعلاقات الفازية ومجموعات العلاقات تكون نفس الجداول الخاصة بطريقة CHEN ويكون الاختلاف فقط عند التنبؤ حيث يتم استخدام مصفوفة الأوزان وكمثال على التنبؤ باستخدام طريقة Yu، نفترض أننا نريد التنبؤ بصادرات شهر أكتوبر2007. سننظر إلى المشاهدة السابقة سبتمبر2007 وتم تحويلها للمجموعة A_8 ، ومن جدول المجموعات نجد أن المجموعة الخاصة ب A_8 هي $A_8 \rightarrow A_8, A_{52}$ ، وبالتالي فإن التنبؤ الخاص بشهر أكتوبر 2007 هو A_8, A_{52}

وتكون قيمة التنبؤ العددية كالتالي $[m_8, m_{52}]\left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right]^T$ وهي عبارة عن منتصف فترات المجموعات الخاصة بالتنبؤ مضروبة في مصفوفة الترجيحات الخاصة بالترتيب الزمني.

$$\left[\frac{6445.68+6463.92}{2}, \frac{7248.24,7266.48}{2}\right]\left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right]^T = 6989.84$$

وسيتم عرض نتائج التنبؤات بجدول 4

ثانياً التنبؤ باستخدام نماذج: ARIMA

حيث تم تطبيق مراحل بوكس وجينكنز لبناء نموذج ARIMA للصادرات المصرية وذلك في الفترة من يناير 2007 إلى ديسمبر2013

وباختبار مجموعة من النماذج المحتملة لتوفيق البيانات من خلال دوال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي تم التأكد من ملائمة النموذج $ARIMA(1,1,0)(1,0,0)_{12}$ لتمثيل بيانات السلسلة، وتم استخدام النموذج في التنبؤ بقيم الصادرات المصرية.

(4) المقارنة بين النماذج المستخدمة

وللمقارنة بين الأساليب المستخدمة في التنبؤ بالصادرات المصرية فانة تم استخدام تلك المعايير الإحصائية:

1- متوسط الخطأ النسبي المطلق Mean Absolute Percentage Error

$$\frac{1}{m}\left[\sum_{t=1}^{m} \left| (y_t - \hat{y}_t) / y_t \right|\right] x100$$

2- الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ Root Mean Square Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(y_j - \hat{y}_j)^2}$$

وكانت قيم MAPE و RMSE للنماذج المقدرة للتنبؤ بقيم الصادرات المصرية الشهرية كما في جدول (4)

جدول 4 المقارنة بين الأساليب المستخدمة في التنبؤ

الأسلوب	RMSE	MAPE
Chen	334.3176	0.8044
Yu	352.0978	0.8184
ARIMA	1588.859	8.9415

ويتضح من الجدول السابق أن نموذج Chen كان الأفضل في التنبؤ بقيم الصادرات الشهرية، حيث كانت قيمتي MAPE و RMSE لهذا النموذج اقل من باقي النماذج المستخدمة في التنبؤ.

(5) النتائج والتوصيات:

النتائج:

1- أثبتت نماذج السلاسل الزمنية الفازية أفضليتها عن نماذج بوكس وجينكنز ففي التنبؤ بقيم الصادرات الشهرية بجمهورية مصر العربية.

2- توصل البحث إلى أن أفضل نموذج للتنبؤ بالصادرات المصرية هو نموذج السلاسل الزمنية Chen مع تحديد أفضل عدد للفترات التي تم تقسيم بيانات الصادرات المصرية إليها بنماذج السلاسل الزمنية الفازية هي 700 فترة، حيث نتج عن ذلك أعلى دقة تنبؤ.

التوصيات:

1- على الرغم من افتراض أن نتائج نموذج Yu تكون أفضل من نموذج Chen نظرا لمنطقية الأسباب التي استخدمتها هذه الطريقة كالتكرار والترجيحات، إلا أن نموذج Chen نتائجه أفضل، لذلك يوصى البحث بتجربة طرق أخرى بديلة لمعالجة الترجيحات.

2- توصى الدراسة بتجربة أكثر من فرض بخصوص تساوي عدد الفترات مع عدد المجموعات وأيضا استخدام الأعداد الفازية شبة المنحرف لتحويل المشاهدات إلى مجموعات فازية.

(6) المراجع

أولاً: المراجع العربية

1- شهاب الدين، محمد مصطفى عبد الرازق (1991)، "نموذج إحصائي للتنبؤ بحجم الحصيلة الجمركية السنوية في مصر"، رسالة ماجيستير، كلية التجارة، جامعة المنصورة.

2- فاندل، والتر (1992)، السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس وجينكنز، تعريب عبد المرضى عزام، دار المريخ للنشر.

3- مبارك، أمال السيد (2012)،" التنبؤ باستخدام الجمع بين أسلوبي تحليل الانحدار وتحليل السلاسل الزمنية " رسالة ماجيستير كلية التجارة، جامعة المنصورة.

ثانيا: المراجع الأجنبية

1- Ahuja, Sachin, N. Kumar, and V. Kumar. "Fuzzy time series forecasting of wheat production." International Journal of Computer Science & Engineering (IJCSE) 2.3 (2010).

2- Boaisha, Samira M., and Saleh M. Amaitik. "Forecasting Model Based on Fuzzy Time Series Approach." Proceedings of the 10th International Arab Conference on Information Technology-ACIT. 2010.

3- Chen, Shyi-Ming. "Forecasting enrollments based on fuzzy time series." Fuzzy sets and systems 81.3 (1996): 311-319.

4- Fuzzy logic , http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/0135705991/samplechapter/0135705991.pdf

5- Hamilton, James Douglas. Time series analysis. Vol. 2. Princeton: Princeton university press, 1994.

6- Huamg, Kunhuang. "Effective lengths of intervals to improve forecasting in fuzzy time series." Fuzzy sets and systems 123.3 (2001): 387-394.

7- Kaushik, Ankur, and A. K. Singh. "Long Term Forecasting with Fuzzy Time Series and Neural Network: a comparative study using Sugar production data."

8- Klir, George, and Bo Yuan. Fuzzy sets and fuzzy logic. Vol. 4. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

9- Mandal, Satyendra Nath, J. Pal Choudhury, and S. Chaudhuri. "In search of suitable fuzzy membership function in prediction of time series data." Int J Comput Sci 9.3 (2012): 293-302.

10- Nguyen, Hung T., and Elbert A. Walker. A first course in fuzzy logic. CRC press, 2005.

11- Poulsen, Jens. "Fuzzy Time Series Forecasting, Developing a new forecasting model based on high order fuzzy time series." projekter. aau. dk/projekter/files/18603950/FTS_rapport_pdf. pdf (Accessed 7/7/12) 12 (2009): 1-9.

12- Sivanandam, S. N., Sai Sumathi, and S. N. Deepa. Introduction to fuzzy logic using MATLAB. Vol. 1. Berlin: Springer, 2007.

13- Song, Qiang, and Brad S. Chissom. "Forecasting enrollments with fuzzy time series—part I." Fuzzy sets and systems 54.1 (1993): 1-9.

14- Song, Qiang, and Brad S. Chissom. "Fuzzy time series and its models." Fuzzy sets and systems 54.3 (1993): 269-277.

15- Yu, Hui-Kuang. "Weighted fuzzy time series models for TAIEX forecasting." Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 349.3 (2005): 609-624.