جامعة المنصورة
المجلة المصرية للدراسات التجارية
العدد (1) 2018

الدوال الفازية لأهم المتغيرات المرتبطة بمشروعات تطويرالمجرى الملاحى لقناة السويس

أ.د / محمود رياض محمود
استاذ الإحصاء الرياضى
والعميد السابق لمعهد الدراسات
والبحوث الاحصائية
جامعة القاهرة

أ.د / مرفت طلعت المحلاوى
استاذ الإحصاء التطبيقى
ورئيس قسم الاحصاء التطبيقي والتأمين
والعميد السابق لكلية التجارة بدمياط
جامعة دمياط

أ.د / أحمد عبد الخالق سلامة
استاذ الرياضيات وعلوم الحاسب
قسم الرياضيات وعلوم الحاسب
كلية العلوم
جامعة بورسعيد

هبه إبراهيم محمد عشرى
مدرس مساعد بقسم الإحصاءالتطبيقي والتأمين
كلية التجارة – جامعة دمياط

الملخص

يعتمد الانحدار الفازى على مفاهيم نظرية المجموعات الفازية FST بينما اعتمد الانحدار التقليدى على نظرية الاحتمالات Probability Theory يوجد اختلاف من حيث الفروض الاساسية وتقدير المعلمات بين الانحدار التقليدى والانحدار الفازى، ويتميز نموذج الانحدار الفازى عن نموذج الانحدار التقليدى بمعالجتة لمشكلة عدم دقة البيانات الراجعة للفازية وليس للعشوائية، كما أنه يمكن استخدام الانحدار الفازى فى حالة أن المدخلات (البيانات) غير فازية والمخرجات فازية أو المدخلات والمخرجات فازية، أيضاً إذا كانت البيانات غير فازية والعلاقة فازية حيث أنه عند نمذجة نظام فازى مع دوال خطية فازية فإن الفازية لبيانات المخرجات قد تكون بسبب اللاتأكدية لمعلمات النموذج والفازية فى بيانات المدخلات.

الكلمات الدالة :

المنطق الفازىFL– الفئاتالفازيةFS– نظرية الفئات الفازيةFST–دالة الإنتماء Membership Function– الانحدارالفازىFuzzy Regression.

Abstract

The research is an attempt to use Fuzzy Regression models:

1- Fuzzy regression model to analyze the Suez Canal dues on tankers and to determine the most important factors affecting them and to estimate their effects.

2- Fuzzy regression model to analyze the Suez Canal dues on bulk carriers and to determine the most important factors affecting them and to estimate their effects.

3- Fuzzy regression model to analyze the Suez Canal dues and to determine the most important factors affecting them and to estimate their effects.

4- a Fuzzy time series model for forecasting the future amount of the tanker's dues.

5- a Fuzzy time series model for forecasting the future amount of the bulk carrier dues.

6- a Fuzzy time series model for forecasting the future amount of the all dues.

7- a mathematical model-mixed (0-1) Integer programming.

8-Expert Fuzzy System to choose the best alternative for developing the Marin stream of Suez Canal.

Keywords: Fuzzy Logic, Fuzzy Theory, Fuzzy Set, Membership Function, Fuzzy regression, Fuzzy Time series, Fuzzy linear Programming, Fuzzy Decision Making.

مقدمه

يعد أسلوب تحليل الانحدار Regression Analysis أحد أهم الأساليب الإحصائية المستخدمة لقياس العلاقات الاقتصادية، من خلال قياس حجم التغير الذي يحدث في متغير ما وهو المتغير التابع Dependent Variable ويطلق عليه متغير الاستجابه Response variable عندما يتغير متغير آخر وهو المتغير المستقل Independent Variable أو Explanatory variable ويطلق عليه نموذج الانحدار البسيط Simple Regression Model أو متغيرات أخرى ويطلق عليه نموذج الانحدار المتعدد Multiple Regression

Modelوالتنبؤ بقيمة المتغير التابع عند معرفة قيم محددة للمتغيرات المستقلة. ويهدف أسلوب تحليل الانحدار إلى قياس العلاقة بين متغير تابع يحتاج إلى تفسير ومتغير آخر أو أكثر من المتغيرات المستقلة ويضع العلاقة في شكل نموذج أو معادلة تعرف بمعادلة الانحدار ويمكن استخدامها للتنبؤ بقيمة الظاهرة في المستقبل.

3- والبيانات المستخدمه فى اتخاذ قرار معين غالباً ما تكون غير معلومه بدقة تامه مما ينتج عنه عدم تأكد مصاحب للبيانات، وتسمى بالبيانات الفازيه وقد قدم Zadeh(1965) نظريه الفئات الفازيه FSTلمعالجة تلك المشكله وتعتمد نظريه الفئات الفازيه على دراسة دالة العضويه للبيانات بتحليل درجات انتماء البيانات للفئة الفازيه.

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث فى ضرورة اتخاذ قراراستثمارى أمثل يحقق تعظيم ربحية قناة السويس على مستوى الاقتصاد القومى من خلال الاختيار الأمثل لمشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس، والتى تحتاج لاستثمارات ضخمة مما ينعكس على صعوبة اتخاذ القرار الاستثمارى الأمثل، وما يترتب عليه ضرورة معرفة إن كان هناك حاجة لتحقيق المزيد من مشروعات التطوير أم الاكتفاء بما تم من مشروعات لتطوير المجرى الملاحى للقناة حيث تتنافس المشروعات الاستثمارية الأخرى على الموارد المتاحة.

أهمية البحث

تتمثل الأهمية العلمية للبحث فى استخدام التحليل الفازى وايجاد قيم دوالالعضوية، واقتراح نظام فازى خبير لاتخاذ القرار الأمثل يتضمن مجموعة من النماذج الفازية حيث تم بناء نماذج انحدار فازية والتنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية الفازية لكل من الايرادات الاجماليه لقناة السويس، وايرادات قناة السويس من ناقلات البترول، وايرادات القناة من سفن البضائع الصب، ونموذج للبرمجه العددية الصحيحة (0-1) المختلطة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى ايجاد قيم دوال العضوية لبياناتالمتغيرات المرتبطة بمشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويسوتحليلها، واقتراح نماذج انحدار فازى Fuzzy Regression Models لأهم المتغيرات المؤثرة فى مشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس كما يلي:

1- نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول.
2- نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب.
3- نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس الاجمالية .

خطة البحث:

تتمثل مشكلة البحث فى ضرورة اتخاذ قراراستثمارى أمثل يحقق تعظيم ربحية قناة السويس على مستوى الاقتصاد القومى من خلال الاختيار الأمثل لمشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس، والتى تحتاج لاستثمارات ضخمة مما ينعكس على صعوبة اتخاذ القرار الاستثمارى الأمثل، وما يترتب عليه ضرورة معرفة إن كان هناك حاجة لتحقيق المزيد من مشروعات التطوير أم الاكتفاء بما تم من مشروعات لتطوير المجرى الملاحى للقناة حيث تتنافس المشروعات الاستثمارية الأخرى على الموارد المتاحة.

أهداف البحث

يهدف البحث إلى اقتراح مجموعة من النماذج الفازية تساعد متخذى القرار بشأن مشروعات تطويرالمجرى الملاحى لقناة السويس لاتخاذ القرارالأمثل بهدف تحقيق أقصى ربحية ممكنه على مستوى الاقتصاد القومى.وذلك من خلال مجموعة من الأهداف الفرعية تتمثل فيما يلى:

1- اقتراح نماذج انحدار فازى Fuzzy Regression Models.
2- التنبؤ الفازى بقيمة الايرادات الكليهلقناة السويس والتنبؤ بايرادات القناة من كل من ناقلات البترول وسفن البضائع الصب.

حدود البحث

النطاق الزمانى:

البيانات خلال الفترة 1976:2015.

النطاق المكانى:

- مشروعات تطوير مجرى قناة السويس الملاحي دون غيرها من أوجه الإنفاق الاستثماري غير المرتبطة بتطوير المجرى الملاحي للقناة.
- تقتصر الدراسة على خطط التطوير المعلنة من هيئة قناة السويس.

الدراسات السابقة

1) دراسة Hui Feng(2006)

الدراسة بعنوان:

Bayesian and non-Bayesian contributions to fuzzy regression Analysis

اقترح الباحث نموذج انحدار بيزى باستخدام اسلوب التحليل البيزى معتمداً على التحليل البيزى البعدى وذلك لتحديد عدد العناقيد فى الانحدار الفازى وقد اقترح نموذج انحدار بيزى بكل عنقود. حيث يتميز تحليل الانحدار الفازى البيزى بقدرته على التعامل مع عدم خطية البيانات. وقد أدى استخدام التحليل البيزى البعدى فى الانحدار إلى تحسين أداء النموذج واوضحت ذلك طريقة مونت كارلو.

2) دراسة Van-Nam Huynh et al.(2007)

الدراسة بعنوان:

Decision Making under Uncertainty with Fuzzy targets

تم توضيح كيفية استخدام الأهداف الفازية لاتخاذ القرار فى حالة عدم التأكد، وتحليل الأهداف الفازية وتحديدها لمتخذى القرار. وايضاح أن نهج الهدف يستطيع أن يمد بطريقة موحدة لحل مشكلة اتخاذ القرار الفازى فى حالة عدم التأكد. وذلك مع العديد من الأمثلة للتوضيح.

3) دراسة Barbara &Dorota(2009)

الدراسة بعنوان:

Least Squares Method For L-R Fuzzy Variables

وفيها تم تحديد الانحراف الفازى باستخدام طريقة المربعات الصغرى، وتحديدالتوزيعاتالاحتمالية لمعاملات النموذج فى حالة أن المتغير العشوائى متغيرفازى L_R، له قيمه دنيا Leftوقيمة عظمى Right.وقدتم استخدامتطبيقين الأولنموذجالانحدارالذاتىلحملالطاقةفىبولندا، والثانى نموذج لوصفالعلاقةبينأسعارالمنازلفىاليابانومساحة وجودةموادالبناءالتى يتم استخدامها.

4) دراسةRosmamohddom (2009)

الدراسة بعنوان:

A Fuzzy Regression Model For The Prediction Of Oral Cancer Susceptibility

اقترح الباحث برنامج لتقدير العلاقةبينالمتغيراتالمستقلةالمدخلاتوالمتغيرالتابعذوالطبيعةالثنائية، كما تم تطويرأسلوبالانحدارالفازىوإجراءاختبارات الصلاحيةفى حالةالمتغيرالتابعثنائىالقيمةوبناء نماذجانحدارفازىوالتنبؤبالمتغيرالثنائىوتطبيقهعلىبياناتسرطانالفموقد تمبناءأربعةنماذج كما يلى:

النموذجالأول: للتنبؤبسرطانالفم ويعتمدعلىأداءالأطباءكخبراءClinicians.

النموذجالثانى:يعتمدعلىالمنطقالفازى.

النموذج الثالث:يعتمدعلىالشبكاتالعصبيةالفازية.

النموذج الرابع:يعتمدعلىالانحداراللوجستى.

وقد اتضحأننموذجالانحدارالفازىونموذج الشبكاتالعصبيةالفازيةونموذج الانحداراللوجستىلديهم قدرةلإيجادالقيمةالمثلىللمدخلاتأىالمتغيراتالتفسيرية.

5) دراسة Shapero et al. (2009)

الدراسة بعنوان:

The Fuzziness in Regression Models

وفيها قام الباحثونباختباروجودعلاقةمعنويةواضحةبينالمتغيرالتابع والمتغيرالمستقلفىنموذجالانحداروهلهىعلاقةفازيةأملا (غيرفازية) وذلك بمعالجةتشتتمعاملاتالانحداركمقياسإحصائىللعلاقة الفازيةبينالمتغيرالتابعوالمتغيرالمستقلواختبارالفرض

الإحصائيأن تشتتالبياناتبسببالخطأالعشوائى. واجراءالمحاكاةلعدد 80000 محاولة، وقد تم استنتاج عدم رفضالفرضبأنالعلاقةبينالمتغيرالتابعوالمتغيرالمستقلليستفازية.

6) دراسة Nureize& J. Watada (2010)

الدراسة بعنوان:

A Fuzzy Regression Approach to A Hierarchical Evaluation Model For Oil Palm Fruit Grading

تم استخدام نموذج الانحدار الفازى فى بناء نموذج تقييم هرمى فازى يميز معايير درجة ثمرة زيت النخيل وتحديد الأوزان الغامضة لتلك المعايير، وكذلك للمساعدة فى التقييم واتخاذ القرار ولتوقع تنميه أمثل فى المجالات الزراعية، حيث تحتاج عملية مراقبة و فحص جودة المحصول إلى أن تتم بصورة صحيحة للتأكد من ارتفاع الجودة التى يتم تحديدها للانتاج.

7) دراسة M. Mosleh et al. (2010)

الدراسة بعنوان:

Evaluation of Fuzzy Regression Models by Fuzzy Neural Network

اقترح الباحثون أسلوبجديديعتمدعلىالشبكاتالعصبيةالفازيةيهدفإلىتقريبمعالمنماذجالانحدارالفازيةسواءالخطيةأوغيرالخطيةويعمل علىتدنيةدالةالتكاليفللشبكاتالعصبيةالفازية،كماقدمتهذهالدراسةالعديدمنالأمثلةالرقميةلشرحكيفيةاستخدام ذلكالأسلوب.

8) دراسة ZeynepSener (2010)

الدراسة بعنوان:

A Fuzzy Regression and Optimization Approach for Setting Target Levels in Software Quality Function Deployment

قد تماستخدامأسلوب:

Software quality function deployment (SQFD)

وتطبيق أدواتتحسينجودةالبرمجياتاستجابه لاحتياجاتمستخدمالبرمجيات وذلكلتحسينجودةالبرمجياتوتعظيمرضاءالعملاءوايجادمنتجاً يغطىالاحتياجاتالمتوقعةللعملاء وتلكالدراسةتعرضأسلوبالانحدارالفازىلتحديدالمستويات المثلى لاسلوب (SQFD) حيثأنالعلاقاتالفازيةالموجودةفىنموذج (SQFD) تبرراستخدامنموذجالانحدارالفازى .وقداستخدمالانحدارالفازىلتحديدالعلاقاتالداليةبينرغباتالمستهلكينوالخواصالفنيةوبينالخواصالفنيةذاتها واستخداماسلوبنموذجالبرمجةالرياضيةلتحديدالمستوياتالمثلىللخواصالفنيةمعاستخداماالعلاقاتالداليةالمتحصلعليهامننتائجالانحدارالفازى.

9) دراسة S.Rajaram and V.Vamitha (2012)

الدراسة بعنوان:

A Modified Approach on Fuzzy Time Series Forecasting

تم تطوير طريقة التنبؤ بالسلاسلالزمنيةالفازية على أساس أقرب الأعداد شبه المتماثلةويستخدم تقسيم الفترات مع طول مختلف. وعن طريق تحويل الأرقام الفازية شبه منحرف منوإلى أقرب أرقام متماثلة شبه منحرف متماثل وباستخدام وظيفة الترتيب تم تحسين دقة التنبؤ.

يهدف التنبؤ غير المؤكد استنادا إلى بيانات غير مؤكدة. في البحثلأقرب الأرقام شبه متماثلة تستخدم لزيادة دقة التنبؤ. ثم استخدام مثال توضيحي للتنبؤ للتحقق من فعالية النموذج المقترح ومقارنتها مع بعض الطرق الحالية لتأكيد الفوائد المحتملة للنهج المقترح مع خطأ صغير جداً.

10) دراسة Mohammed A. Al-Sulaiman et al. (2014)

الدراسة بعنوان:

Estimation of Total Dissolved Salts of Irrigation Water Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

تم توظيف منظومة استنتاج عصبية فازية مكيفة (Adaptive Neuro Fuzzy Inferenece Systems; ANFIS) لتقدير تركيز مجموع الأملاح الذائبة لمياه الرى من الآبار، وتستخدم المنظومه المقترحة المنطق الفازى فى صياغة القواعد Rules الموضحة لتأثير العوامل على تركيز مجموع الأملاح الذائبة لمياه الرى. استخدم نموذج سيجينو Sugeno من الرتبه الأولى للمنظومة لاشتقاق دوال العضويه Membership functions وقواعد إذا–لو IF–Then.

وتم استخدام تحليل الانحدار الخطى المتعدد للتنبؤ بتركيز مجموع الأملاح الذائبه فى عينه مياه من خلال نفس العناصر الكيميائية للمقارنه. وأظهرت النتائج أن القيم المقدرة من منظومة ANFIS المقترحة كانت قريبة جدا من القيم الفعلية وبالتالى يمكن استخدامها لتقدير تركيز مجموع الأملاح الذائبة وكنظام مساعد فى ادارة مياه الرى.

11) دراسة R. Osuna-Gomez et al. (2017)

الدراسة بعنوان:

Different Optimum Notions for Fuzzy Functions and Optimality Conditions associated

تم تطبيق الأعداد الفازية على مشاكل القرار فى حالات عدم التأكد وتحديد مفاهيم الأمثليه لمتخذى القرار وإثبات أهميه وكفاءة شروط الأمثليه كخطوات ضروريه فى عملية حل المشكلات من خلال الأمثله المتنوعه.

12) دراسة Kai Yao (2017)

الدراسة بعنوان:

Conditional Uncertain set and conditional membership Function

تم دراسة المجموعات غير المؤكده الشرطيه ودوال العضويه لها وأوضحت عدم وجود علاقة بين دالة العضوية للفئة الأصليه غير المؤكده ودالة العضويه للفئة غير المؤكده الشرطيه.

وتم أثبات أن الفئه غير المؤكدة الشرطيه يكون لها دالة عضوية فى حالتين هما:

الفئة الأصلية غير المؤكدة ترتب وتعرف فى فراغ غير مؤكد متصل، الفئة الأصلية غير المؤكدة لها دالة عضوية مستقلة عن الحدث.

خطة البحث

المبحثالأول: التحليل الانحدار الفازى.

المبحثالثانى: تحليل المتغيرات الفازية.

المبحث الأول

تحليل الانحدار الفازى

الانحدار الخطى الفازى Fuzzy Linear Regression (FLR)

الانحـدار الخطـى الفـازى FLRيـتم فيـه توظيـف البرمجـة الخطيـة Linear Programming Problem (LP) لتقدير المعلمات الفازية. ويمكن التعبير عن صيغة نموذج (FLR) كما يلي:

$$\tilde{Y} = \tilde{B}_0 + \tilde{B}_1 x_1 + \tilde{B}_2 x_2 + \cdots + \tilde{B}_n x_n$$

$$= \tilde{B}' X$$

حيث:

$\tilde{B} = [\tilde{B}_0, \tilde{B}_1, \tilde{B}_2, \ldots., \tilde{B}_n]'$: متجهالمعلمات الفازية.

$\tilde{B}_i = (\alpha_i , c_i)$ L

α_i : قيمة المركز للمعلمة الفازية center value.

c_i: قيمة الانتشار للمعلمة الفازية spread value (width).

i = 0,1,2,….,n

L : دالة الانتماء للاتجاه الأيسر.

X=[1,x1,x2, … ,xn] : هو متجه المتغيرات المستقلة.

ويمكن التعبير عن دالة الانتماء للمعلمة الفازية كما يلي:

$$\propto_{\tilde{B}_i}(B_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|\alpha_i - b_i|}{c_i} & \alpha_i - c_i \le b_i \le \alpha_i + c_i \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

حيث:

i=1,2,….,n

$b_i > 0$

ويمكن التعبير عن المعادلة كما يلي:

$$\tilde{Y}_i = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)x_1 + (\alpha_2, c_2)x_2 + \cdots + (\alpha_n, c_n)x_n$$

نموذجTanaka وفي ذلك النموذ

$$Y = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + \cdots + B_nx_n$$

$$= B'X$$

حيث:

$B = [B_0, B_1, \ldots., B_n]'$: متجه معلمات النموذج.

X = [1,x1,x2, … ,xn]: متجه المتغيرات المستقلة.

ويمكن التعبير عن دالة الانتماء كما يلي:

$$\propto_Y (y) = \begin{cases} 1 - \frac{|y - x'\alpha|}{c'|x|} & x \neq 0 \\ 1 & x = 0, y = 0 \\ 0 & x = 0, y \neq 0 \end{cases}$$

حيث:

$|\boldsymbol{x}| = (\,|\boldsymbol{x_1}\,|, \ldots, |\boldsymbol{x_n}|\,)'$: عملية التبديل Transposition

α : *متجه القيم المركزية.*

C:متجه قيم الانتشار لكل المعلمات.

$\boldsymbol{Y} = (\boldsymbol{y_i}\,, \boldsymbol{e_i})$: المتغير التابع عدد فازى مع دالة انتماء مثلثيه

(i=1,2,….,n)

وتأخذ دالة الانتماء للمتغير التابع الشكل التالى:

$$\propto_{y_i} (\boldsymbol{y_i}) = \left\{ \begin{array}{c} \mathbf{1} - \frac{|\boldsymbol{y_i} - y|}{\boldsymbol{e_i}} \; \boldsymbol{y_i} - \boldsymbol{e_i} < y < \boldsymbol{y_i} + \boldsymbol{e_i} \\ 0 otherwise \end{array} \right\}$$

ولايجاد نموذج الانحدار الفازى تم فرض الشروط التالية :

Min S = $c_1 + c_2 + \cdots + c_2 - 1$ معيار تصغير الفازية

$Y_i = (y_i\,, e_i)$ −2

الانتماء لكل مشاهدة أكبرمن أو يساوى الانتماء المفترض$(h \in [0\,, 1])$

$$Y(y_i) \geq h$$

$$\forall\, i = 1, \ldots, n$$

$$Y_i^h \subseteq Y_i^{*h} \qquad \bar{h_i}$$

3− مطابقة تقدير نموذج خطى فازى $Y_i = (y_i\,, e_i)$ لبيانات معطاه Y^*_i = Bx $^*_i$

Y_i^h= { y I $\propto_y$ $(y) \geq$h }

Y_i^{*h}= { y I $\propto_{y*}$ $(y) \geq$ h }

وهى مجموعات بمستوىh والتى يختارها صانع القرار وقيمتها بين 0 ,1

وفى حالة أن قيمة الانتشار $e_i = 0$ فان بيانات المخرجات تكون غير فازية وقيمة $\overline{h_i}$ وقيمة دالة الانتماء (y_i) $\propto_{y*}$ تكون متساوية كما أن:

$$(1-h)c^t|x| - |y - x^t\alpha| \geq 0 \qquad x \neq 0$$

ويتم توظيف البرمجة الخطية LP لتقدير معلمات الانحدار الفازى التى تأخذ الصيغة التالية:

$$\text{Min } S = \sum_{j=1}^{m} c_j$$

$$\alpha^t x_i + (1-h)\sum_{j=1}^{m} c_j |x_{ij}| \geq y_i + (1-h)e_i$$

$$-\alpha^t x_i + (1-h)\sum_{j=1}^{m} c_j |x_{ij}| \geq -y_i + (1-h)e_i$$

$$c_j \geq 0\,, \qquad x_i \geq 0$$

$$\forall i = 1,2,\ldots..,n$$

حيث:

S:مجموع الانتشارات المستقلة للمعلمات الفازية أى المجموع الكلى للفازية.

ونتيجة للانتقادات فى نموذج Tanakaومنها وجود العديد من قيم الانتشارات $c_j = 0$ عند اجراء الحل LP فالعلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة تكون غير فازية crispتم تعديل النموذج لتفادى ذلك وأصبحت دالة الهدف ذات أقل مجموع كلى لانتشار قيمة التنبؤ لـ $\tilde{Y}_i$.

$$\text{Min } S = \sum_{i=0}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_j x_{ij}$$

$$\alpha^t x_i + (1-h)\sum_{j=1}^{m} c_j |x_{ij}| \geq y_i + (1-h)e_i$$

$$-\alpha^t x_i + (1-h)\sum_{j=1}^{m} c_j |x_{ij}| \geq y_i + (1-h)e_i$$

$$c_j \geq 0\,, x_i \geq 0$$

$$\forall i = 1,2,\ldots..,N$$

الانحدار الخطى الفازى بطريقة المربعات الصغرى

Fuzzy Least Squares Linear Regression (FLSLR)

الانحدار الخطى الفازى بطريقة المربعات الصغرى يتم فيه استبدال المعلمة $\boldsymbol{\alpha}$ بالمعلمة $\boldsymbol{\alpha^*}$أى أن بيانات المدخلات تكون غير فازية ويتم الحل بواسطة طريقة المربعات الصغرى التقليدية لتقدير نموذج الانحدار الخطى العام حيث:

$$\boldsymbol{\alpha^* = (x'x)^{-1}x'y}$$

وبعد الحصول على المقدرات كمتجه $\boldsymbol{\alpha^*}$ يتم استخدامه كمجموعة بيانات وتنفيذ البرمجة الخطية LP أى استخدام معيار أقل مجموع كلى للفازية مع متباينات شرطية لحد الانتماء ويأخذ النموذج الشكل التالى:

$$\textbf{Min S} = \sum_{j=0}^{m} \boldsymbol{c_j}$$

$$\boldsymbol{\alpha^* + (1-h)\sum_{j=0}^{m} c_j |x_{ij}| \geq y_i + (1-h)e_i}$$

$$-\alpha^* + (1-h)\sum_{j=0}^{m} c_j |x_{ij}| \geq y_i + (1-h)e_i$$

$$c_j \geq 0$$

$$\forall i = 1, 2, \ldots\ldots, N$$

وفيما يلي توضيح لطريقة المربعات الصغرى الفازية (FLS)

طريقة المربعات الصغرى الفازية (FLS)

المربعات الصغرى للأعداد الفازيةبناءً على معيار قياس $d_{\int}$ على F(R)على كل الأعداد الفازيه المنتظمة، فإن معيار قياس على الفراغ على كل الأعداد الفازية الثلاثية

$$d^2(X,Y) = m_x - m_y \quad ^2 + m_x - \alpha_x - m_y - \alpha_y \quad ^2 + m_x + \beta_x - m_y - B_y \quad ^2$$

حيث: $X = m_x, \alpha_x, \beta_x \quad _T \qquad and \qquad Y = m_y, \alpha_y, \beta_y \quad _T$

يكونا رقمين فازيين ثلاثيين فى $F_T(R)$.

وفيما يلى نماذج انحدار فازى بسيط.

1- مدخلات فازية ومخرجات فازية:

$$Y = a + bX, \qquad a, \qquad b \in R, \qquad X \in F_T(R),$$

$$Y = E + bX, \qquad b \in R, \qquad E, X \in F_T(R).$$

2- مدخلات عددية ومخرجات فازية:

$$Y = A + Bx, \qquad x \in R \qquad A, \quad B \in F_T(R),$$

$$Minimizer\ (a,b) = \sum_{i=1}^{n} d^2\ (Y_i, \quad a + bX_i)$$

$$Minimizer\ (E,b) = \sum_{i=1}^{n} d^2\ (Y_i, \quad E + bX_i)$$

$$Minimizer\ (A,B) = \sum_{i=1}^{n} d^2\ (Y_i, A + Bx_i)$$

Fuzzy C-numbers (FCN)

تم تعريف d_{LR} على $F_{LR}(R)$ على LR-type

$$d^{2LR}(X,Y) = m_x - m_y \quad ^2 + m_x - l\alpha_x - m_y - l\alpha_y \quad ^2 - m_x + r\beta_x - m_y + r\beta_y \quad ^2$$

حيث

$$l = \int_0^1 L^{-1}(w)dw, \qquad r = \int_0^1 R^{-1}(w)dw, \quad X = m_x, \alpha_x, \beta_x \quad _{LR} \quad and$$

$$Y = m_x, \alpha_x, \beta_y \quad _{LR} \quad are\ LR - type$$ اعداد فازيه $in\ F_{LR}(R)$

L(and R)decreasing, من R^+إلى[0,1]مع

$$L(0) = 1; L(x) < 1\ for\ all\ x > 0; L(x) > 0 for\ all\ x < 1; L(1) = 0$$

$$or\ (L(x) > 0\ for\ all\ x\ and\ L(+\infty) = 0).$$

ثم الرقم الفازى LR−type$X$

$$m, \alpha > 0\ and\ \beta > 0\ in\ R$$

$$X(x) = \begin{cases} L\left(\dfrac{m-x}{\alpha}\right), for & x \le m \\ R\left(\dfrac{x-m}{\beta}\right), for & x \ge m \end{cases}$$

X ترمز إليها بواسطة $m_x, \alpha_x, \beta_y\ _{LR}$

هدف البحث

يهدف البحث إلىايجاد قيم دوال العضوية لبياناتالمتغيرات المرتبطة بمشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويسوتحليلها، واقتراح نماذج انحدار فازى Fuzzy Regression Models لأهم المتغيرات المؤثرة فى مشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس كما يلي:

4- نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول.
5- نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب.
6- نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس الاجمالية .

المبحث الثانى

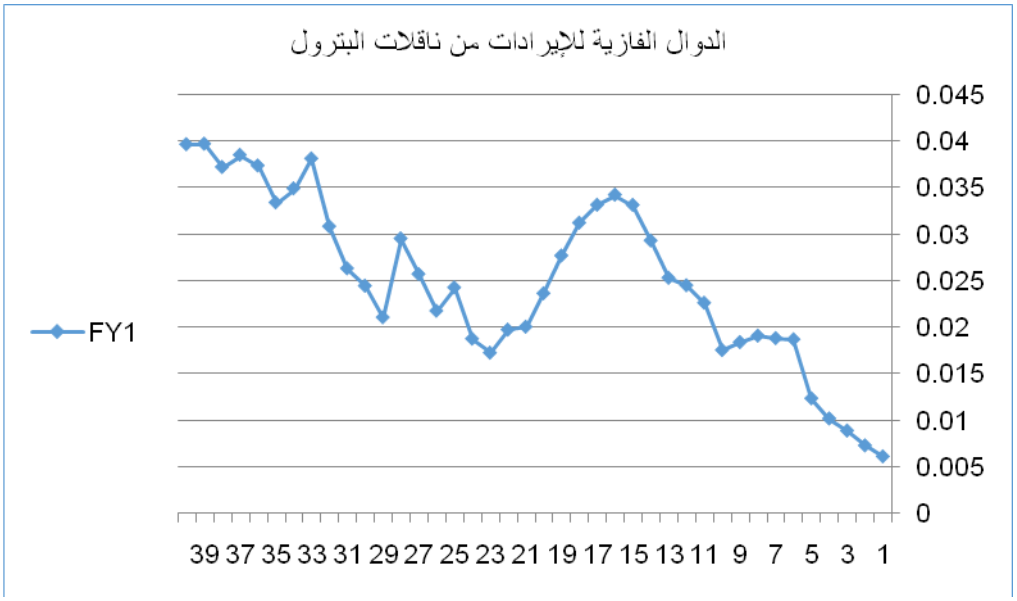
تحليل المتغيرات الفازية

أهم المتغيرات المرتبطة بمشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس

1- ايرادات قناة السويس

1-1-ايرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول

الشكل التالى رقم (1) يوضح الدوال الفازية لايرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول

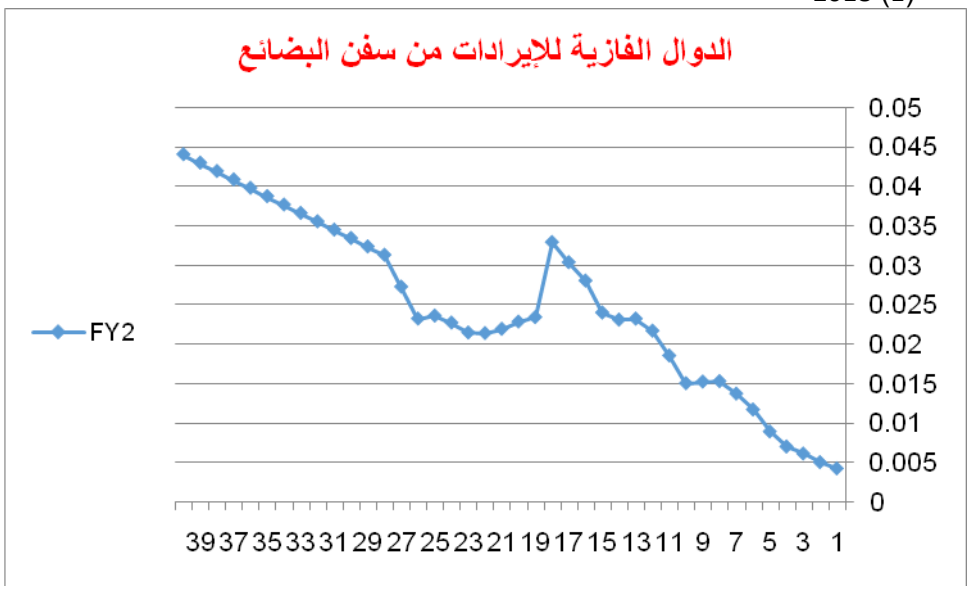


شكل رقم (1)

الدوال الفازية لايرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول

1-2- ايرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب

الشكل التالى رقم (2) يوضح الدوال الفازية لايرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب.

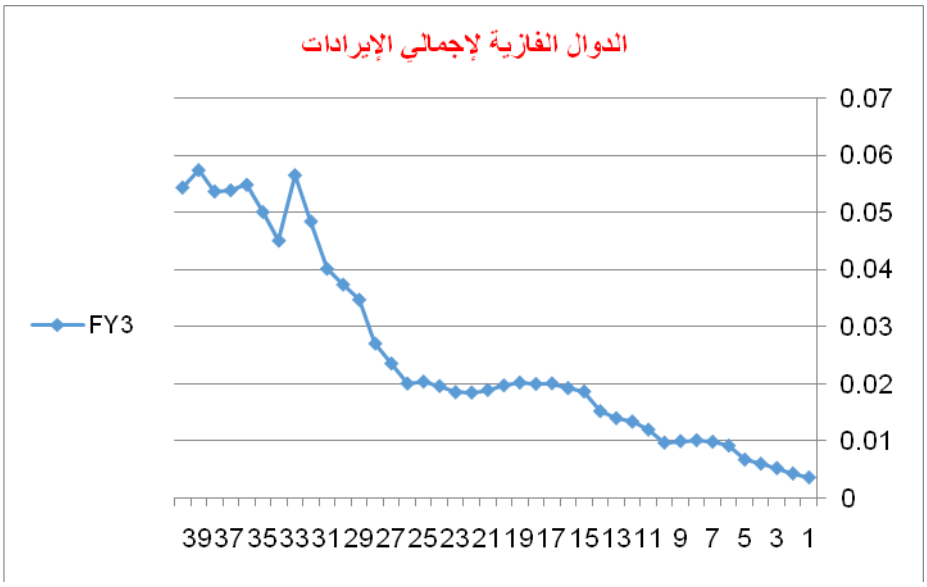


شكل رقم (2)

الدوال الفازية لايرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب

3-1- الايرادات الاجمالية لقناة السويس

الشكل التالى رقم (3) يوضح الدوال الفازية لايرادات قناة السويس



شكل رقم (3)

الدوال الفازية لايرادات قناة السويس

2- أحجام الحمولات العابرة قناة السويس

2-1أحجام الحمولات العابرة قناة السويس من ناقلات البترول

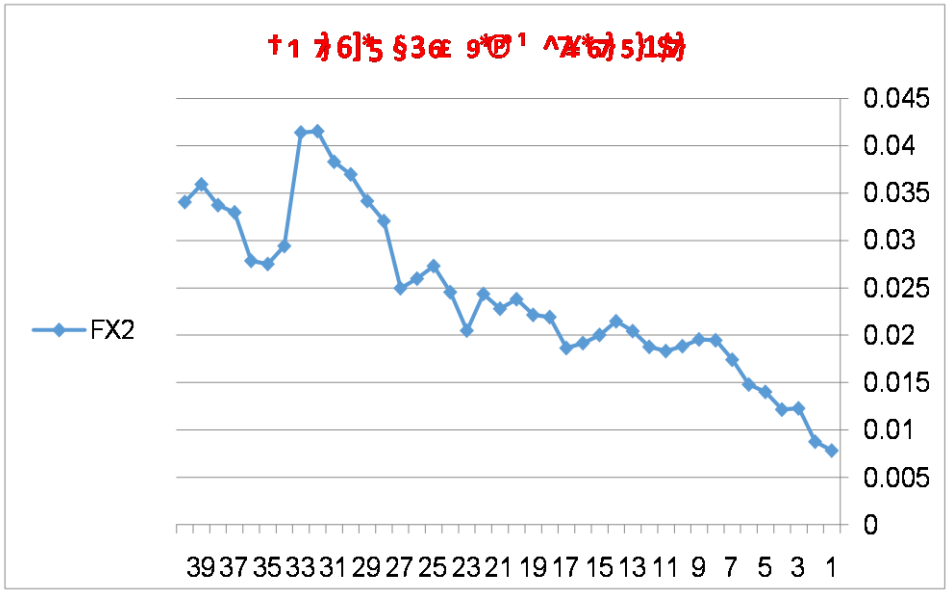
الشكل التالى رقم (5) يوضح الدوال الفازية لأحجام الحمولات العابرة قناة السويس من ناقلات البترول.

شكل رقم (5)

الدوال الفازية لأحجام الحمولات الكلية العابرة قناة السويس من ناقلات البترول

2-2 أحجام الحمولات العابرة قناة السويس من سفن البضائع الصب

الشكل التالى رقم (6) يوضح الدوال الفازية لأحجام الحمولات العابرة قناة السويس من سفن البضائع الصب

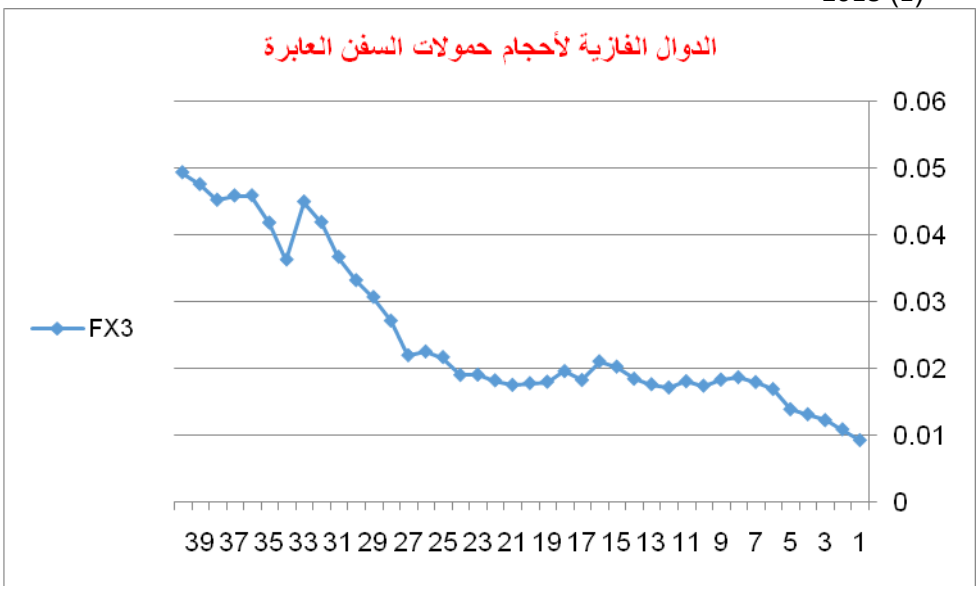


شكل رقم (6)

الدوال الفازية لأحجام الحمولات العابرة قناة السويس من سفن البضائع الصب

2-3 أحجام الحمولات الكلية العابرة قناة السويس

الشكل التالى رقم (7) يوضح الدوال الفازية لأحجام الحمولات الكلية العابرة قناة السويس

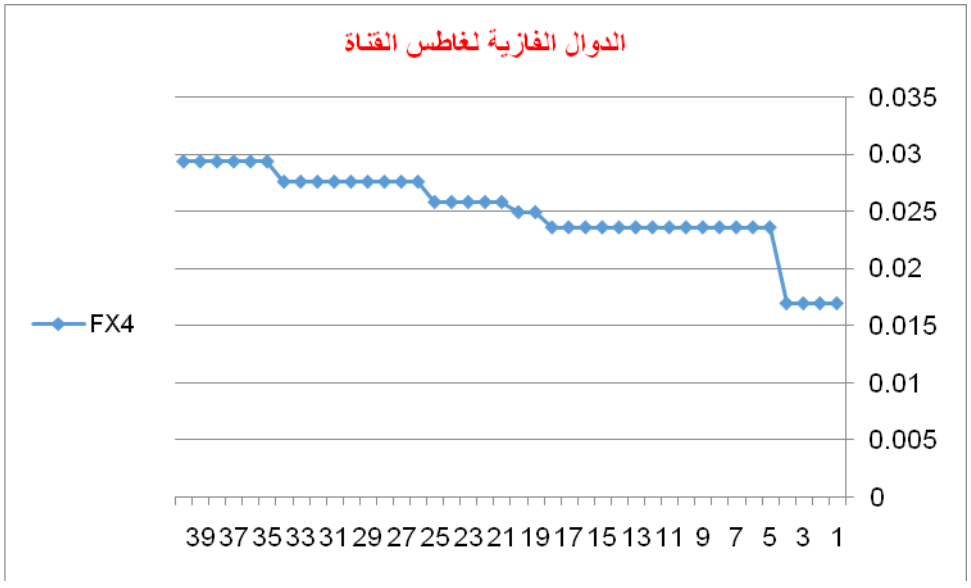


شكل رقم (7)

الدوال الفازية لأحجام الحمولات الكلية العابرة قناة السويس

4- أقصى غاطس للسفن العابرة قناة السويس

الشكل التالى رقم (8) يوضح الدوال الفازية لغاطس القناه

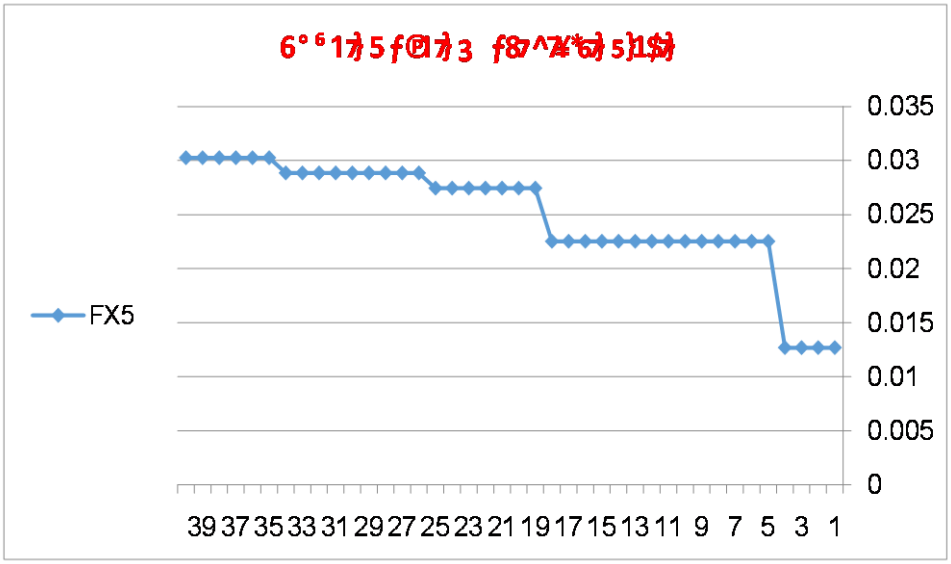


شكل رقم (8)

الدوال الفازيه لغاطس القناه

5- عرض المجرى الملاحى عند خط عمق (11.0م)

الشكل التالى رقم (9) يوضح الدوال الفازيه لعرض المجرى الملاحى عند خط عمق (11.0م)



شكل رقم (9)

الدوال الفازيه لعرض المجرى الملاحى عند خط عمق (11.0م)

المبحث الثالث

النماذج الفازية المقترحه

سوف يتم تقدير نماذج التالية للانحدار الفازي :

1- النموذج الأول نموذج الانحدار الفازى لايرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول.

2- النموذج الثانى نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب حيث أنهما يمثلان الأنواع الرئيسية الضخمة والعملاقة المعنيه بتحقيق المزيد من مشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس.

3- النموذج الثالث نموذج الانحدار الفازي للإيرادات الكلية لقناة السويس والتنبؤ بالقيم المستقبلية لإيرادات القناة الكلية وايرادات القناة من ناقلات البترول وسفن البضائع الصب باستخدام السلاسل الزمنية الفازية حيث تعد تلك الايرادات أحد المتغيرات الرئيسية والهامة لمتخذى قرار تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس.

وباستخدام برنامج MATLAB وحل مشكلة البرمجة الخطية تم التوصل لما يلي:

1-نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول

متغيرات نموذج الانحدار الفازى المقترح لإيرادات القناة من ناقلات البترول المرتبطة بمشروعات تطوير المجرى الملاحي لقناة السويس.

FY_1 : إيرادات قناة السويس المحصلة من ناقلات البترول.

FX_1 : أحجام الحمولات العابرة قناة السويس من ناقلات البترول.

FX_4 : أقصى غاطس للسفن العابرة للقناة.

FX_5: عرض المجرى الملاحي عند خط عمق (11.0م).

وعند تقدير النموذج الخاص بإيرادات قناة السويس من ناقلات البترولكانت نتائج التقدير كما يلي:

$$\hat{FY}_1 = -0.029 + 0.685\ FX_1 + 1.505\ FX_4$$

والجدول رقم (1) يوضح نتائج تقدير المعادلة المقترحة

جدول رقم (1)

نتائج تقدير المعادلة المقترحة

المتغير Variable	الثابت Constant	حجم الحمولة Fx1	حجم الحمولة Fx4
B_i , i = 0, 1, 4	- 0.029	0.685	1.505
معامل التحديد R^2	0.715		
معامل التحديد المعدل R^2 (adj)	0.699		

ومن الجدول السابق رقم (1) نتائج تقدير المعادلة المقترحة نستنتج ما يلى:

1- وجود علاقة طردية بين حجم الإيرادات المحصلة من ناقلات البترول وزيادة أحجام حمولاتها حيث تظهر بإشارة موجبة، والاستمرار في تحقيق المزيد من مشروعات تطوير القناة وزيادة طاقتها الاستيعابيه أي أنه في حالة الاستمرار في مشروعات تطوير القناة ، وزيادة أحجام الحمولات من ناقلات البترول فإن ذلك يؤدى إلى زيادة حجم الإيرادات المحصلة من ناقلات البترول فمعلمات الانحدار المقدرة تتفق إشاراتها مع الواقع النظري.

2- اتضح معنوية المعالم الفازية لنموذج الانحدار الفازى المقدر ومعنوية معادلة الانحدار المقدرة ككل.

3- **الأداء العام للنموذج :**

معامل التحديد قيمته 0.715 وذلك يعني أن معادلة الانحدار الخطية المقدرة نجحت في تفسير حوالي 72% من التغيرات الكلية في حجم إيرادات القناة من ناقلات البترول.

كما أن قيمة معامل التحديد المعدل والتي تساوي0.699 تعني أنه بعد أخذ درجات الحرية في الاعتبار أن التغيرات الكلية في إيرادات القناة من ناقلات البترول نجحت المتغيرات التفسيرية في المعادلة المقترحة في تفسير حوالي 70% من التغيرات الكلية في إيرادات ناقلات البترول.

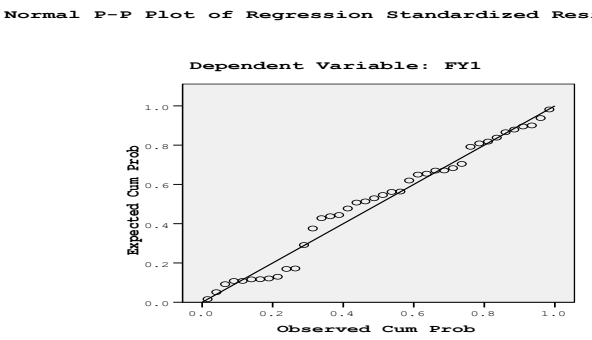
التحقق من شرط اعتدالية التوزيع الاحتمالى للبواقى Normality of Disturbances

-اختبار سميرنوفكولمجروف

Kolmogorov Smirnov Normality Test (K-S)

للتأكد من اعتدالية توزيع الأخطاء بإجراء الاختبار كانت P.valueأكبر من 0.05 أي أن الأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي وبذلك يتحقق شرط اعتدالية التوزيع الاحتمالى للبواقى.

ويوضح الشكل رقم (10) شكل الانتشار للبواقى والأخطاء المتوقعة كالاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة لإيرادات القناة من ناقلات البترول أن هذه الأخطاء تتوزع بطريقة عشوائية على جانبي الخط الممثل للتوزيع النظري المعتدل وغالبية هذه النقاط تقع على الخط وذلك مؤشراً أنها تتبع التوزيع الطبيعي.



شكل رقم (10)

شكل الانتشار بين الأخطاء المشاهدة والأخطاء المتوقعة

كاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة

وكما يتضح من الشكل أن الأخطاء تتوزع بشكل عشوائى على جانبى الخط الواصل بين الركن الأيمن العلوى والركن الأيسر السفلى مما يعنى أن البواقى تتبع التوزيع الطبيعى

4- اختبار اختلاف التباين أو عدم تجانس البواقى Heteroscedasticity Test

باجراء اختبار جولدفيلد-كواندتGoldfield-quandtنقبل الفرض العدم بتجانس أو ثبات فى تباين الأخطاء وتحقق شرط ثبات التباين

وبفرض اتخاد قرار بأن يكون عبور ناقلات البترول مجانى (أى أن الايرادات المحصلة من ناقلات البترول = صفر) وتنعدم أحجامحمولات ناقلات البترول العابرة للقناة وتصبح قيمتها كمتغير مستقل مساوية للصفر، والاكتفاء بما تم من مشروعات تطوير لقناة السويس مما يترتب عليه أن تصبح قيمة الايرادات كمتغير تابع مساوية للصفر، مما يجعل الحد الثابت مساوياً للصفر، وسوف نقدر النمودج بدون الحد الثابت والمقارنة بين النمودجين.

تقدير النمودج بدون الثابت

$$\hat{FY}_1 = 0.508\ FX_1 + 0.534\ FX_5$$

جدول رقم (2)

نتائج تقدير المعادلة المقترحة

ومن الجدول السابق رقم (2) نتائج تقدير المعادلة المقترحة نستنتج ما يلى:

المتغير Variable	حجم الحمولةFx1	حجم الحمولة Fx5
B_i , i = 1 , 5	0.508	0.534
معامل التحديد R^2	0.952	
معامل التحديد المعدل R^2 (adj)	0.949	

1- و جـ و د

علاقة طردية بين حجم الإيرادات المحصلة من ناقلات البترول وزيادة أحجام حمولاتها حيث تظهر بإشارة موجبة، والاستمرار في تحقيق المزيد من مشروعات تطوير القناة وزيادة طاقتها الاستيعابيه أي أنه في حالة الاستمرار في مشروعات تطوير القناة، وزيادة أحجام الحمولات من ناقلات البترول فإن ذلك يؤدى إلى زيادة حجم الإيرادات المحصلة من ناقلات البترول فمعلمات الانحدار المقدرة تتفق إشاراتها مع الواقع النظري.

2- اتضح معنوية المعالم الفازية لنموذج الانحدار الفازى المقدر و معنوية معادلة الانحدار المقدرة ككل.

3- **الأداء العام للنموذج :**

معامل التحديد قيمته 0.952 وذلك يعني أن معادلة الانحدار الخطية المقدرة نجحت في تفسير حوالي 95% من التغيرات الكلية في حجم إيرادات القناة من ناقلات البترول.

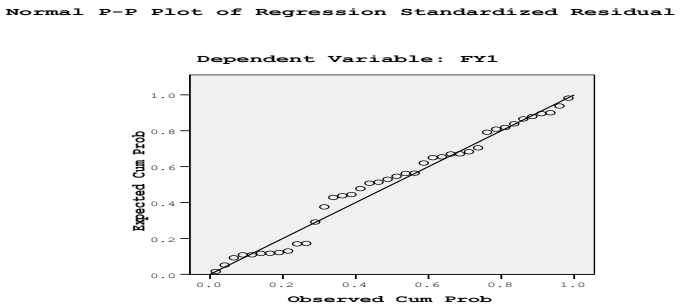
كما أن قيمة معامل التحديد المعدل والتي تساوي 0.949 تعني أنه بعد أخذ درجات الحرية في الاعتبار أن التغيرات الكلية في إيرادات القناة من ناقلات البترول نجحت المتغيرات التفسيرية في المعادلة المقترحة في تفسير حوالي 95% من التغيرات الكلية في إيرادات ناقلات البترول.

-اختبار سميرنوفكولمجروف

Kolmogorov Smirnov Normality Test (K-S)

للتأكد من اعتدالية توزيع الأخطاء بإجراء الاختبار كانت P.valueأكبر من 0.05 أي أن الأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي وبذلك يتحقق شرط اعتدالية التوزيع الاحتمالى للبواقى.

ويوضح الشكل رقم (11) شكل الانتشار للبواقي والأخطاء المتوقعة كالاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة لإيرادات القناة من ناقلات البترول أن هذه الأخطاء تتوزع بطريقة عشوائية على جانبي الخط الممثل للتوزيع النظري المعتدل وغالبية هذه النقاط تقع على الخط وذلك مؤشراً أنها تتبع التوزيع الطبيعي.



شكل رقم (11)

شكل الانتشار بين الأخطاء المشاهدة والأخطاء المتوقعة

كاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة

وكما يتضح من الشكل أن الأخطاء تتوزع بشكل عشوائى على جانبى الخط الواصل بين الركن الأيمن العلوى والركن الأيسر السفلى مما يعنى أن البواقى تتبع التوزيع الطبيعى.

4- اختبار اختلاف التباين أو عدم تجانس البواقى Heteroscedasticity Test

باجراء اختبار جولدفيلد-كواندتGoldfield-quandt نقبل الفرض العدم بتجانس أو ثبات فى تباين الأخطاء وتحقق شرط ثبات التباين.

2-نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب

- متغيرات نموذج الانحدار الفازى المقترح لإيرادات القناة من سفن البضائع الصب المرتبطة بمشروعات تطوير المجرى الملاحي لقناة السويس.

FY_2 : إيرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب.

FX_2 : أحجام الحمولات العابرة قناة السويس من سفن البضائع الصب.

FX_4 : أقصى غاطس للسفن العابرة للقناة.

FX_5 : عرض المجرى الملاحي عند خط عمق (11.0م).

وعند تقدير النموذج الخاص بإيرادات قناة السويس من سفن البضائع الصبكانت نتائج التقدير كما يلي:

$$\hat{FY}_2 = -0.029 + 0.577\ FX_2 + 1.595\ FX_4$$

والجدول رقم (2) يوضح نتائج تقدير المعادلة المقترحة

جدول رقم (2)

نتائج تقدير المعادلة المقترحة

Variable	Constant	Fx_2	Fx_4
B_i , i = 0, 2, 4	-0.029	0.577	1.595
R^2	0.814		
R^2 (adj)	0.804		

ونستنتج من الجدول رقم 2 السابق نتائج تقدير المعادلة المقترحة ما يلى :

وجود علاقة طردية بين حجم الإيرادات المحصلة من سفن البضائع الصب وزيادة أحجام حمولاتها حيث تظهر بإشارة موجبة، والاستمرار في تحقيق المزيد من مشروعات تطوير القناة وزيادة طاقتها الاستيعابيه أي أنه في حالة الاستمرار في مشروعات تطوير القناة، وزيادة أحجام الحمولات من السفن الصب فإن ذلك يؤدى إلى زيادة حجم الإيرادات المحصلة من السفن الصب فمعلمات الانحدار المقدرة تتفق إشاراتها مع الواقع النظري.

5- اتضح معنوية المعالم الفازية لنموذج الانحدار الفازى المقدر و معنوية معادلة الانحدار المقدرة ككل.

<u>الأداء العام للنموذج يتضح أن :</u>

- معامل التحديد قيمته 0.814 وذلك يعني أن معادلة الانحدار الخطية المقدرة نجحت في تفسير حوالي 81% من التغيرات الكلية في حجم إيرادات القناة من سفن البضائع الصب

كما أن قيمة معامل التحديد المعدل والتي تساوي 0.804تعني أنه بعد أخذ درجات الحرية في الاعتبار أن التغيرات الكلية في إيرادات القناة من سفن البضائع الصب نجحت المتغيرات

التفسيرية في المعادلة المقترحة في تفسير 80% من التغيرات الكلية في إيرادات سفن البضائع الصب.

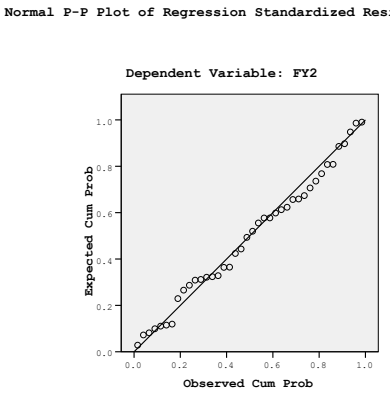
التحقق من شرط اعتدالية الأخطاء Normality of Disturbances

–اختبار سميرنوفكولمجروف

Kolmogorov Smirnov Normality Test (K-S)

للتأكد من اعتدالية توزيع الأخطاء بإجراء الاختبار كانت قيمه P.value أكبر من 0.05 أي أن الأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي

ويوضح الشكل رقم شكل الانتشار بين الأخطاء المشاهدة البواقي والأخطاء المتوقعة كالاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة لإيرادات القناة من ناقلات البترول أن هذه الأخطاء تتوزع بطريقة عشوائية على جانبي الخط الممثل للتوزيع النظري المعتدل وغالبية هذه النقاط تقع على الخط وذلك مؤشراً أنها تتبع التوزيع الطبيعي.



شكل رقم (12)

شكل الانتشار بين الأخطاء المشاهدة والأخطاء المتوقعة

كاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة

وكما يتضح من الشكل أن الأخطاء تتوزع بشكل عشوائى على جانبى الخط الواصل بين الركن الأيمن العلوى والركن الأيسر السفلى مما يعنى أن البواقى تتبع التوزيع الطبيعى

6- اختبار الارتباط الخطى المتعدد Multicollinearity Test

ومعامل تضخم التباين لكل متغير من المتغيرات المستقلة كان أقل من 10 مما يعنى عدم وجود ارتباط خطى بين المتغيرات المستقلة.

7-اختبار اختلاف التباين أو عدم تجانس البواقى Heteroscedasticity Test

باجراء اختبار جولدفيلد-كواندتGoldfield-quandt نقبل الفرض العدم بتجانس أو ثبات فى تباين الأخطاء وتحقق شرط ثبات التباين.

3-نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس

متغيرات نموذج الانحدار الفازى المقترح لإيرادات قناة السويس والمرتبطة بمشروعات تطوير المجرى الملاحي للقناة

FY_3 :ايرادات قناة السويس.

FX_3 : أحجام الحمولات العابرة قناة السويس.

FX_4 : أقصى غاطس للسفن العابرة للقناة.

FX_5: عرض المجرى الملاحي عند خط عمق (11.0م).

وعند تقدير النموذج الخاص بإيرادات قناة السويسكانت نتائج التقدير كما يلي:

$$\hat{FY}_3 = -0.016 + 1.332\ FX_3 + 0.313\ FX_5$$

والجدول رقم (3) يوضح نتائج تقدير المعادلة المقترحة

جدول رقم (3)

نتائج تقدير المعادلة المقترحة

Variable	Constant	FX_3	FX_5
B_i , i = 0, 3, 5	-0.016	1.332	0.313

R^2	0.974
R^2 (adj)	0.972

ونستنتج من الجدول رقم (3) السابق نتائج تقدير المعادلة المقترحة ما يلى:

وجود علاقة طردية بين حجم الإيرادات الكلية وزيادة أحجام حمولات السفن العابرة لقناة السويس حيث تظهر بإشارة موجبة، والاستمرار في تحقيق المزيد من مشروعات تطوير القناة وزيادة طاقتها التصريفية أي أنه في حالة الاستمرار في مشروعات تطوير القناة، وزيادة أحجام حمولات السفن العابرة للقناه فإن ذلك يؤدى إلى زيادة حجم الإيرادات الكليه فمعلمات الانحدار المقدرة تتفق إشاراتها مع الواقع النظري.

- اتضح معنوية المعالم الفازية لنموذج الانحدار الفازى المقدر و معنوية معادلة الانحدار المقدرة ككل.

<u>الأداء العام للنموذج يتضح أن :</u>

- معامل التحديد قيمته 0.974 وذلك يعني أن معادلة الانحدار الخطية المقدرة نجحت في تفسير حوالي 0.97% من التغيرات الكلية في حجم إيرادات القناة.

كما أن قيمة معامل التحديد المعدل والتي تساوي 0.972 تعني أنه بعد أخذ درجات الحرية في الاعتبار أن التغيرات الكلية في إيرادات القناة من ناقلات البترول نجحت المتغيرات التفسيرية في المعادلة المقترحة في تفسير 0.97% من التغيرات الكلية في الايرادات.

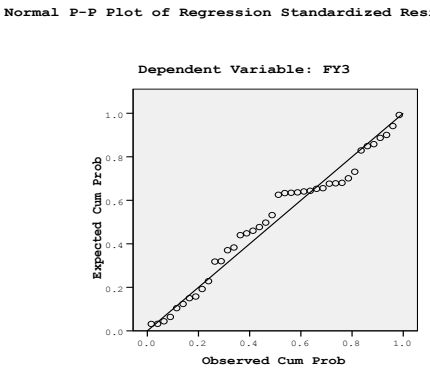
التحقق من شرط اعتدالية الأخطاء Normality of Disturbances

-اختبار سميرنوفكولمجروف

Kolmogorov Smirnov Normality Test (K-S)

للتأكد من اعتدالية توزيع الأخطاء بإجراء الاختبار كانت قيمه P.valueأكبر من 0.05 أي أن الأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي

ويوضح الشكل رقم (13) شكل الانتشار بين الأخطاء المشاهدة البواقي والأخطاء المتوقعة كالاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة لإيرادات القناة الكليه أن هذه الأخطاء تتوزع بطريقة عشوائية على جانبي الخط الممثل للتوزيع النظري المعتدل وغالبية هذه النقاط تقع على الخط وذلك مؤشراً أنها تتبع التوزيع الطبيعي.



شكل رقم (13)

شكل الانتشار بين الأخطاء المشاهدة والأخطاء المتوقعة

كاحتمالات متجمعة للمعادلة المقدرة

وكما يتضح من الشكل أن الأخطاء تتوزع بشكل عشوائى على جانبى الخط الواصل بين الركن الأيمن العلوى والركن الأيسر السفلى مما يعنى أن البواقى تتبع التوزيع الطبيعى

- **اختبار الارتباط الخطى المتعدد Multicollinearity Test**

ومعامل تضخم التباين لكل متغير من المتغيرات المستقلة كان أقل من 10 مما يعنى عدم وجود ارتباط خطى بين المتغيرات المستقلة.

- اختبار اختلاف التباين أو عدم تجانس البواقى Heteroscedasticity Test

باجراء اختبار جولدفيلد–كواندتGoldfield–quandtنقبل الفرض العدم بتجانس أو ثبات فى تباين الأخطاء وتحقق شرط ثبات التباين.

النتائج والتوصيات

أولاً:النتائج

1- ايجاد قيم دوال العضوية لبيانات المتغيرات وتحليلها.

2- اقتراح نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس المحصلة من ناقلاتالبترول.

3- عند تقدير نموذج الانحدار الفازى الخاص بإيرادات قناة السويس من ناقلات البترولكانت نتائج التقدير كما يلى :

Variable	Constant	Fx_1	Fx_4
B_i , i = 0, 1, 4	- 0.029	0.685	1.505
R^2	0.715		
R^2 (adj)	0.699		

4- معنوية معاملات الانحدار فى النموذج الفازى .

5- إيـرادات قنـاة السـويس المحصـلة نتيجـة عبـور نـاقلات البتـرول تتـأثر تـأثراً إيجابيـاً بمشروعات تطوير المجرى الملاحي لقناة السويس المتمثلة في زيادة طاقتها الاستيعابيه .

6- تتأثر إيرادات قناة السويس المحصلة نتيجة عبور ناقلات البترول تأثراً إيجابياً بإجمالي الحمولات العابرة للقناة من ناقلات البترول.

7- اقتراح نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب.

8- عند تقدير نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس المحصلة من سفن البضائع الصب كانت نتائج التقدير كما يلى :

Variable	Constant	Fx_2	Fx_4
B_i , i = 0, 2, 4	-0.029	0.577	1.595
R^2	0.814		
R^2 (adj)	0.804		

9- معنوية معاملات الانحدار فى النموذج الفازى الخاص بإيرادات قناة السويس من سفن البضائع الصب.

10- إيرادات قناة السويس المحصلة نتيجة عبور سفن البضائع الصب تتأثر تأثراً إيجابياً بمشروعات تطوير المجرى الملاحي لقناة السويس المتمثلة في زيادة الطاقة الاستيعابية.

11- إيرادات قناة السويس المحصلة نتيجة عبور سفن البضائع الصب تتأثر تأثراً إيجابياً بإجمالي الحمولات العابرة للقناة من سفن البضائع الصب.

12- اقتراح نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس.

13- وعند تقدير نموذج الانحدار الفازي لإيرادات قناة السويس كانت نتائج التقدير كما يلي:

Variable	Constant	FX_3	FX_5
B_i , i = 0, 3, 5	-0.016	1.332	0.313
R^2	0.974		
R^2 (adj)	0.972		

14- معنوية معاملات الانحدار فى النموذج الفازى الخاص بإيرادات قناة السويس.

15- اجمالى إيرادات قناة السويس تتأثر تأثراً إيجابياً بمشروعات تطوير المجرى الملاحي لقناة السويس المتمثلة في زيادة طاقتها التصريفية.

16- تتأثر إيرادات قناة السويس تأثراً إيجابياً بإجمالي الحمولات العابرة للقناة من السفن.

17- قابلية المجرى الملاحى لقناة السويس لتحقيق المزيد من التطوير مما يعنى امكانيه مسايرة هذا المرفق الحيوى لكافة العصور ويتضح أهمية الدور الذي تلعبه مشروعات تطوير المجرى الملاحي للقناة في التأثير على حجم ايرادات قناة السويس ومن ثم الاقتصاد القومي.

ثانياً: التوصيات

1- تقترح الدراسة على الباحثين إجراء تحليلات فازية تحت فرض كون دوال العضوية ليست مثلثية أو رباعية سواء متماثلة أو غير متماثلة والمقارنة بينها واختيار الأكثر كفاءة.

2- زيادة الاهتمام بدراسة المشروعات المستقبلية لتطوير المجرى الملاحي لقناة السويس سواء لزيادة الطاقة الاستيعابية أو التصريفية للقناة أو كلاهما لما يمثله ذلك من تأثير إيجابي على إيرادات القناة .

3- دراسة إيرادات باقي الأنواع الأخرى من سفن الأسطول العالمي العابرة لقناة السويس والعوامل المؤثرة عليها للتعرف على أهم تلك العوامل مما يساهم في التعرف على أهم العوامل المؤثرة على الإيرادات الإجمالية للقناة ومن ثم العمل على تعظيمها .

4- استمرار الدراسات في مجال إيرادات قناة السويس والتنبؤ بإيرادات باقي الأنواع الأخرى خلاف ناقلات البترول وسفن البضائع الصب .

5- أهمية توجيه عناية خاصة نحو دراسة وتحليل أحجام حمولات سفن الأسطول العالمي التي لا يمكن لمجري قناة السويس حالياً من استقبالها بكامل حمولاتها لتحقيق المزيد من تطوير المجرى الملاحي للقناة بما يسمح باستيعابها .

6- تعظيم إيرادات القناة من خلال تعظيم أحجام الحمولات التي تعبر القناة وليس مجرد زيادة فئات رسوم العبور لها .

7- توصى الدراسه متخذى القرار فى الاستمرار فى مشروعات تطوير المجرى الملاحى لقناة السويس حتى تتمكن من جذب أكبر حجم ممكن من الحركه الملاحية العالمية وبالتالى زيادة ايرادتها .

المراجع

1. Andrzej Bargiela, et al., (2007)."Multiple regression with fuzzy data"
2. Baoding Liu, (2012). "Membership Functions and Operational law of uncertain sets"
3. Bojadziev, G. &Bojadziev, M. (2007). " Fuzzy Logic for Business Finance and Management", 2nd Edition, World Scientific Publishing Co. pte. Ltd.
4. Buckley, j. j. and Eslami, E. (2002). "An Introduction to Fuzzy Logic and Fuzzy Sets". Physica-Verlag Heidelberg, Germany.
5. Dom, R. M. (2009). Ph.D. "A Fuzzy Regression Model forthe Prediction of Oral Cancer Susceptibility". University of Malaya, Kuala Lumpur.
6. Dubois, D., Prade, H. and Yager, R. R., (1993). "Readings in fuzzy sets for intelligent systems". San Mateo, CA., Morgan Kaufmann.
7. E. Pasha et al., (2007)."Fuzzy Linear Regression Models with Fuzzy Entropy", Applied Mathematical Sciences, Vol. 1,no. 35,
8. Feng, H. (2006). Ph.D. "Bayesian and non-Bayesian contributions to fuzzy regression analysis". York University, Canada.
9. Ganesh, M. (2009). "Introduction to Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Prentice-Hall", India.
10. George J. Klir and Bo Yuan (1995). "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications",
11. Gladysz, B. &Kuchta, D. (2009). " Least Squares Method For L-R Fuzzy Variables". WILF, LNAI 5571, Verlag Berlin Heidelberg.
12. Hao-Tien Liu (2007). "An improved fuzzy time series forecasting method using trapezoidal fuzzy numbers".
13. Hsien-Chung, (2003). "Linear Regression Analysis for Fuzzy Input and Output Data Using the Extension Principle"
14. Kandel, A., (1986). "Fuzzy Mathematics Techniques with Applications", Addison -Wesley Publishing Company, England.

15. Kandel, A., (1986). "Fuzzy Mathematics Techniques with Application". Reading, MA., Addison Wesley.
16. Kandel, A., (1986). "Fuzzy Mathematics Techniques with Applications", Addison-Wesley Publishing Company, England.
17. Mosleha, M., Otadi, M. &Abbasbandyb, S. (2010). "Evaluation of fuzzy regression models by fuzzy neural network". Software Qual J.
18. Muhammad Ammar Bin shafi, (2015). "Application of Fuzzy Linear Regression Models for predicting tumor size of colorectal cancer in Malaysia's Hospital".
19. Nureize A. and Watada, J., (2010). "A Fuzzy Regression Approach to a Hierarchical Evaluation Model For Oil Palm Fruit Grading", Springer Science, Business Media, LLc.
20. Pal N. R. and Bezdek J. C. (1995). "On cluster validity for the fuzzy c-means model" .IEEE Trans. on Fuzzy Systems.
21. Pedrycz, W. and Gomide, F., (1998)."An introduction to fuzzy sets: analysis and design. Massachusetts Institute of Technology press", Cambridge, MA, U.S.A.
22. R. Osuna-Gomez et al. (2017). "Different Optimum Notions for Fuzzy Functions and Optimality Conditions associated"
23. Rules of Navigation (1992), Suez Canal Authority ,
24. Shapiro, A. F., Berry-Stölzle, T.R. &Koissi, M. C. (2009). "The Fuzziness".
25. SouhirCharfeddine, et al., (2014). "Fuzzy linear regression: application to the estimation of air transport demand".
26. Thompson, M.L, (1978). "Selection of Variables in Multiple Regression", part1.A Review and Evaluation, international Statistical Review, Longmont. Group Limited, Printed in Britain, No46.
transport demand". (2014).
27. Yager, R., S, Ovchinnikov, R. Tong, and H. Nguyen, (1987). "Fuzzy sets and application", selected papers by L.A. Zadeh, New York: John Wiley and Sons.
28. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets Theory, Information and Control.
29. Zimmermann, H. J. (1991). "Fuzzy Set Theory and its Applications", Allied Publishers, New Delhi.