مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٦) / المجلد (٢٥) : ٢٠١٧

خوارزمية التنبؤ بمعدلات التغير الموسمية والدورية مع تطبيق عملي بالحوادث المرورية في العراق

نهلة حافظ جواد السعدي

كلية الهندسة / الجامعة المستنصرية

nahlahafidh@yahoo.com

الخلاصة:-

يهدف البحث الى التحليل الزمني لمؤشري التغيرات (الموسمية، والدورية) ووفقاً للإجراءات المقترحة في كونهما دالتين لمكونات السلسلة الزمنية للنموذجين المختلطين، بغية اختبار جودة توفيق النموذج الأمثل من بين النماذج الإحصائية المفترضة، كذلك اقتراح مؤشري تقدير الخطأ المعياري لمعدلي التغيرات الموسمية والدورية بهدف تقدير حدي مدى تذبذب معدلي التغير الموسمي العام، والتغير الدوري العام من خلال بناء فترة الثقة للمعدلين المذكورين.

تم عرض خوارزمية طريقة التقدير المقترحة بدءا" بخطوة احتساب معدلات التغير (الموسمية، والدورية) وأنتهاءاً بتقدير حدي مدى تذبذب معدلي التغير الموسمي العام والتغير الدوري العام.

تم تحليل البيانات الخاصة بالتقارير الإحصائية السنوية لحوادث المرور المسجلة والمتمثلة بحوادث الـــ (الاصطدام، الانقلاب، الدهس، وأخرى)، والمنشورة من قبل وزارة التخطيط للسنوات (٢٠٠٢-٢٠١٤). وقد تناولت عملية بناء نموذج التنبؤ لخط الاتجاه العام في الجانب التطبيقي لبيانات السلسلة الزمنية لمجموع تلك الحوادث البحث عن النموذج الأكثر مواءمة لمعدلات التغير (الموسمية، والدورية).

تم بيان أهمية الصيغتين المقترحتين لتقدير مؤشري الخطأ المعياري لمعدلي التغيرات الموسمية والدورية بهدف تقدير حدي مدى تذبذب معدلي التغير الموسمي العام، والتغير الدوري العام من خلال بناء فترة الثقة للمعدلين المذكورين بعد التأكد من صحة افتراض التوزيع الطبيعي لكل منهما، كذلك السلوك المتماثل لمعدلات التغير الموسمية ومعدلات التغير الدورية من خلال ترشيح النموذج المتعدد الحدود التكعيبي ذي الارتداد الزمني من الرتبة الأولى.

الكلمات المفتاحية : التغيرات الموسمية، التقلبات الدورية ، نماذج السلاسل الزمنية المختلطة ، الحوادث المرورية.

Abstract:

This research aimed to time analysis concerning variations of (Seasonal, and Cyclical) according to the suggested procedure which considered that each variation are accounted a function of mixed model, in order to test an optimal of modeled fitness among statistical assumed models, as well as suggested formulas to estimates standard error for seasonal and cyclical variation rates to obtains an estimation range limits of seasonal variation's grand mean, and cyclical variation throughout creating a confidence interval for that rates.

Algorithm of the suggested estimation method are presented, starting from step of accounted variation rates (Seasonal, and cyclical) components, and ending with the final step of estimation range limits of grand mean of (Seasonal, and cyclical) variation.

Data analyzed, and are expressed from annuls statistical reports of traffic accidents (Clash, Overturn, Crush, and others) which are registered and published by Ministry of Planning for the time periods (2002-2014), and whipped the process of building a forecasting model of general long term trend at the application side for the time series of the total of that accidents throughout searching for more fitted of variation rates (Seasonal, and Cyclical).

Represents significant of the suggested formulas of estimating standard error of seasonal, and cyclical variations for obtaining range limits of seasonal variation's grand mean, and cyclical variation's grand mean, throughout building a confidence interval for that rates, and that should be applicable after proved the normal distribution assumption for each one. As well as the similarity behavior of seasonal, and cyclical variation's rates throughout cube polynomial model of order one lagged time.

Key words: Seasonal Variations, Cyclical Fluctuations, Mixed Time Series Models, Traffic Accidents.

١. المقدمة: (Introduction)

السلسلة الزمنية هي سلسلة من المشاهدات المتحققة زمنياً، أمثال السلاسل الزمنية المتحققة شهرياً وسنوياً، وبعض الأحيان أسبوعياً أو بالساعة الواحدة مثل دراسة حركة المرور، أو كل سنتين، أو كل عشر سنوات (عقدي)... الخ.وتحليل السلسلة الزمنية يتوقف على الطرائق التي تهدف الى نجاح عمليات التنبؤ من خلالها. ويمكن تجزئة السلسلة الزمنية الى أربعة مركبات، كل واحدة منها تعكس وجهاً محدداً في حركة قيم السلسلة الزمنية، هذه المركبات هي خط الاتجاه العام ($Secular\ trend\ -\ T_t$)، الذي يصف الحركة على مدى النهايتين، والتغاير الموسمي ($Seasonal\ variations\ -\ S_t$)، الذي يصف التغيرات الموسمية، والتقلبات الدورية ($Cyclical\ fluctuations\ -\ C_t$)، التي تتماثل فيها الدورات المتعاقبة غير الموسمية، والتغاير غير المنتظم ($Irregular\ variation\ -\ I_t$)، المُمَثل للمصادر الأخرى غير العشوائية التي قد تصاحب بيانات السلسلة الزمنية. من جانب أخر، فأن تحليل السلسلة الزمنية يكمن في إحداث الصور الرياضية لتلك العناصر في تقدير المكونات الأربع بشكل منفصل. وعموماً فأن هناك ثلاثة نماذج مميزة لتحليل السلسلة الزمنية هي : (Yadolah,2008; Jerry,2007)

أولاً: التجميعية (*Additive*) ..... $\mathbf{Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t}$

ثانياً: النسبية (*Multiplicative*) ..... $\mathbf{Y_t = T_t * C_t * S_t * I_t}$

ثالثاً: المختلطة (*Mixed*) .....

$$\mathbf{Y_t = S_t + (T_t * C_t * I_t)}$$
$$\boldsymbol{or}$$
$$\mathbf{Y_t = C_t + (T_t * S_t * I_t)}$$

وبرغم ندرة أستخدام الأنموذج المختلط، لأسباب قد تتعلق بندرة تحقق السلاسل الزمنية التي تتبعها عادةً، فأن تحليل المركبة الموسمية والمركبة الدورية تبقى من بين مركبات السلسلة الزمنية الأخرى من خلال تضمينها لمصادر التغيرات أو التقلبات هي الأساس في تكوين جوهر العملية، وفي ضوء ذلك تم افتراض الأنموذجين الآتيين:

النموذج المختلط الأول : (*Seasonal Mixed*) $\mathbf{S_t = Y_t - (T_t * C_t * I_t)}$

النموذج المختلط الثاني : (*Cyclical Mixed*) $\mathbf{C_t = Y_t - (T_t * S_t * I_t)}$

حيث يشير النموذج الأول الى سلسلة معدلات التغير الموسمية،والثاني الى سلسلة معدلات التغير الدورية.

ومن أجل خلق إضافة نوعية في مجال التوسع في إعادة نمذجة الأنموذجين المختلطين الأنفي الذكر، جاءت فكرة البحث في افتراض الأنموذج الخطي إضافةً الى عدة أنماذج غير خطية قابلة للتحول الى الشكل الخطي وهي (أنموذج أللوغاريتمي، أنموذج المعكوس، أنموذج متعدد الحدود ألتربيعي، أنموذج متعدد الحدود التكعيبي، الأنموذج المركب، أنموذج القوى، أنموذج شكل الحرف – S، أنموذج النمو، الأنموذج الآسي، والأنموذج المنطقي(SPSS Package, "Version 10.0") ،بهدف تحليل خط الاتجاه العام لكل منها بغية أنتقاء الأنموذج الأمثل للتنبؤ بمعدلات التغير الموسمية ومعدلات التغير الدورية، وقد تحقق ذلك لأول مرة (بحسب اطلاعنا).

هذا، وقد تم توثيق خوارزمية تطبيق طريقة التقدير المقترحة لبناء الأنموذج التنبؤي لمعدلات التغير الموسمية ومعدلات التغير الدورية للسلسلة الزمنية مع تطبيق عملي أختص ببيانات السلسلة الزمنية المُتَمثلة بأنواع الحوادث المرورية التجميعية المسجلة في السنوات للمدة(٢٠٠٢-٢٠١٤) والمُتَمثلة بـــ(الاصطدام، الانقلاب،الدهس،وحوادث أخرى غير مبينة)،والمصنفة شهرياً وسنوياً Central Bureau of Statistics, 2002-2014)، كذلك اقتراح صيغة لتقدير الخطأ المعياري لمعدلات التغير الموسمية والخطأ المعياري لمعدلات التغير الدورية،وتقدير فترة ثقة لمعدل التغير الموسمي العام *Grand Seasonal Variation*) ولمعدل التغير الدوري العام (*Grand Cycling Variation*)،وقد تحقق ذلك لأول مرة (بحسب إطلاعنا).

٢. خوارزمية طريقة التقدير المقترحة:

بهدف تحديد الخطوات المتتابعة لخوارزمية تنفيذ طريقة التقدير المقترحة للتوصل الى بناء الأنموذج التنبؤي لمعدلات التغير الموسمية والسنوية للسلسلة الزمنية، وذلك بأتباع الخطوات الآتية:

أولاً: تطبيق مقياس معدلات التغير الموسمية لكل سنة من سنوات السلسلة الزمنية بحسب الأشهر وللمجموع الكلي للحوادث المسجلة شهرياً وذلك بتنفيذ الصيغة الآتية:

معدل التغير الموسمي للحوادث في الشهر (*i*) = [(مجموع أعداد الحوادث في الشهر (*i*) في السنة X١٢) / المجموع العام للحوادث]

حيث أن المجموع العام للحوادث يمثل مجموع عدد الحوادث المسجلة في السنة الواحدة، كذلك ما يتعلق بالمجموع الكلي لتلك الحوادث عموماً.

وفي ضوء الصيغة أعلاه تم اقتراح تقدير معدل التغير السنوي بالصيغة الآتية:

معدل التغير السنوي للحوادث في السنة (*i*) = [(مجموع أعداد الحوادث في السنة (*i*) X عدد سنوات السلسلة) / المجموع العام للحوادث]

حيث أن المجموع العام **للحوادث** يمثل مجموع عدد الحوادث المسجلة في سنوات السلسلة الزمنية عموماً.

ثانياً: تقدير معدل التغير الموسمي لكل سنة للحوادث المسجلة على مدى الشهر الواحد للسلسلة الزمنية وذلك بتنفيذ الصيغة السابقة أيضاً.

ثالثاً: فحص جودة توفيق التوزيع الطبيعي بموجب إحصاءة اختبار (*Kolmogorov-Smirnov*) لمعدلات التغير الموسمية والسنوية المحتسبة بالخطوات السابقة للتأكد من صحة تطبيق الأساليب الإحصائية في الخطوات الآتية والتي تفترض التوزيع الطبيعي لتلك المعدلات(Huber, 1973)

رابعاً: تقدير الأوساط الحسابية لمعدلات التغير الموسمية على مستوى كل شهر لبيانات السلسلة الزمنية (ولكافة السنوات) وتقدير الانحراف المعياري المشترك (*Pooled Std.*)، كذلك تقدير الانحراف المعياري لمعدلات التغير السنوية للسلسلة الزمنية.

خامساً: تقدير الأوساط الحسابية لمعدلات التغير الموسمية على مستوى كل شهر لبيانات السلسلة الزمنية (ولكافة السنوات).

سادساً: أحتساب الخطأ المعياري للمقياس: (*Standard Error*)، حيث يوضح مدى اقتراب درجة معدل التغير الموسمي من الدرجة الحقيقية، وهي الدرجة التي يفترض أن تسجل بعد زوال جميع الأخطاء العشوائية. ولاستخراج الخطأ المعياري تم تطبيق الصيغة المقترحة الآتية:

$$SE = SD_{\mathbf{Pooled}} * \sqrt{1 - LSR}$$

حيث أن:

SE: يمثل الخطأ المعياري.

SD_{Pooled} : يمثل الانحراف المعياري المشترك للانحرافات المعيارية لأشهر السنوات كافة.

LSR: تمثل معدل عدد الأشهر التي سجلت انخفاضاً لمعدلات التغير الموسمية مساوياً أو يقل عن العدد الواحد الصحيح الموجب.

سابعاً: تقدير حدي مدى تذبذب معدل التغير الموسمي العام بموجب بناء فترة الثقة بتحديد معامل الاعتمادية $(t_{n-1;\,1-\frac{\alpha}{2}})$ المحدد بعدد درجات الحرية $(n-1)$ من جدول توزيع t، حيث (n) تمثل عدد أشهر السنة (١٢) مضروباً بعدد سنوات السلسلة الزمنية،

حيث أن: $$GM \pm t_{(n-1;\,1-\frac{\alpha}{2})} * SE$$

GM: تمثل المتوسط العام (Grand Mean) للتغيرات الموسمية للسلسلة الزمنية.

ثامناً: تجرى عملية أختبار جودة توفيق النموذج الأمثل لتقدير معلمات خط الاتجاه العام لمعدلات التغير الموسمية المحتسبة بالخطوة السابقة وذلك بأفتراض عدة أنماذج هي (الخطي،أللوغاريتمي، المعكوس،متعدد الحدود ألتربيعي، متعدد الحدود التكعيبي، الأنموذج المركب، أنموذج القوى، أنموذج شكل الحرف−S،أنموذج النمو،والنموذج الآسي)،حيث يتم أنتقاء النموذج الأكثر مواءمة وذلك بموجب القيمة الأقل تحققاً لمستوى دلالة إحصاءة أختبار تحليل التباين للانحدار الذاتي،بهدف تقدير معلماته ومن ثم إجراء عملية التنبؤ بأعداد الإصابات في السنوات القادمة، والجدول رقم ١ يبين النماذج المفترضة موضوع فحص المواءمة.

جدول ١ : النماذج المنتخبة لدراسة أثر جودة التوفيق في اختيار الأنموذج الأمثل لتحليل البيانات الأولية المرتدة زمنياً

الدالة	التفاصيل الخاصة بالنماذج المفترضة
الخطي Linear	Model whose equation is Y = b0 + (b1 * t). The series values are modeled as a linear function of time.
اللوغاريتمي Logarithmic	Model whose equation is Y = b0 + (b1 * Ln (t)).
المعكوس Inverse	Model whose equation is Y = b0 + (b1 / t).
التربيعي Quadratic	Model whose equation is Y = b0 + (b1 * t) + (b2 * t**2). The quadratic model can be used to model a series which "takes off" or a series which dampens.
التكعيبي Cubic	Model defined by the equation Y = b0 + (b1 * t) + (b2 * t**2) + (b3 * t**3).
المركب Compound	Model whose equation is Y = b0 * (t**b1) or Ln (Y) = Ln (b0) + (b1 * Ln (t)).
القوى Power	Model whose equation is Y = b0 * (b1**t) or Ln (Y) = Ln (b0) + (Ln (b1) * t).
شكل الحرف S	Model whose equation is Y = e**(b0 + (b1/t)) or Ln (Y) = b0 + (b1/t).
النمو Growth	Model whose equation is Y = 1 / (1/u + (b0 * (b1**t))) or Ln (1/y-1/u)= Ln (b0) + (Ln(b1)*t) where u is the upper boundary value. After selecting Logistic, specify the upper boundary value to use in the regression equation. The value must be a positive number, greater than the largest dependent variable value.
ألأسي Exponential	Model whose equation is Y = e**(b0 + (b1 * t)) or Ln (Y) = b0 + (b1 * t).

تاسعاً: يعاد اختبار جودة توفيق النموذج الأمثل لتقدير معلمات منحنى خط الاتجاه العام لمعدلات التغير الموسمية المحتسبة عند كل سنة من سنوات السلسلة الزمنية وعلى وفق النماذج المفترضة بالخطوة السابقة أيضاً، بهدف التعرف على أنماط سلوك أعداد الإصابات المتحققة وبحسب أصنافها في أشهر السنة الواحدة.

عاشراً: يعاد تطبيق الفقرات السابقة للخوارزمية المقترحة على معدلات التغير السنوية أيضاً، مع الأخذ بالحسبان آلية تقدير قيمة الخطأ المعياري وذلك بتطبيق الصيغة المقترحة الآتية:

$$SE = SD_{\mathbf{Squence}} * \sqrt{1 - LYR}$$

حيث أن:

SE: يمثل الخطأ المعياري.

$SD_{Squence}$: يمثل الانحراف المعياري لمعدلات التغير السنوية المقدر عن بيانات السلسلة الزمنية.

LYR: تمثل معدل عدد السنوات التي سجلت انخفاضاً لمعدلات التغير السنوي مساوياً أو يقل عن العدد الواحد الصحيح الموجب.

ويتم تقدير حدي مدى تذبذب معدل التغير السنوي العام بموجب بناء فترة الثقة بتحديد معامل الاعتمادية $(t_{n-1;1-\frac{\alpha}{2}})$ المحدد بعدد درجات الحرية $(n-1)$ من جدول توزيع t، حيث (n) تمثل عدد سنوات السلسلة الزمنية،

حيث أن:

$$GM \pm t_{(n-1;\,1-\frac{\alpha}{2})} * SE$$

GM: يمثل المتوسط العام (Grand Mean) للتغيرات السنوية للسلسلة الزمنية، والذي يكون مساوياً للعدد الواحد الصحيح.

٣. تطبيق الخوارزمية المقترحة:

٣-١ التنبؤ بمعدلات التغير الموسمية(Bureau of Statistics, 2002-2014):

تضمن الجدول رقم ٢ تقديرات معدلات التغير الموسمي لكل سنة من سنوات السلسلة الزمنية بحسب الأشهر وعلى مستوى مجموع أنواع الإصابات المرورية المسجلة في سنوات السلسلة الزمنية للمدة (٢٠٠٢-٢٠١٤) والمتمثلة بحوادث الـــ(الاصطدام،الانقلاب،الدهس،وأخرى)،كذلك تقديرات معدلات التغير الموسمية عند أشهر السنة وعلى عموم تلك السنوات باحتساب المتوسط الحسابي العام (*Grand Mean*) بعد التأكد من صحة افتراض التوزيع الطبيعي لتلك المعدلات والتي أسفرت فيه نتائج أختبار (*Kolmogorov-Smirnov*) لإختبار جودة توفيق التوزيع الطبيعي تحقق التوزيع المذكور ويعرضها الجدول المذكور،وتضمن الجدول أيضاً على نتائج أحتساب الانحرافات المعيارية عند كل شهر على مدى سنوات السلسلة الزمنية كافة،ومن ثم تقدير قيمة التباين المشترك بهدف أمكانية أحتساب قيمة الخطأ المعياري للمتوسط الكلي (*Global Mean*)للتغيرات الموسمية موضوع التحليل الإحصائي بموجب الخوارزمية المقترحة لتقدير فترة الثقة للمتوسط الكلي لمعدلات التغيرات الموسمية مستخدمين بذلك مستوى الثقة ٩٥%،حيث كانت نتائج تقدير حدي الفترة هي عند معدلي التغير الموسمية (0.878، 1.123)، مقابل قيمة الخطأ المعياري المقدرة بـــ (0.062354).

من جانب أخر، فقد تضمن الجدول أيضاً تقديرات معدلات التغير الموسمية لكل سنة من سنوات السلسلة الزمنية بحسب الأشهر وعلى مستوى مجموع أنواع الإصابات المرورية المسجلة في سنوات السلسلة الزمنية للفترة (٢٠٠٢-٢٠١٤)، مع بيان درجة اعتمادية النموذج الموفق وبحسب قيمة مستوى الدلالة في اختبار تحليل التباين للانحدار الذاتي، كذلك ما يتعلق بالأوساط الحسابية العامة لتلك للتغيرات الموسمية موضوع التقدير.

الجدول (2) : معدلات التغير الموسمية لحوادث السيارات بكل أصنافها (الاصطدام، الانقلاب، الدهس، وأخرى) خلال السنوات (٢٠٠٢ – ٢٠١٤)

Std Dev. *(SD)*	Grand Mean *(GM)*	مستوى الدلالة لفحص الجودة	Years													Month
			2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	
0.103	0.948	0.585	0.860	0.967	0.963	0.872	0.781	0.800	0.855	1.072	0.956	1.048	1.047	1.050	1.052	January
0.081	0.888	0.337	1.009	0.917	0.976	0.819	1.003	0.995	0.870	0.808	0.871	0.819	0.819	0.819	0.820	February
0.093	0.943	0.404	1.021	1.017	0.968	0.876	0.853	0.900	0.833	0.739	0.977	1.016	1.017	1.016	1.019	March
0.091	0.931	0.449	1.071	0.960	0.938	1.012	0.806	0.857	0.742	0.965	0.850	0.976	0.976	0.976	0.978	April
0.105	0.978	0.221	0.979	0.954	0.947	0.978	0.975	0.892	0.953	0.831	1.296	0.976	0.976	0.976	0.979	May
0.084	0.981	0.800	0.968	1.007	1.114	1.036	1.155	1.005	0.838	0.953	0.910	0.942	0.942	0.942	0.946	June
0.074	0.959	0.482	0.832	0.998	1.015	1.070	1.017	0.936	0.997	1.037	1.009	0.890	0.889	0.890	0.891	July
0.079	1.000	0.419	1.088	1.016	0.955	0.874	0.982	1.119	1.138	0.949	1.062	0.955	0.955	0.955	0.958	August
0.096	1.086	0.321	0.976	1.098	1.132	1.169	1.188	1.042	0.984	1.018	1.321	1.046	1.046	1.046	1.049	September
0.099	1.117	0.732	1.063	1.156	1.114	1.160	1.055	1.240	1.337	1.160	0.928	1.075	1.075	1.074	1.078	October
0.071	1.084	0.274	0.987	0.937	1.069	1.061	1.142	1.019	1.180	1.129	1.045	1.129	1.130	1.129	1.132	November
0.161	1.088	0.595	1.145	0.974	0.810	1.074	1.043	1.195	1.274	1.340	0.775	1.128	1.128	1.129	1.131	December
Pooled Std. 0.108	CUB	Normal Dist. Fn. (True) (*)	S Shape	CUB	CUB	POW	POW	GRO	LIN	CUB	CUB	QUA	QUA	QUA	QUA	النموذج الموفق
	0.001		0.134	0.184	0.102	0.005	0.007	0.002	0.000	0.009	0.335	0.023	0.023	0.023	0.024	مستوى المعنوية
	HS		NS	NS	NS	HS	HS	HS	HS	HS	NS	S	S	S	S	الدلالة

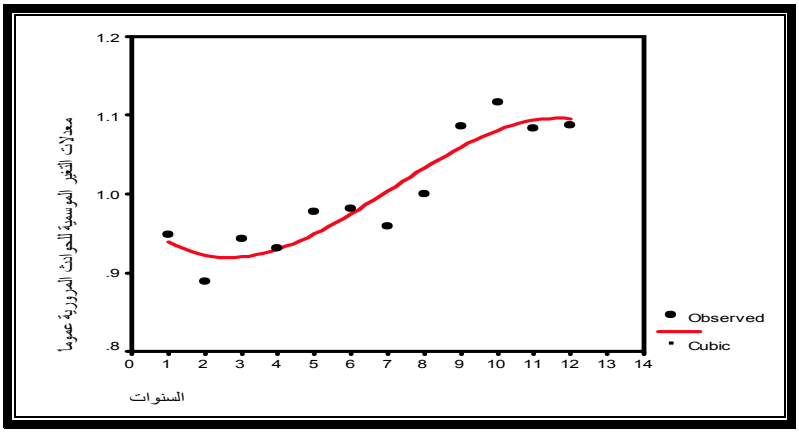
(*) Normal Distribution Function is true when goodness-of-fit test reported P>0.05 (levels of significant).

وتحقيقاً لما تقدم، فأن الجدول رقم (3) يتضمن على تقديرات تحليل الأنموذج المتعدد الحدود التكعيبي واختبارات المعنوية لحوادث المرور المختلفة في السنوات (٢٠٠٧ – ٢٠١٣).

الجدول (3): تقديرات تحليل الأنموذج الخطي المتعدد الحدود التكعيبي الذاتي واختبارات المعنوية لحوادث المرور المختلفة في السنوات (٢٠٠٢ – ٢٠١٤)

المتغير المعتمد (Y)، حيث أن: $Y_i = \beta_\emptyset + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + e_i$ المتغير المعتمد: يمثل معدلات التغير الموسمي لحوادث الاصطدام (طريقة التحليل : الأنموذج متعدد الحدود التكعيبي)					
قائمة التقديرات المرافقة لتحليل الانحدار الخطي واختبار جودة توفيق الأنموذج					
معامل الارتباط (r)	0.87254	((مستوى مواءمة النموذج)) معنوي وبمستوى دلالة بأقل من 0.01			
معامل التحديد (R^2)	0.76132				
معامل التحديد المصحح	0.68176				
إحصاءة (ف) لتحليل التباين للانحدار	9.56922	دلالة (ف) =	0.0037		
تقديرات معاملات معادلة الاستجابة متعددة الحدود التكعيبية					
المتغيرات التفسيرية مع الحد الثابت	معلمة الأثر	الخطأ المعياري	الأثر المعياري	ت المحتسبة	دلالة – ت
الحد الثابت	4659.6	1080.1	–	4.314	0.0019
Time	-1609.4	643.3	-5.00	-2.502	0.0338
$(Time)^2$	271.0	104.8	12.1	2.586	0.0294
$(Time)^3$	-11.4	4.9	-6.60	-2.304	0.0467

يتضح عند مراجعة نتائج معامل الارتباط الذاتي (Autocorrelation) ومعامل التحديد (Determination) من جهة وإلى تحليل تقديرات معاملات الانحدار الذاتي وفقاً لـــ (أنموذج متعدد الحدود التكعيبي) من جهة أخرى تحقق مستوى" عالٍ من العلاقة ما بين القيمة الحالية لأعداد حوادث المرور المختلفة بالارتداد الزمني لها وعلى وفق الأنموذج المذكور، حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة المحتسبة بموجب أختبار جودة توفيق الأنموذج في تحليل التباين للانحدار الذاتي (0.0037) وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمدة (0.05)، وسجلت نتائج معامل الارتباط الذاتي (0.87254)، كذلك فقد سجلت نتائج تقدير معامل التحديد أرتفاع نسبة تفسير التغيرات الطارئة على متغير الدالة (أعداد حوادث المرور) في ضوء الارتداد الزمني بالتغيرات الشهرية، محققتاً قيمة قدرها (76.13%)، الأمر الذي يعكس أهمية تلك الدالة وذلك بتقديرات معلماتها في أجراء عملية التنبؤ موضوع البحث. من جانب أخر، فقد أشارت نتائج أختبار حدود الدالة لمتعدد الحدود التكعيبية معنوية الأثر الناجم عن كافة حدودها الارتدادية وبدلالة أقل من مستوى 0.05، فضلا عن دلالة معنوية الحد الثابت الذي يعكس أثر العوامل غير المبحوثة في الأنموذج. والشكل البياني رقم (١) يوضح منحنى خط الاتجاه العام وفق الأنموذج التنبؤي المذكور.



الشكل (١): تقدير منحنى خط الاتجاه العام لمعدلات التغير الموسمية وفق الأنموذج التنبؤي لمتعدد الحدود التكعيبي لحوادث المرور للفترة (٢٠٠٢- ٢٠١٤)

(٣-٢) التنبؤ بمعدلات التغير السنوية:

تضمن الجدول رقم (٤) تقديرات معدلات التغير السنوية بموجب الصيغة المقترحة ولكل سنة من سنوات السلسلة الزمنية وعلى مستوى مجموع الحوادث المرورية المسجلة في سنوات السلسلة الزمنية للمدة (٢٠٠٢-٢٠١٤) والمتمثلة بحوادث الـــ (الاصطدام، الانقلاب، والدهس)، بعد التأكد من صحة افتراض التوزيع الطبيعي لتلك المعدلات والتي أسفرت نتائج أختبار (Kolmogorov-Smirnov) لإختبار جودة توفيق التوزيع الطبيعي تحقق التوزيع المذكور، و تضمن الجدول على نتائج أحتساب الانحراف المعياري على مدى سنوات السلسلة الزمنية كافة، بهدف تقدير قيمة الخطأ المعياري للمتوسط العام للتغيرات السنوية موضوع التحليل الإحصائي والبالغ (1.00000) بموجب الخوارزمية المقترحة لتقدير فترة الثقة للمتوسط العام لمعدلات التغيرات السنوية مستخدمين بذلك مستوى الثقة ٩٥%، حيث كانت نتائج تقدير حدي الفترة عند القيمين (0.811854، 1.188154)، مقابل قيمة الخطأ المعياري المقدرة بـــ (0.0863533).

الجدول (4) : معدلات التغير السنوية لحوادث المرور المسجلة بكل أصنافها (الاصطدام، الانقلاب، الدهس، وأخرى) في السنوات (٢٠٠٢ – ٢٠١٤)

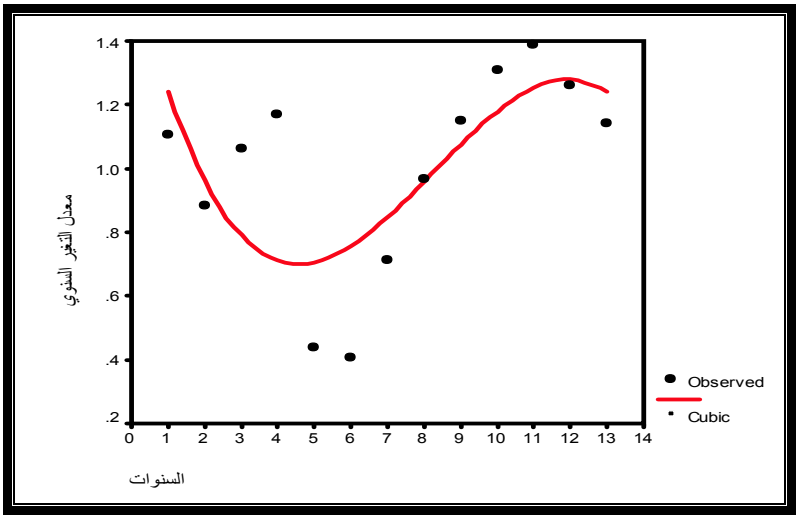
السنوات	الاصطدام	الانقلاب	الدهس	أخرى	المجموع	معدلات التغير السنوية	مستوى الدلالة لفحص الجودة
2002	2871	470	5132	62	8535	1.106992847	0.707 (P>0.05)
2003	2298	375	4105	48	6826	0.885334876	
2004	2757	450	4914	70	8191	1.062375912	
2005	3033	495	5417	65	9010	1.168600533	
2006	1370	352	1595	72	3389	0.439554629	
2007	1348	381	1335	71	3135	0.406610729	
2008	2247	552	2503	200	5502	0.713611557	
2009	3177	826	3360	89	7452	0.966527322	
2010	4102	1011	3661	87	8861	1.149275174	
2011	4771	1161	4025	125	10082	1.307639353	
2012	5131	1320	4174	84	10709	1.388961499	
2013	4568	1288	3793	76	9725	1.261336313	
2014	4288	993	3442	91	8814	1.143179256	
المجموع العام	41961	9674	47456	1140	100231	Std Dev. (0.311351120472)	Normal Dist. Fn. True

وتحقيقاً لما تقدم، فأن الجدول رقم (٥) تضمن على تقديرات تحليل الأنموذج المتعدد الحدود التكعيبي واختبارات المعنوية لحوادث المرور المختلفة في السنوات (٢٠٠٧ – ٢٠١٣).

الجدول (٥): تقديرات تحليل الأنموذج الخطي المتعدد الحدود التكعيبي الذاتي واختبارات المعنوية لحوادث المرور المختلفة في السنوات (٢٠٠٢ – ٢٠١٤)

المتغير المعتمد (Y)، حيث أن: $Y_i = \beta_\emptyset + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + e_i$ المتغير المعتمد: يمثل معدلات التغير السنوي لحوادث المرور (طريقة التحليل : الأنموذج المتعدد الحدود التكعيبي)					
قائمة التقديرات المرافقة لتحليل الانحدار الخطي واختبار جودة توفيق الأنموذج					
معامل الارتباط (r)	0.٧١٥٣٦	((مستوى مواءمة النموذج)) غير معنوي وبمستوى دلالة بأكبر من 0.05			
معامل التحديد (R^2)	0.51174				
معامل التحديد المصحح	0.34899				
إحصاءة (ف) لتحليل التباين للانحدار	3.14431	دلالة (ف) =	0.0795		
تقديرات معاملات معادلة الاستجابة متعددة الحدود التكعيبية					
المتغيرات التفسيرية مع الحد الثابت	معلمة الأثر	الخطأ المعياري	الأثر المعياري	ت المحتسبة	دلالة – ت
الحد الثابت	1.644	0.383	–	4.288	0.002
Time	-0.473	0.228	-5.911	-2.070	0.068
$(Time)^2$	0.071	0.037	12.851	1.920	0.087
$(Time)^3$	-0.003	0.002	-6.694	-1.645	0.134

يتضح عند مراجعة نتائج معامل الارتباط الذاتي (Autocorrelation) ومعامل التحديد (Determination) من جهة وإلى تحليل تقديرات معاملات الانحدار الذاتي وفقاً لـــ (أنموذج متعدد الحدود التكعيبي) من جهة أخرى تحقق مستوى" جيداً من العلاقة ما بين القيمة الحالية لأعداد حوادث المرور المختلفة بالارتداد الزمني لها وعلى وفق الأنموذج المذكور، حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة المحتسبة بموجب أختبار جودة توفيق الأنموذج في تحليل التباين للانحدار الذاتي (0.0795) وهي أكبر بقليل من مستوى الدلالة المعتمدة (0.05)، الأمر الذي يعكس أهمية الأنموذج في أجراء عملية التنبؤ بأعداد الحوادث المرورية بشكل عام في السنوات القادمة رغم عدم وصول مستوى الدلالة فيه وبشكل طفيف للمستوى المعتمد (Robert,2006) ، كما وسجلت نتائج معامل الارتباط الذاتي (0.71536)، وتقدير معامل التحديد نسبة عالية في تفسير التغيرات الطارئة على متغير الدالة (أعداد الحوادث المرورية) في ضوء أثر الارتداد الزمني بالتغيرات السنوية، محققتاً قيمة قدرها (51.2%)، الأمر الذي يعكس أهمية تلك الدالة وذلك بتقديرات معلماتها في أجراء عمليات التنبؤ موضوع البحث. من جانب أخر، فقد أشارت نتائج أختبار حدود الدالة لمتعدد الحدود التكعيبي معنوية الأثر الناجم عن كافة حدودها الارتدادية سنوياً وبدلالة تقترب بدرجة عالية من مستوى 0.05، بالإضافة الى دلالة معنوية الحد الثابت الذي يعكس أثر العوامل غير المبحوثة في الأنموذج. والشكل البياني رقم (٢) يوضح منحنى خط الاتجاه العام وفقاً للأنموذج التنبؤي المذكور.



الشكل (٢): تقدير منحنى خط الاتجاه العام لمعدلات التغير السنوي وعلى وفق الأنموذج التنبؤي لمتعدد الحدود التكعيبي لحوادث المرور للمدة (٢٠٠٢- ٢٠١٤)

وتلخيصاً لما تقدم، يتضح شكل الأنموذج الذي يتحقق بموجبه تفسير سلوك معدلات التغير الموسمية ومعدلات التغير السنوية للحوادث المرورية والمُتَمثل بالأنموذج المتعدد الحدود التكعيبي بأثر الارتداد الزمني الشهري والارتداد الزمني السنوي على التوالي.

٤. الاستنتاجات: (Conclusions)

من نتائج الجانبين النظري والتطبيقي يمكن التوصل الى الاستنتاجات الآتية:

١-أن التحليل الزمني لمؤشري التغيرات (الموسمية، والدورية)ووفقاً للإجراءات المقترحة في كونهما دالتين لمكونات السلسلة الزمنية للنموذجين المختلطين، إضافةً الى الإجراءات المتعلقة باختبار جودة توفيق الأنموذج الأمثل من بين النماذج الإحصائية المفترضة،وقد حققت عملية بناء نموذج التنبؤ لخط الاتجاه العام في الجانب التطبيقي لبيانات السلسلة الزمنية لحوادث المرور المختلفة في المدة (٢٠٠٢-٢٠١٤)، حيث السلوك المتماثل للمؤشرين المذكورين وذلك بترشيح الأنموذج المتعدد الحدود التكعيبي ذي الارتداد الزمني من الرتبة الأولى.

٢-أهمية الصيغتين المقترحتين لتقدير مؤشري الخطأ المعياري لمعدلي التغيرات الموسمية والدورية بهدف تقدير حدي مدى تذبذب معدلي التغير الموسمي العام، والتغير الدوري العام وذلك ببناء فترة الثقة للمعدلين المذكورين بعد التأكد من صحة افتراض التوزيع الطبيعي.

٥. التوصيات (Recommendations)

ومن نتائج الجانبين النظري والتطبيقي يمكن التوصل الى التوصيات الآتية:

١. يمكن التوسع في افتراض نماذج إحصائية أخرى في عملية اختبار جودة توفيق الأنموذج الأمثل لدالتي التغيرات (الموسمية، والدورية) بهدف الحصول على أفضل تقدير لمعلمات نموذج التنبؤ موضوع البحث.

٢. الأخذ بالحسبان مسألة تحطم فرضية التوزيع الطبيعي لمعدلات التغير الموسمية والدورية في تقدير قيمة الخطأ المعياري لتلك المعدلات، كذلك بما يتعلق ببناء فترة الثقة لتقدير حدي مدى تذبذب معدلي التغير الموسمي العام، والتغير الدوري العام.

المصادر:

Yadolah Dodge, 2008, "The Concise Encyclopedia of Statistics", ISBN: 978-0-387-32833-1, Page 536-537, Springer.

Dr. Jerry L. Hintze , 2007, Published by NCSS, "Help To NCSS", Kaysville, Utah. 84037, Copyright ©.

SPSS Package, "Version 10.0" for data analyze and obtaining the Fitted Models, as well as graphical presentations.

Central Bureau of Statistics (NBS) released an annual reports, "Statistics of traffic accidents", recorded for the years (2002-2014), Iraq.

Huber, P. J. , 1973.,"Robust regression; asymptotics conjectures and Monte-Carlo"; Ann. Statist.1, P799-821

Robert J. Nordness , 2006, "Epidemiology and Biostatistics", Secret, MOSBY ELSEVIER, P.152, USA.