المستخلص

لم تحظى البيانات الرقمية المتوفرة عن الحوادث المرورية في العراق على نصيبها الوافر من العمليات الاحصائية المعتمدة تقريباً في تحليل الظواهر واستخراج النتائج التي تفيد في التفسير والتي اهمها التنبؤات المستقبلية لاعداد تلك الحوادث للوقوف على مدى الخطورة الناجمة عنها.

وتعتبر نماذج J – B من النماذج التي اعطت نتائج قريبة الى الواقع المبتدأ به حيث تم تطبيقها في هذا البحث على سلسلة زمنية للحوادث اقتربت نتائجها مع واقع السنوات اللاحقة.

1. المقدمة

لقد ادى التقدم التكنولوجي في جميع المجالات الى دفع ضريبة مخيفة وغالية الثمن تتمثل في عدد الحوادث المتزايد خاصة المرورية منها نتيجة لاستخدام المركبة ، يوم بعد آخر نجد ان هناك اعداد مذهلة من الضحايا والمصابين والمعاقين ، اضافة الى الارهاق المالي لميزانيات الدول بسبب ما تخلفه هذه الحوادث من مشاكل صحية واقتصادية واجتماعية.

ان التعرف على حيثيات موضوع لحوادث المرورية يتوضح عندما تكون هناك قاعدة للمعلومات توظف ضمن مادة التحليل العلمي بها.

في هذا البحث نقدم موضوع التنبؤات المستقبلية لاعداد الحوادث المرورية في العراق للسنوات (٧٩-٨٦) كدليل عمل على فاعلية الطريقة المستخدمة في التنبؤ وملائمتها للبيانات المرورية ، حيث اختيرت هذه الفترة من بين الفترات كونها تمثل فترة التكامل لمعلوماتي تقريباً كل بقية الفترات الخاصة بالجهاز المركزي للاحصاء.

2. هدف ومشكلة البحث

ان قاعدة البيانات المتوفرة عن الحوادث المرورية في العراق هي الوحيدة التي يمكن استثمارها لاغراض التحليل العلمي للظاهرة. وتعتبر التنبؤات المستقبلية لها من اهم الركائز الاساسية في وضع الستراتيجيات الخاصة بالحد من الحوادث.

ان دراسة وتحليل موضوع الحوادث لمرورية هو زكاة علم المختصين الاحصائيين منهم والمخططين للوقوف على مدى خطورة المشكلة من حيث وضع الخطط اللازمة للحد منها اعتماداً على ما ستؤول اليها النتائج المتنبأ بها مستقبلاً ومعرفة حجمها المستقبلي لمحاربتها بالامكانات المتاحة.

3. جمع البيانات

يتم جمع البيانات الشهرية لاعداد حوادث المرور باختلاف انواعها (اصطدام / انقلاب / دهس / اخرى) عن طريق استمارة احصائية خاصة توزع لهذا الغرض على البيانات المطلوبة ثم يتم تبويبها على شكل جداول خاصة معدة لهذا الغرض، وقد استعان الباحثان بتلك البيانات من الجداول للسنوات من ١٩٧٩-١٩٨٦ وحسب اشهر السنوات المختلفة وكما في الجدول رقم (1).

اما انسيابية الحصول على تلك البيانات تتلخص بتوزيع تلك الاستمارات في بداية كل سنة ثم يتم البدء على تلك البيانات حسب الحوادث التي تقع ولانواعها المختلفة، يتم بعد ذلك جمع تلك الاستمارات وارسالها الى الجهاز المركزي للاحصاء الذي يقوم بتبويبها وتفريغها في جداول احصائية نهائية خاصة بهذا الغرض واصدارها على شكل تقرير سنوات.

4. التنبؤ باستخدام اسلوب تحليل السلاسل الزمنية (نماذج بوكس – جينكنز)

السلاسل الزمنية Time Series

هي عبارة عن مجموعة من المشاهدات (حوادث المرور) المرتبطة مع الزمن والتي تتعاقب بشكل متساوي، اي تفصل بينها فترات زمنية متساوية او مختلفة ، فاذا سجلت هذه المشاهدات بشكل مستمر مع الزمن فان السلسلة الناتجة تكون سلسلة زمنية مستمرة (Continuous time series)

اما اذا سجلت المشاهدات بشكل متقطع عند فترات زمنية ثابتة فان السلسلة الناتجة تكون سلسلة زمنية متقطعة (Discrete time series). كما في حوادث المرور التي تحدث خلال فترات زمنية منقطعة والتي تؤخذ شهرياً على مدار السنوات المختلفة.

ويمكن ان تحتل السلسلة الزمنية لحوادث المرور رياضياً بالقيمة $y_1, y_2, y_3 \ldots$ والتي يأخذها المتغير Y عند الزمن $t_1, t_2, t_3, \ldots$ وهو هنا الاشهر المتعاقبة.

اي ان Y دالة في t ويرمز لها

$$Y = F(t)$$

كما وان هناك بعض الاصطلاحات التي من الضروري اخذها بنظر الاعتبار عند الولوج في موضوع نماذج السلاسل الزمنية لـ (B-J) وهي كالآتي :

١- الاستقرارية.

٢- دالة الارتباط الذاتي.

٣- دالة الارتباط الذاتي الجزئي.

الاستقرارية Strationarity

ان السلسلة الزمنية تكون مستقرة (Stationary) في حالة عدم وجود تغير في وسطها الحسابي وفي تباينها عبر الزمن.

ومنها يتم بناء النموذج لظواهر تتمتع بخاصية الاستقرارية حيث يتم الكشف عن الاستقرارية بواسطة سلوك معاملات دالة الارتباط الذاتي. ويتم تحويل السلاسل الزمنية غير المستقرة الى مستقرة بأخذ عدد من الفروق.

الفروق Differences

لو كانت السلسلة الزمنية غير مستقرة (Non stationary) ولكي نجعلها تستقر (Stationary) نأخذ عدداً من الفروق وصيغة الفروق من الدرجة الاولى مثلاً يمكن كتابتها كالتالي :

$\nabla X_t = X_t - X_{t-1}$

الارتباط الذاتي Auto Correlation

الارتباط الذاتي هو عبارة عن مؤشر يوضح درجة العلاقة او الصلة بين قيم نفس المتغير (هنا حوادث المرور) باوقات مختلفة وتنحصر قيمته بين (1 ,1-) وصيغته

$$\rho_k = \frac{E(\chi_t - \mu)(\chi_{t-k} - \mu)}{\sqrt{E(\chi_t - \mu)^2 E(\chi_{t-k} - \mu)^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(1)}$$

حيث X_t هي حوادث المرور خلال الزمن t

X_{t-k} هي حوادث المرور خلال الزمن t-k

والارتباط الذاتي الجزئي هو عبارة عن مؤشر يقيس العلاقة بين X_t و X_{t-k} لنفس السلسلة الزمنية مع افتراض ثبوت بقية قيم السلسلة الزمنية، ويمكن ايجاد قيم معاملات الارتباط الذاتي الجزئي عن طريق دالة الارتباط الذاتي الجزئي (Partialouto correlation function)

$$\rho_y = \varnothing_{k1}\, \rho_{j-1} + \varnothing_{k2}\, \rho_{j-2} + \ldots\ldots\ldots + \varnothing_{kk}\, \rho_{j-k} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2)}$$

حيث $(j = 1, 1, \ldots, k)$

5. نماذج السلاسل الزمنية المستقرة Models for stationary time series

ويمكن تحديد نماذج السلاسل لـ B.J من خلال النماذج التالية :

– نماذج (BJ) اللاموسمية Non Seasonal Models

أ– نموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Model

تمثل P درجة النموذج والذي يكتب اختصاراً AR(P) وصيغته الرياضية هي :

$$X_t = \varnothing_1 X_{t-1} + \varnothing_2 X_{t-2} + \ldots + \varnothing_p X_{t-p} + e_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان

X_{t-p} متغيرات عشوائية لكل $P \geq 0$

e_t الخطأ العشوائي ويتوزع طبيعياً بوسط حسابي صفر وتباين σ^2_e

$\varnothing p$ معالم ثابتة تقدر من البيانات $|\phi_p| < 1$

ب– نموذج الاوساط المتحركة Moving Averages Model

تمثل q درجة النموذج او عدد المعالم والذي يكتب اختصاراً MA(q)

وصيغته الرياضية هي :

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \ldots - \theta_q e_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ان :

X_t : متغير عشوائي معتمد

e_{t-q}: اخطاء عشوائية غير مرتبطة وتتوزع طبيعياً بوسط حسابي صفر وتباين σ^2_e :

ج– النموذج المختلط للانحدار الذاتي والاوساط المتحركة ARMA (P,q)

وصيغة النموذج الرياضية هي :

$$X_t = \varnothing_1 X_{t-1} + \ldots + \varnothing_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} .. - \theta_q e_{t-q} \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

كما ان (p) و (q) تحدد درجة النموذج والذي يكتب اختصاراً (ARMA)

اي ان p تعطي عدد المعاملات الى نموذج الانحدار الذاتي

q تعطي بالمقابل عدد المعاملات الى نموذج الاوساط المتحركة

– <u>نماذج (B-J) الموسمية Seasonal B-J Models</u>

وهي النماذج التي تمثل قيم المشاهدات التي تعيد نفسها خلال نفس الفترات خلال السنة الواحدة على مدار السنوات المختلفة وتكون الفترات التي تتكرر للمشاهدات (حوادث المرور) ما يسمى بالموسم ويمكن اكتشاف طول الموسم او السلاسل الزمنية الموسمية من خلال معاملات الارتباط الذاتي وتبنى على ذلك النماذج الموسمية بعد اخذ معاملات الارتباط الذاتي والجزئي بنظر الاعتبار.

$$(1-\phi\beta)(1-\phi_s^* \beta^s)X_t = (1-\theta\beta)e_t$$

صيغة نموذج B-J المركبة

$$(1-\phi\beta)\left(1-\phi_s^* \overset{s}{\beta}\right)X_t = (1-\theta\beta)e_t$$

مراحل بناء نموذج (B-J)

ويمكن تكوين النماذج الاحتمالية لـ B-J من خلال بعض الخطوات التي تتداخل في بعض الحالات، حيث قد لا تظهر بصورة منفصلة تماماً كما في الشرح النظري اذ تدخل الخبرة العملية والنظرية في كثير من الحالات في بناء تلك النماذج وكالآتي :

أ- المرحلة الاولى – توفيق النموذج Identification

ويتم توفيق النموذج الملائم لتمثيل البيانات في السلسلة الزمنية المستقرة من خلال دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي.

– بعد معرفة وتحديد النموذج الملائم يتم تحديد درجته فاذا كان النموذج المختار هو نموذج الانحدار (AR) تكون درجته مساوية الى عدد الارتباطات الذاتية الجزئية المعنوية.

وبالنسبة للاوساط المتحركة MA فتحدد درجته عن طريق دالة الارتباط الذاتي التي تنقطع بعد الفترة الفاصلة التي تمثل درجة النموذج.

اما النماذج المختلطة فلقد وجد ان النماذج ARMA (P.q) من الدرجة $p + q \leq 2$ هو اكثر ملائمة في التطبيق.

والنموذج الموسمي يتمثل بالعلاقة التالية :

$$\Phi\left(\overset{s}{B}\right)\nabla_s^D X_t = \Theta\left(\overset{s}{B}\right)\in_t$$

حيث ان :

$$\Phi\left(\overset{s}{B}\right) = \left(1-\Phi_1 \overset{s}{B} - \Phi_2 \overset{2s}{B} - \dots\Phi \overset{Ps}{B}\right)$$

$$\Theta\left(\overset{s}{B}\right) = \left(1-\Theta_1 (\overset{s}{B}) - \Theta_2 (\overset{2s}{B}) - \dots\Theta_Q (\overset{Qs}{B})\right)$$

وان مركبات الخطأ ($\in_t$) في المعادلة قد لا تكون مستقلة عن بعضها ذلك لان حوادث المرور لشهر حزيران ولسنة معينة قد لا تكون مرتبطة مع حوادث المرور لشهر آيار لنفس السنة وكذلك مع حوادث المرور في شهر نيسان ولنفس السنة ايضاً وهكذا اي ان ($\in_t$) تكون مرتبطة مع ($\in_{t-1}$) و ($\in_{t-2}$) وهكذا حسب العلاقة

$$\Phi(B)\nabla^{d} X_t = \theta(B) e_t$$

حيث

$$\Phi(B) = \left(1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \ldots \Phi_p B^p\right)$$

$$\theta(B) = \left(1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots \theta_q B^q\right)$$

وبالتعويض نحصل على المعادلة الآتية والتي تدعى بالنموذج المضاعف العام (The general multiplicative model) ومن المرتبة $(p, d, q) \; X \; (p, B, Q)_s$

$$\Phi_p(B)\Phi_p\left(\overset{s}{B}\right)\nabla^d \nabla_s^D X_t = \theta_q(B)(H)_Q\left(B^s\right)\in_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (6)$$

ب- <u>المرحلة الثانية – التقدير</u> <u>Estimation</u>

وتستخدم طريقة المربعات الصغرى في التقدير (Least square estimation) الا انه وللحصول على قيم المعالم التي تمثل النموذج المقترح احسن تمثيل يمكن استخدام طريقة ايجاد المعالم التي تعطي اقل متوسط مربعات الخطأ التنبؤ وهي التي تفيد في معرفة النموذج الامثل ايضاً وهو الذي تم استخدامه في برامج الحاسب الالكتروني (Minitab).

ج- <u>المرحلة الثالثة – التحقق من دقة ملائمة النموذج المقترح Diagnostic checking</u>

حيث يتم استخدام الاحصائية التالية :-

$$Q = (N - d)\sum_{k=1}^{m} r_k^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (7)$$

d : عدد الفروق

r_k : معاملات الارتباط الذاتي

فاذا كانت $\left(Q_c < \chi_t^2\right)$ فان الارتباطات المستخدمة في حساب الاختبار غير معنوية وهذا مؤشر على انه البيانات المولدة لهذه الارتباطات عشوائية وهو دليل على ملائمة النموذج. اما اذا كانت $\left(Q_c > \chi_t^2\right)$ فانه دليل على ان معاملات الارتباط لها فروق معنوية ومؤشر على عدم جودة النموذج.

د- <u>المرحلة الرابعة – التنبؤ Forecasting</u>

ويتم بأخذ التوقع لمعادلة النموذج عند الفقرة الاخيرة من السلسلة (T) والتنبؤ للفترة (τ) علماً بان التوقع للخطأ المستقبلي يكون مساوياً للصفر.

6. تطبيق نماذج بوكس – جينكنز

من ملاحظة السلسلة الزمنية لاعداد حوادث المرور للاشهر المختلفة لسنوات السلسلة قيد الدراسة نرى وجود الاتجاه العام التزايدي ، ولغرض تطبيق نماذج (B-J) بما تحويه هذه النماذج من شروط كالاستقرارية بايجاد قيم دالة الارتباط الذاتي والتي كانت تشكل اتجاهاً عاماً كما في جدول رقم (2) الامر الذي اضطرنا الى اخذ الفرق الاول لمشاهدات السلسلة وايجاد دالة الارتباط الذاتي مرة ثانية كما في الجدول رقم (3) والذي يستدل منه على اختفاء الاتجاه العام ومن ملاحظة قيم الارتباط الذاتي لمشاهدات السلسلة نرى وجود الموسمية من خلال القيمة رقم (١١) ورقم (١٢) مما يدل على ان هناك موسمية في البيانات لموسم طوله (١٢) شهراً ولغرض معرفة صيغة النموذج ودرجته تم ايجاد دالة الارتباط الذاتي الجزئي وكما في الجدول (4) والتي تعطينا النموذج الموسمي للانحدار الذاتي بالصيغة التالية:

الاختيار الاول

$$(1-\phi_{12}B)\nabla_1\nabla_{12}X_t = \in_t$$

$$(1-\phi_{12}\beta^{12})(1-B)(1-B^{12})X_t = \in_t$$

والاختيار الثاني هو النموذج الموسمي المختلط والذي صيغته كالتالي :

$$\phi_1\Phi_{12}B\nabla_1\nabla_{12}X_t = \phi_1 B \in_t$$

$$(1-\phi_1\beta)(1-\phi_{12}\beta^{12})(1-\beta)(1-\beta^{12})X_t = (1-\theta_1\beta)\in_t$$

SIARIMA $(1,1,1)\times(1,1,0)_{12}$

وبايجاد MSE لقيم التنبؤ لمشاهدات السلسلة كمعيار لاختبار النموذج المفضل كما في الجدول.

نلاحظ ان النموذج الامثل هو النموذج الموسمي المختلط كما هو موجود اعلاه، عندئذ تم توفيق هذا النموذج وفقاً للخطوات التالية :

الفرق	قيمة متوسط مربعات الخطأ		الاختيار
	SUMSE	**التنبؤ**	
206364,426	1298461,906		الاول
	1092097,480		الثاني
	الاختيار الثاني		النموذج المفضل

طريقة تقدير المعالم للنموذج

تم تقدير معالم النموذج بالاعتماد على معيار متوسط مربعات خطأ التنبؤ واختيار المعالم التي تعطي اقل متوسط مربعات لخطأ التنبؤ (MSE) وكانت قيم المعالم النهائية كالتالي :

$\phi_1=0.96$, $\phi_{12} = -0.48$, $\theta_1 = 1.00$

اختيار جودة النموذج

تم حساب مربع كاي $\left(\chi_t^2\right)$ ولغرض تطبيق اختبار Diagnostic Checking وكما يلي :

$$Q = (N-d) \sum r^2 (e)$$

حيث N عدد المشاهدات

d عدد الفروق

r^2 مربع الارتباطات

وبمقارنة قيمة χ_c^2 المحتسبة مع قيمة χ_t^2 الجدولية وبدرجة حرية (٣٣) وبمستوى معنوية (٠.٠٥) نجد ان $\chi_c^2 < \chi_t^2$ وهذا يعني بأن الارتباطات الذاتية المستخدمة في الاختبار هي ليست معنوية وبالتالي فان البواقي عشوائية وان النموذج المستخدم ملائم.

طريقة التنبؤ

لقد تم استخدام معادلة التنبؤ في استخراج القيم التنبؤية للسنتين القادمتين (١٩٨٧-١٩٨٨) وعلى مستوى الاشهر المختلفة لتلك السنين وكما يلي

$$\hat{X}_T = X_{T+L-1} + X_{T+L-12} - X_{T+L-13} + \hat{\phi}_1 X_{T+L-1} - \hat{\phi}_1 X_{T+L-1} - \hat{\phi}_1 X_{T+L-2}$$

$$- \hat{\phi}_1 X_{T+L-13} + \hat{\phi}_1 X_{T+L-14} - \hat{\phi}_{12} X_{T+L-12} - \hat{\phi}_{12} X_{T+L-13}$$

$$- \hat{\phi}_{12} X_{T+L-24} + \hat{\phi}_{12} X_{T+L-25} - \hat{\phi}_1 \hat{\phi}_{12} X_{T+L-13} + \hat{\phi}_1 \hat{\phi}_{12} X_{T+L-14}$$

$$+\hat{\phi}_1\hat{\phi}_{12}X_{T+L-25} - \hat{\phi}_1\hat{\phi}_{12}X_{T+L-26} - \hat{\theta}_1 E_{T+L-1} + E_T$$

$$-1 < \phi < 1$$

$$L = 1, 2, 3, \ldots \quad -1 < \theta < 1\phi$$

والجدول رقم (5) يبين القيم التنبؤية للسنتين آنفتي الذكر.

جدول رقم (1)

الاعداد الشهرية لحوادث المرور في العراق للفترة (1979 – 1986)

السنة	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1985
كانون الثاني	1446	2268	2522	2673	2740	2915	2769	2796
شباط	1406	2340	2084	2430	2480	2579	2440	2451
آذار	1625	2595	2300	2628	2910	2802	2605	2755
نيسان	1479	2442	2150	2568	2621	2807	2626	2880
آيار	1617	2673	2295	2588	2564	2612	2540	2722
حزيران	1703	2612	2305	2434	2430	2622	2647	2936
تموز	1913	2686	2541	2358	2686	2945	2861	2990
آب	1748	2572	2667	2431	2630	2798	2773	2994
ايلول	2178	2419	2815	2229	2694	2744	2643	2857
تشرين الاول	2408	2073	2763	2402	2814	3076	2829	3286
تشرين الثاني	2235	2301	2644	2287	2768	2859	2758	3046
كانون الاول	2242	2012	2199	2174	2551	2287	2509	2700

جدول رقم (2)

قيم الارتباطات الذاتية للسلسلة المدروسة

R(k)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-12	0.521	0.545	0.396	0.284	0.193	0.277	0.172	0.175	0.192	0.169	0.039	0.307
13-24	0.050	0.166	0.140	0.109	0.108	0.181	0.107	0.113	0.134	0.125	0.055	0.268
25-36	0.060	0.125	0.078	0.036	0.039	0.099	0.038	0.045	-0.006	-0.006	-0.125	0.016

جدول رقم (3)

الارتباطات الذاتية للبيانات الاصلية بعد آخذ الفرق الاول

R(k)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-12	–0.541	0.178	-0.042	-0.009	-0.192	0.209	-0.118	-0.-30	0.020	0.136	-0.456	0.60516
13-24	-0.456	0.164	-0.001	-0.025	0.081	-0.178	-0.074	-0.008	0.030	0.059	-0.341	0.493
25-36	-0.321	0.129	-0.0044	0.047	-0.075	0.129	-0.067	0.041	-0.038	-0.120	-0.295	0.350

جدول رقم (4)

قيم الارتباطات الذاتية الجزئية

R(k)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-12	-0.040	0.054	-0.121	-0.046	-0.279	-0.089	0.056	-0.201	0.140	0.034	-.118	-0.380
13-24	-0.171	-0.014	-0.111	0.013	-0.016	-0.010	0.040	-0.165	0.048	-0.032	-0.068	-0.016
25-36	-0.256	0.060	-0.030	-0.-094	0.035	0.063	-0.069	-0.055	0.001	-0.129	0.021	0.066

جدول رقم (5)

قيم التنبؤ المستقبلية للسنين 1987 , 1988 حسب الاشهر

	Year / month	1987	1988
1	Jan.	3023.16	3027.89
2	Feb.	2646.21	2665.81
3	Mar.	2856.14	2920.58
4	Aprl.	2912.35	3009.59
5	May	2775.89	2862.64
6	Jun.	2929.55	3045.15
7	July	3054.15	3135.79
8	Aug.	3009.71	3114.56
9	Sep.	2873.12	2977.73
10	Oct.	3183.45	3345.00
11	Nov.	3033.16	3146.44
12	Dec.	1722.75	2824.13
	Total	35009	36075

7. الاستنتاجات والتوصيات

ان اعداد الحوادث المرورية في العراق للفترة بعد فترة الدراسة هي في تزايد مستمر وان افضل نموذج اختص بالتنبؤ هو النموذج المختلط SIARIMA ونوصي باستخدام نماذج J – B الموسمية لاغراض التنبؤات المستقبلية للحوادث المرورية في العراق للفترات للاحقة بشرط توفر قاعدة معلومات صحيحة ومتكاملة عن الظاهرة.

8. المصادر

١. ابو الشعير . د.محمود جواد " الاساليب المتقدمة في تحليل السلاسل الزمنية " ، المعهد القومي للتخطيط 1986.

٢. ابو الشعير . د.محمود جواد " المقارنة بين لنماذج BJ ونماذج التمهيد الاسي في التوقعات المستقبلية" ، رسالة ماجستير 1981.

3. Box & Jenkins 1976 " Time series analysis. Foxecastig ad conrol ".

4. WEI , w. s. 1990 " Time series analysis univariate and Multivariate Methods ".