بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

تحليل السلاسل الزمنية واستخدامه
لبناء نماذج حوادث المرور في ولاية الخرطوم
2006م- 2013م

Time Series Analysis and its use in Constructing Traffic Accidents Models In Khartoum State 2006-2013

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الإحصاء

إعداد:

الدكتور:

رقية عبد الله الطيب

الله حمدى

إشراف

أحمد محمد عبد

إبريل 2014م

الآيـــــــــــــــــــــة

قال تعالى:

(ولَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وحَمَلْنَاهُمْ فِي البَرِّ والْبَحْرِ ورَزَقْنَاهُم مِّنَ الطَّيِّبَاتِ وفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تفْضِيلاً)

سورة الإسراء، الآية (70)

الإهداء

إذا سألت عن جنة الدنيا

فسل العيون التي فاضت مدامعها .. من خشية الله إيماناً وتبجيلاً

سل النفوس التي بالأمس يوقظها ..كتاب ربي فتحيي الليل ترتيلاً

تذيقنا المر دنيانا وقد وجدوا .. طعم السعادة بالإيمان معسولاً..

إلى من أرضعتني الحب والحنان.. إلى رمز الحب وبلسم الشفاء..

إلى القلب الناصع البياض.. الينبوع الذي تفجر عطاءًا دون مقابل..

ليمنحنا الدفء والحنان والاعتماد على الذات.. أمي..

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم..

الذي أهداني زهرة عمره وعلمني هكذا تكون الحياة..

وأضاء لي طريق الخير علماً ومعرفة وأخلاقاً.. أبي..

الشكر والتقدير

بعد إنجاز هذا البحث الشكر كل الشكر إلى من ساهم معي في إخراج هذا البحث المتواضع

وأخص بالشكر اللواء شرطة/ السر احمد عمر رحمة

كما أخص بالشكر العميد شرطة/ عمر محمد احمد الطيب مدير العمليات بشرطة مرور ولاية الخرطوم

وشكري يمتد إلى الدكتور/ احمد محمد عبد الله حمدي الذي أشرف على هذا البحث ولم يبخل علي بالجهد والوقت والإرشاد.. له مني أسمى آيا الشكر

الباحثة

المستخلص

يعتبر موضوع تحليل السلاسل الزمنية من المواضيع الإحصائية المهمة لتفسير الظواهر التي تحدث خلال فترة زمنية محددة، ويهدف تحليل السلسلة الزمنية إلى الحصول على وصف دقيق للسلسلة وبناء نموذج مناسب لتفسير سلوكها واستخدام النتائج للتنبؤ بسلوك السلسلة الزمنية في المستقبل.

تضمن البحث نماذج إحصائية باستخدام تحليل السلاسل الزمنية لحوادث المرور في ولاية الخرطوم، واعتمد البحث المنهج التحليلي الاستنتاجي.

ضم البحث خمسة فصول استعرضنا في الفصل الأول مشكلة وأهمية وفروض وحدود البحث إضافة إلى استعراض لأهم البحوث والدراسات السابقة، وخصص الفصل الثاني للتعريف بأنواع حوادث المرور وأسبابها، وخصص الفصل الثالث للإطار النظري للبحث حيث تم توضيح السلسلة الزمنية واتجاهات تحليلها ومراحل تحليل السلسلة إضافة إلى النماذج المستخدمة وآلية بنائها. وخصص الفصل الرابع للجانب التطبيقي حيث تم عرض بيانات البحث وهي بيانات حقيقية من سجلات المرور,وتمثل ثلاثة سلاسل زمنية:

السلسلة الاولى هى حوادث الاذى البسيط

السلسلة الثانية هى حوادث الاذى الجسيم

السلسلة الثالثة هى حوادث الموت

مأخوذة على أساس شهري للفترة من 2006م إلى 2013م، حيث تم بناء نموذج لكل سلسلة وهي على التوالي:

$$Z_t = -0.5979\, a_{t-1} + a_t \,,\; Z_t = -0.6662\, a_{t-1} + a_t \,,$$

$$Z_t = -0.5360 Z_{t-1} - 0.9960\, a_{t-1} + a_t$$

وخصص الفصل الخامس لأهم الاستنتاجات والتوصيات، وأهمها:

1. السلسلة الزمنية قيد البحث هي سلاسل غير مستقرة مما يتطلب تحويلها إلى سلاسل مستقرة.
2. النماذج المقترحة صالحة لأن تستخدم من قبل الجهات التخطيطية لتحليل ظاهرة حوادث المرور.

3. أن موضوع البحث بجانبيه النظري والتطبيقي يفتح مجالات وآفاق للباحثين وخاصة في جوانب استخدام تحليل السلاسل الزمنية متعددة المتغيرات Multivariate Time Series Analysis.

Abstract

The topic of time series analysis is considered one of the important statistical topics in illustrating the phenomena which occur during a specific period of time. It aims to obtaining a precise description of the series and building a suitable mode for interpreting its conduct and then using the results for forecasting the conduct of the series in the future.

Our research embodied suggestion of a statistical model by using the time series analysis of the traffic accidents in Khartoum state, and the research approved the detective analytical method.

Our research contained five chapters. we reviewed in the first chapter the problem, importance objectives, hypothesis and domain of the research, in addition to reviewing the most important relevant researches and previous studies. Chapter two had specified of the type of traffic accidents and its reasons, and the third chapter had specified for the theoretical background of the research where the time series and the ways and stages of its analysis had been interpreted, in addition to the employed models and mechanism of their construction. The fourth chapter had of specified for the analytical part where the data of the research which are real data from the traffic authorities records had been exhibited. Such data represents three series which are:

The first series: is simple traffic accidents.

The second series: is the massive traffic accidents.

The third series: is the death accidents.

they had been taken on monthly basics for the period 2006-2013, where it has been constructed a model for every series, which are

$$Z_t = -0.5979\, a_{t-1} + a_t\,, \qquad Z_t = -0.6662\, a_{t-1} + a_t, \qquad Z_t = -0.5360 Z_{t-1} - 0.9960\, a_{t-1} + a_t$$

The five chapters had specified for the most important concluding remarks and recommendations and the important of which:

1. The time series of the research are un stationary in their mean and variance, which require to be transferred to stationary series.
2. The models suggested are good for the planning authorities for dominating the traffic accidents.
3. The topic of the research by its parts the theoretical and application is of the interest of the researches, especially in the field of using multivariate time series analysis.

فهرس الموضوعات

الموضـــوع	الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
الشكر والتقدير	ج
فهرس الموضوعات	و
فهرس الجداول	ح
فهرس الأشكال	ط
الفصل الأول: المقدمة	
1-1 تمهيد	1
1-2 مشكلة البحث	2
1-3 أهداف البحث	2
1-4 أهمية البحث	2
1-5 فروض البحث	3
1-6 حدود البحث	3
1-7 منهجية البحث	3
1-8 الدراسات السابقة	3
1-9 هيكلية البحث	6
الفصل الثاني: حوادث المرور	
2-1 أنواع حوادث المرور	7
2-2 أسباب حوادث المرور	8

الفصل الثالث: السلاسل الزمنية	
3-1 تعريف السلاسل الزمنية	11
3-2 أهداف تحليل السلاسل الزمنية	12
3-3 وصف السلسلة الزمنية	12
3-4 مكونات السلسلة الزمنية	13
3-5 نماذج السلاسل الزمنية الرياضية	13
3-6 مركبة الاتجاه العام	15
3-7 منهجية (*Box- Jenkins*) في تحليل السلاسل الزمنية	19
3-8 خطوات بناء النموذج المناسب للبيانات	29
الفصل الرابع: الجانب التطبيقي	
4-1 تمهيد	34
4-2 السلسلة الأولى (الحوادث البسيطة)	34
4-3 السلسلة الثانية (الحوادث الجسيمة)	46
4-4 السلسلة الثالثة (حوادث الموت)	58
الفصل الخامس: النتائج والتوصيات	
5-1 النتائج	69
5-2 التوصيات	72
المصادر والمراجع	

فهرس الجداول

الرقم	الجدول	الصفحة
(4-1)	حوادث الاذى البسيط من العام 2006 الى 2013 م	35
(4-2)	وصف السلسلة	35
(4-3)	قيم الارتباطات (حوادث البسيط)	37
(4-4)	قيم الارتباطات بعد أخذ الفرق الاول	39
(4-5)	قيم الارتباطات الجزئية بعد أخذ الفرق الاول	40
(4-6)	قيم المعلمات المقدرة	41
(4-7)	نتيجة اختبار Runs test عشوائية الاخطاء	42
(4-8)	التنبؤ بحوادث البسيط للعام 2014	45
(4-9)	حوادث الأذى الجسيم من العام 2006 الى 2013 م	46
(4-10)	وصف السلسلة	47
(4-11)	قيم الارتباطات (الحوادث الجسيمة)	49
(4-12)	قيم الارتباطات الجزئية (الحوادث الجسيمة) بعد أخذ الفرق	51
(4-13)	قيم الارتباطات الجزئية بعد أخذ الفرق	52
(4-14)	قيم المعلمات المقدرة	53
(4-15)	نتيجة اختبار Runs test عشوائية الاخطاء	54
(4-16)	التنبؤ بحوادث الجسيم للعام 2014	57
(4-17)	حوادث الموت من العام 2006 الى 2013 م	58
(4-18)	وصف السلسلة	59
(4-19)	قيم الارتباطات (حوادث الموت)	60
(4-20)	قيم الارتباطات (حوادث الموت) بعد أخذ الفرق الثاني	62
(4-21)	قيم الارتباطات بعد أخذ الفرق الثاني	64
(4-22)	قيم المعلمات المقدرة	65
(4-23)	نتيجة اختبار Runs test عشوائية الاخطاء	66

(4-24)	التنبؤ بحوادث الموت للعام 2014	69

فهرس الأشكال

الرقم	الشكل	الصفحة
(4–1)	اتجاه السلسلة الزمنية (حوادث البسيط)	36
(4–2)	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية	36
(4–3)	اتجاه السلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الاول(حوادث البسيط)	38
(4–4)	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الاول	38
(4–5)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية	39
(4–6)	رسم البواقي عن طريق استخدام الاحتمال الطبيعي Normal Probability Plot	44
(4–7)	رسم البواقى عن طريق إستخدام المضلع التكرارى Histogram	44
(4–8)	اتجاه السلسلة الزمنية	47
(4–9)	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية	48
(4–10)	اتجاه السلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الاول	49
(4–11)	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الاول	50
(4–12)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية	52
(4–13)	رسم البواقى عن طريق إستخدام الإحتمال الطبيعى Normal Probability Plot	56
(4–14)	رسم البواقى عن طريق إستخدام المضلع التكرارى Histogram	56
(4–15)	اتجاه السلسلة الزمنية	59
(4–16)	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية	60
(4–17)	اتجاه السلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الاول	61
(4–18)	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الثانى	62
(4–19)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية	63
(4–20)	رسم البواقى عن طريق إستخدام الإحتمال الطبيعى Normal Probability Plot	68
(4–21)	رسم البواقى عن طريق إستخدام المضلع التكرارى Histogram	69

الفصل الأول

المقدمة

1-1 تمهيد

يعتبر موضوع تحليل السلاسل الزمنية من الموضوعات الإحصائية المهمة في تحليل الكثير من الظواهر، السلسلة الزمنية عبارة عن مجموعة من المشاهدات أخذت على فترات زمنية نتيجة تعقب هذه الظاهرة لفترة زمنية طويلة نسبياً وفي أغلب الأحيان تكون هذه الفترة الزمنية منتظمة.

وتتلخص أهم أهداف تحليل السلسلة الزمنية في الحصول على وصف دقيق للسلسلة الزمنية وبناء نموذج مناسب لتفسير سلوك السلسلة الزمنية وإستخدام النتائج للتنبؤ بسلوك السلسلة الزمنية في المستقبل.

نظراً لما شهده السودان من نمو سكاني ملحوظ وتزايد في عدد المركبات بكل أنواعها نجد أن أهمية الحركة المرورية ودورها في التأثيرات على التطور والتقدم الحضاري في الدول ومالها من أهمية في تحقيق السلامة لحياة المواطنين والحفاظ على أرواحهم لذلك يتطلب علينا بإعداد دراسات وتطبيقات إحصائية على حوادث الحركة المرورية نتيجة لزيادة أعداد المركبات التي تؤدي إلى ضياع حياة المواطنين وغيرها تؤدي إلى الجروح والإصابات المختلفة. مما يجعل المعالجة الإحصائية لحوداث الحركة المرورية وتكوين نموذج أو نماذج إحصائية باستخدام تحليل السلاسل الزمنية يُمكّن الجهات المختصة من تحليل الظاهرة وتحديد اتجاهاتها المستقبلية ووضع الخطط اللازمة لها.

1-2 مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في عدم وجود نموذج بحوادث الحركة المرورية في ولاية الخرطوم، وفي السنوات الأخيرة وفي ظل النشاط الاقتصادي الذي تشهده البلاد نلاحظ بعض التغيرات التي طرأت على الطرق الرئيسية والفرعية وتعبيد عدة طرق أخرى تم تشييدها مما سهل حركة المرور للمواطن ولكن نلاحظ رغم ذلك كثرة الحوادث والتي تتبعها خسارة في الأرواح وأخرى مادية، وهنا تكمن أهمية البحث في تطبيق الأساليب الإحصائية الحديثة للتنبؤ بتلك الحوادث وحتى تضع الجهات المسئولة خطة سليمة لتفادي هذه الخسائر. وعليه فإن نموذج مبني على أساس معلومات سابقة يُعِين الجهات المختصة لتفادي الكثير من الأضرار التي قد تحدث من جهة ومعرفة الاتجاهات المستقبلية للظاهرة ووضع الخطط اللازمة لها.

1-3 أهداف البحث

يهدف البحث إلى اقتراح نماذج توضح حوادث المرور في ولاية الخرطوم باستخدام تحليل السلاسل الزمنية وبناء النموذج يُمكِّن الجهات القائمة على هذه الظاهرة من معرفة كثرة الحوادث المرورية وكيفية تفاديها واتجاهاتها المستقبلية ووضع الخطط اللازمة لها.

1-4 أهمية البحث

تأتي أهمية البحث من خلال إتباع أسلوب علمي متقدم لبناء نموذج إحصائي يمكن الجهات القائمة على الحركة والجهات التخطيطية الأخرى من معرفة ما تؤول إليه الظاهرة في المستقبل (استشراف المستقبل) ووضع الحلول اللازمة للسيطرة على الظاهرة.

1-5 فروض البحث

1. السلسلة الزمنية التي تمثل حوادث المرور(البسيط) هي سلسلة أحادية طبيعية ساكنة.
2. السلسلة الزمنية التي تمثل حوادث المرور(الجسيم) هي سلسلة أحادية طبيعية ساكنة.
3. السلسلة الزمنية التي تمثل حوادث المرور(الموت) هي سلسلة أحادية طبيعية ساكنة.

1-6 حدود البحث

الحد الزماني: الفترة من 2006م – 2013م مأخوذة على أساس شهرى وبذلك سيكون طول السلسلة (96 شهراً).

الحد المكاني: حدود ولاية الخرطوم.

1-7 منهجية البحث

يستخدم البحث المنهج التحليلي الاستنتاجي لبناء نماذج إحصائية معتمداً على النظرية الإحصائية.

1-8 الدراسات السابقة

1. في العام 2006م أعد الطالب أكرم عبد الدائم محمد [1] بحث لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا عن الإصابة بمرض السرطان، وهدف البحث إلى دراسة مرض السرطان في السودان للفترة من يناير 2002م إلى ديسمبر 2004م، وقد بلغت الإصابات في هذه الفترة 10088 حالة، وقد توصل البحث إلى أن النموذج المناسب لتغير عدد من الإصابات بالسرطان في السودان هو نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة الأولى ((MA(1)).

2. في العام 2006م أعد الطالب Ablent Kuany Jok [2] بحث لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا عن الأمطار في ولاية القضارف. وقد هدف البحث إلى إيجاد نموذج مناسب لتغير كمية الأمطار الشهرية في ولاية القضارف. وقد توصل البحث إلى أن النموذج المناسب لتقدير كمية الأمطار الشهرية في ولاية القضارف هو النموذج الموسمي المضاعف (5, 1, 0) × (6, 11, 1) ARIMA
3. في العام 2007م أعد الطالب الشيخ ادريس الطيب [3] بحث لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (دراسة النماذج الإحصائية لإنتاج الطاقة الكهربائية في السودان).

وقد توصل البحث إلى أن النموذج المناسب لتقدير إنتاج الطاقة الكهربائية في السودان هو النموذج ((ARIMA (1, 1, 1)).

وقد أوصى الباحث بأن تقوم الجهات المستفيدة ذات الصلة كالهيئة القومية للكهرباء بتطبيق نماذج تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بالطاقة الكهربائية المستهلكة مستقبلاً وهذا يساعد في التخطيط السليم للمستقبل، وكذلك البحث عن نماذج إحصائية أكثر شمولاً وذلك بمحاولة الحصول على متغيرات أكثر ذات علاقة بإنتاج الكهرباء وإدخالها في النماذج مثل تكلفة الإنتاج وسعر إنتاج الوحدة، وهذا من شأنه أن يجعل التنبؤ أكثر دقة.

4. في العام 2009م أعد الطالب منتصر أحمد عثمان [4] بحث لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بكمية الأمطار في ولاية

كسلا). وقد توصل الباحث من خلال البحث أن كميات الأمطار السنوية في ولاية كسلا خلال الفترة 1960م – 2007م تمثل سلسلة خطية ساكنة.

النموذج المناسب للاستخدام في التنبؤ بكميات الأمطار في ولاية كسلا هو نموذج ((AR (1).

ويمكن استخدام النموذج الذي تم تقديره في التنبؤ بكميات الأمطار في ولاية كسلا لأنه النموذج الأنسب وأن الأخطاء الناتجة من تطبيقه تتبع التوزيع الطبيعي ومستقله.

5. في عام 2009م أعدت الطالبة رشا شمس الدين محجوب [5] بحث لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (تطبيق نماذج بوكس جنكنز للتنبؤ بتكلفة الحالات المحولة بالتأمين الصحي). وقد توصل البحث إلى أن بيانات تكلفة الحالات المحولة من الولايات بالتامين الصحي يمكن تحليلها بواسطة السلاسل الزمنية باستخدام نماذج بوكس جنكنز.

وأن بيانات تكلفة الحالات المحولة من الولايات بالتامين الصحي غير ساكن حيث تحوي اتجاه عام وأصبحت ساكنة بعد أخذ الفرق الأول.

أفضل نموذج لتمثيل بيانات تكلفة الحالات المحولة من الولايات بالتامين الصحي هو ((ARIMA (1, 1, 3) يمكن إستخدام النموذج الذي تم تقديره في التنبؤ بتكلفة الحالات المحولة من الولايات بالتامين الصحي.

6. في العام 2010م أعدت الطالبة انتصار أبو تلة بشير ادريس [6] بحث لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (استخدام تحليل السلاسل الزمنية لبناء نماذج حوادث الحركة بولاية الخرطوم)، وقد هدف البحث إلى اقتراح نموذج يوضح حوادث الحركة في ولاية الخرطوم للفترة من 1993م – 1998م مأخوذة

على أساس شهري، وقد توصل إلى أن السلاسل الزمنية قيد البحث هي سلاسل بعضها مستقرة والبعض الآخر غير مستقر مما تطلب تحويلها إلى سلاسل مستقرة. وأن النموذج الإحصائي لسلسلة الحوادث البسيطة هو نموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Model من الدرجة الأولى ((1) AR) والنموذج الإحصائي لسلسلة الحوادث الجسيمة نموذج الأوساط المتحركة Moving Average Model من الدرجة الثانية ((ARIMA (0, 1, 2) (IMA (1, 2)) والنموذج الإحصائي لحوادث الموت نموذج الأوساط المتحركة Moving Average Model من الدرجة الأولى (,0) ARIMA (1, 1) أو (IMA (1,1)).

1-9 هيكلية البحث

يضم البحث خمسة فصول، الفصل الأول المقدمة يضم التمهيد ومشكلة وهدف وفروض وأهمية وحدود البحث وبعض الدراسات والبحوث السابقة، ويضم الفصل الثاني الإطار النظري لحوادث المرور (أنواعها وأسبابها) ويضم الفصل الثالث تحليل السلاسل الزمنية ويوضح مراحل التحليل ونماذج تحليل السلاسل الزمنية، ويضم الفصل الرابع الجانب العملي، وخصص الفصل الخامس لأهم الاستنتاجات والتوصيات.

الفصل الثاني

حوادث المرور

2-1 أنواع حوادث المرور [1]

تتنوع حوادث المرور بحسب معايير كثيرة منها ما يرتبط بالكيفية ومنها ما يرتبط بالجسامة، ومنها ما يتعلق بالمكان والزمان، ومنها ما يرتبط بالجنسية وبعض الصفات الشخصية للسائقين، ومنها ما يرتبط بأسباب الحوادث.

نجد أن التوزيع بحسب الكيفية أعم وأشمل لذلك سنعرض فيما يلي توضيحاً بسيطاً لكل نوع من أنواع حوادث المرور:

2-1-1 حادث التصادم:

فيه يتم التصادم بين مركبة ومركبة أخرى وهو أكثر من تصادم المركبة بجسم ثابت.

2-1-2 حادث الدهس:

يشمل ذلك المشاة والحيوانات وهناك تباين في عدد الحوادث التي تحدث للمشاة وتلك التي تحدث للحيوانات، ويرجع ذلك لقلة الحيوانات في المدينة.

2-1-3 حوادث الانقلاب:

تعزى هذه الحوادث إلى أسباب كثيرة منها ما يتعلق بالسائق كالسرعة والتخطي غير الصحيح، الانشغال بغير الطريق، وتعاطي المسكرات والمخدرات وهناك أسباب تتعلق بالمركبة.

---

(1) أساليب ووسائل الحد من حوادث المرور (الندوة العلمية الاربعون)، أكاديمية نايف للعلوم الأمنية، الرياض، 1418ه-1997م، مركز الدراسات والبحوث.

2-1-4 الخروج عن الطريق:

ينتج هذا النوع من الحوادث غالباً عن السائق كالنوم، السرحان، المرض المفاجئ، أو الحالة الصحية.

2-2 أسباب حوادث المرور [1]

إن من الأهداف التي ينشدها التحقيق في حوادث المرور معرفة أسباب وقوع الحادث.

والحوادث كنتيجة لأسبابها الناشئة عن تفاعل العوامل المختلفة في مكان وقوع الحادث يمكن إرجاعها إلى:

2-2-1 العنصر البشري:

من المعلوم أن السائق يعد من العوامل المسببة للحوادث المرورية بل أكثرها، وتعد صور تسبب الإنسان في الحوادث باختلاف دوره في الطريق سواءًا كان سائقاً أو راكباً أو ماشياً.

أولاً: السائق:

1. السرعة.
2. الإهمال وعدم المعرفة والتقدير.
3. مخالفة القانون (المخالفات المرورية).
4. تعاطي المخدرات والمسكرات وبعض العقاقير الطبية.

(1) حسن، سيف الدين عوض، نظام المرور في السودان (الواقع والرؤية المستقبلية)، 1999م-2000م، بحث لنيل زمالة أكاديمية الشرطة العليا.

ثانياً: المشاة:

هم عنصر هام في حركة المرور، ومن الصور التي تبين مدى تسبب المشاة في الحوادث:

- عدم استخدام أماكن عبور المشاة.
- عدم الالتزام بالسير على أرصفة الطريق واستخدام نهر الطريق.
- استخدام وسائل النقل العام بأسلوب خاطئ.
- الأسلوب غير الصحيح في الدخول أو الخروج من وإلى الأماكن العامة خاصة ذات الجمهور الضخم.
- إتلاف الأجهزة والمعدات التي تجهز بها الطريق لتنظيم حركة المرور.
- عدم العناية بنظافة الطريق وإلقاء ما من شأنه أن يعيق حركة المرور.
- البيع على الطرقات سواء على الأرصفة أو على الممرات الجانبية.
- الوقوف في منتصف الطريق بحثاً عن وسيلة مواصلات.
- جهل المشاة بمدلول الإشارات الضوئية والخطوط الأرضية والعلامات المرورية عامة وما يخص المشاة خاصة.

ثالثاً: الراكب:

صور الأخطاء التي يقع فيها الراكب:

1. عدم المبالاة أو الاحتياط أثناء ركوب المركبات الكاشفة.
2. عدم الالتزام باستعمال أدوات السلامة.
3. إشغال الراكب للسائق بأمور الوقت غير المناسب لمناقشتها.
4. ركوب عدد أكثر من المطلوب.

2-2-2 الطريق:

إن السلامة المرورية في الطريق لا تعتمد فقط على العامل البشري فقد يكون لسوء تصميم الطريق أو إنشاؤه أو تجهيزه بمعدات الأثر السيئ على سلامة المرور.

ومن صور الأسباب التي ترجع للطريق:

- القصور في تصميم الطريق.
- المنحنيات الحادة أو المرتفعات أو المنحدرات.
- الإشغالات الكثيرة الموجودة على الطريق.
- غياب وسائل التحكم من وسائل إشارات ضوئية علامة ولوحات تحذير مرورية وغيرها.
- سوء إنارة الطريق.

2-2-3 المركبة:

- المركبة آلة صماء مسخرة حسب الاستعمال، وتعتبر من العناصر المسببة للحادث المروري.
- عدم تزويد المركبة بوسائل السلامة والأمان كأحزمة الأمان وأبواب الطوارئ التي تستخدم لإنقاذ الركاب عند وقوع حوادث المرور.
- التصميم غير الصحيح للمركبة.

2-2-4 عوامل بيئية:

وهذه العوامل يمكن أن يكون لها دور في وقوع حوادث المرور وخاصة الرياح الشديدة والعواصف.

الفصل الثالث

السلاسل الزمنية

3-1 تعريف السلاسل الزمنية

تعرف السلسلة الزمنية عادة بأنها عبارة عن فئة أو سلسلة من المشاهدات أو الأحداث المتتابعة لظاهرة معينة مأخوذة على فترات محددة من الزمن عادة تكون فترات متساوية وفقاً لحدوثها (سنة، فصل، شهر، أسبوع، يوم، ... إلخ).

فمثلاً إذا كان Y_i حيث $(i= 1, 2, ..., n)$ عبارة عن مشاهدات متتابعة لظاهرة معينة وقعت في الزمن (t_i) حيث $(i=1, 2, ..., n)$ مما يعني أن هناك سلسلة من المشاهدات Y_i مرتبة وفق زمن الحدوث (t_i) وهي عبارة عن أزواج مرتبة، أي:

$$(t_1 , Y_1), (t_2\ Y_2) , \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots , (t_n , Y_n)$$

ففي حالة بيانات هذه الدراسة فالمشاهدات عبارة عن معدلات حوادث المرور في ولاية الخرطوم للسنوات 2006-2013م

الشهر	يناير 2006	فبراير 2006	مارس 2006	.....	.....	.....	ديسمبر 2013
عدد الحوادث	396	408	463	.....	.....	.....	398

3-2 أهداف تحليل السلاسل الزمنية

1) لتحديد طبيعة الظاهرة من خلال المشاهدات المتتابعة.
2) إنشاء نموذج لتفسير وشرح سلوك السلسلة بدلالة متغيرات أخرى بربط القيم المشاهدة ببعض قواعد السلسلة.
3) التنبؤ بسلوك السلسلة في المستقبل وذلك اعتماداً على معلومات الماضي.
4) التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية.

3-3 وصف السلسلة الزمنية

يتم وصف السلسلة الزمنية عادة عن طريق تمثيلها بيانياً بغرض الحصول على صورة عامة وواضحة لسلوك السلسلة في الفترات الزمنية المختلفة، ويكون المحور الأفقي ممثلاً للزمن والمحور الرأسي للحوادث.

وفي هذه الدراسة سيكون المحور الأفقي ممثلاً للشهور من 2006-2013م أما المحور الرأسي فيمثل عدد حوادث المرور بولاية الخرطوم للشهور المذكورة.

ونتعرف من الرسم البياني على الأمور التالية:

1) يمكن تحديد اتجاه السلسلة من حيث هل هي متزايدة، متناقصة أم ثابتة.
2) التعرف على القيم المتطرفة في السلسلة الزمنية، والتغيرات المتكررة ووصف هذه التغيرات.
3) معرفة العلاقة بين الفترات التي يكون فيها لهذه السلسلة قمة (قيمة عظمى) وقاع (قيمة صغرى).
4) توضيح مدى خشونة السلسلة ومدى ترابط قيم السلطة مع بعضها البعض.

3-4 مكونات السلسلة الزمنية

تصنف المتغيرات التي تؤثر في السلسلة الزمنية إلى صنفين هما:

أولاً: التغيرات المنتظمة:

وهي التغيرات التي يتكرر ظهورها في السلسلة في مواضع ذات صفات محددة، وتقسم هذه التغيرات إلى:

(أ) مركبة الاتجاه العام، ويرمز لها: long Trend (T)

(ب) المركبة الدورية "التغيرات الدورية": Cyclical Movements (M)

(ج) المركبة الموسمية "التغيرات الموسمية": Seasonal Movements (S)

ثانياً: التغيرات الغير منتظمة:

تغيرات عرضية أو عشوائية Irregular or Random Variation (I)

3-5 نماذج السلاسل الزمنية الرياضية

كما نعلم أن مكونات السلسلة الزمنية هي مركبة الاتجاه العام (T)، والمركبة الفصلية (S)، والمركبة الدورية (C)، والمركبة العشوائية (I).

والغرض الأساسي من تحليل السلاسل الزمنية هو تفكيك السلسلة إلى أجزاءها الأساسية التي تعكس الاتجاه العام والحركات الدورية والحركات الشاذة، ولذلك فإننا نحاول إظهار مقدار كل منها على حدة.

هنالك عدة نماذج رياضية تصف السلسلة الزمنية، من أبرزها النموذج الضربي والنموذج الجمعي.

3-5-1 النموذج الضربي

في النموذج الضربي نفترض أن متغير السلسلة الزمنية Y_t هو عبارة عن حاصل ضرب المتغيرات (T, C, S, I)، أي أن:

$$Y_t = T_t \times C_t \times S_t \times I_t$$

ويمكن الحصول على تقدير لإحدى المركبات أو أكثر كالآتي:

$$Y_t/(T_t \times S_t) = C_t \times I_t$$

أو:

$$Y_t/T_t = S_t \times C_t \times I_t$$

ويستعمل هذا النموذج في الحالات التي تكون فيها المركبات (S, C, I) معطاة أو مطلوبة على صورة نسب أو أرقام قياسية بدلاً من قيم موجبة أو سالبة، حيث (T, S, C, I) ترمز للتغيرات الغير منتظمة، والتغيرات الدورية، والتغيرات الموسمية، ومركبة الاتجاه العام بالترتيب.

3-5-2 النموذج الجمعي:

أما النموذج الجمعي يفترض أن التأثيرات منفصلة وذات خاصية جمعية، والمتغيرات مستقلة عن بعضها البعض، بمعنى أن حدوث أحدها لا يؤثر في حدوث المركبات الأخرى، وأن وحدات القياس لكل المركبات يشابه وحدة القياس لـــY_t.

إذن النموذج الجمعي هو:

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t$$

أما فصل المركبات عن بعضها البعض في النموذج الجمعي فيتم عن طريق الطرح، فمثلاً:

$$S_t = Y_t - (T_t + C_t + I_t)$$

3-6 مركبة الاتجاه العام

3-6-1 تعريف:

مركبة الاتجاه العام هو الخط الذي تسلكه بيانات السلسلة الزمنية في فترة زمنية طويلة نسبياً، وهي التغيرات التي تحدث مع التغير في الزمن.

والاتجاه العام يحدد صفة تزايد السلسلة الزمنية أو تناقصها أو ثباتها، ولهذا فإن الاتجاه العام للسلسلة الزمنية يوضح نمو السلسلة أو انكماشها.

وهنالك عدة عوامل تتغير مع الزمن وتكون سبباً في تحديد اتجاه السلسلة الزمنية، وأهم هذه العوامل هي:

1) التغير في الحجم والمواصفات الديموغرافية والتوزيع الجغرافي للسكان.
2) التطورات التقنية في البلد.
3) التطورات الاقتصادية.
4) التغيرات التدريجية في عادات وتصرفات الأفراد والمجتمعات.

وهذا بشكل عام ينطبق على أي خط اتجاه عام بالإضافة إلى عوامل أخرى قد تظهر مع سلسلة معينة أخرى.

3-6-2 طرق تقدير مركبة الاتجاه العام

هنالك عدة طرق لوصف وتقدير مركبة الاتجاه العام، منها:

1) طريقة الرسم البياني Scattered Method
2) طريقة المتوسطات المتحركة Moving Average
3) طريقة المربعات الصغرى Least Square method
4) طريقة التجزيء النصفي Half Split Method

سنتناول بدون تعمق وبدون الخوض في التفاصيل تعريف كل طريقة من الطرق أعلاه، وكذلك كيفية تقدير مركبة الاتجاه العام.

أولاً: طريقة الرسم البياني:

في هذه الطريقة يمكن تقدير خط الاتجاه العام بيانياً برسم خط أو منحنى ممهد باليد على ورق الرسم البياني، وقد يكون خط الاتجاه العام خط مستقيم أو منحنى يتوسط النقاط الحقيقية.

من مميزات هذه الطريقة أنها سريعة وسهلة التنفيذ.

أما من عيوبها فإنها تخضع للحكم الشخصي ولا تخضع لأي اعتبارات موضوعية، أي أن التقدير قد يختلف من شخص لآخر.

ثانياً: طريقة المتوسطات المتحركة:

الهدف الأساسي من إيجاد مركبة الاتجاه العام بطريقة المتوسطات المتحركة هو تقدير هذه المركبة عند النقاط الزمنية المختلفة، وكذلك التخلص من خشونة السلسلة الزمنية وتنعيمها، وذلك بالتخلص من التغيرات قصيرة المدى، ثم

تمثيلها بيانياً ومقارنتها مع السلسلة الأصلية، أما إيجاد معادلة الاتجاه العام ليس هو الهدف من هذه الطريقة.

عيوب هذه الطريقة:

1) فقدان بيانات في بداية ونهاية السلسلة الزمنية، لذلك لا تعطي تقديرات لمركبة الاتجاه العام عند أطراف السلسلة الزمنية الأصلية.
2) إذا كانت تغيرات الدورة غير منتظمة في سعتها وطولها فإن المتوسطات المتحركة لن تعطي صورة واضحة عن الاتجاه العام.
3) إذا كان الاتجاه العام ليس خطياً فإن المتوسطات المتحركة تؤدي إلى مركبة اتجاه منحازة عن القيم الواقعية.

لتلافي العيوب المذكورة أعلاه، وخاصة تحيز المتوسطات المتحركة خاصة في الحالات التي يكون فيها الاتجاه العام غير مستقيم، نلجأ إلى الطريقة الثالثة لتقدير خط الاتجاه العام.

ثالثاً: طريقة المربعات الصغرى:

يمكن استخدام هذه الطريقة لتحديد خط الاتجاه العام، وهي عبارة عن علاقة بين متغيرين.

ذكرنا فيما سبق أن البيانات أو المشاهدات عبارة عن سلسلة من القيم مرتبة وفق حدوثها، أي أنها زوج مرتب المشاهدة Y_i مع الزمن t_i ، إذن هناك سلسلة من البيانات كالآتي:

$$(t_1 , Y_1) , (t_2 , Y_2) , \dots\dots\dots\dots , (t_n , Y_n)$$

مما يعني أن هناك علاقة دالية بين $(Y= f(t)); (t_i , Y_i); (i= 1, 2, \dots, n)$.

ويمكن تحويل هذه العلاقة إلى علاقة رياضية كالآتي:

$$Y_t = a + bt_i$$

حيث:

Y_i يمثل معدل حوادث المرور ويعرف بالمتغير المعتمد.

t_i يمثل الزمن المتغير المستقل.

a (ثابت) الجزء المقطوع من المحور الرأسي.

b يمثل معامل الزمن.

وبافتراض أن هناك متغيرات أخرى تؤثر في معدل الحوادث غير محددة، وتعرف بالمتغيرات العشوائية (مقدار الخطأ) ويرمز له بالرمز (U) فتضاف للنموذج، فيصبح كالآتي:

$$Y_i = \mathrm{a} + b\ t_i + \ U_i$$

والنموذج أعلاه يعرف بنموذج الانحدار الخطي البسيط، وهذا النموذج يتم تقديره بعد الحصول على القيم المقدرة للمعالم $(a,\ b)$، حيث:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i t_i - n\overline{t\ Y}}{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{t}$$

رابعاً: طريقة التجزيء النصفي:

في هذه الطريقة تقسم البيانات إلى قسمين متساويين ويحسب متوسط كل قسم $\bar{Y}_1\ ,\bar{Y}_2$ ومعادلة الاتجاه العام المقدرة هي:

$$\hat{Y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\,(t - t_{\hat{\alpha}})$$

$$\hat{\alpha} = \bar{Y}_1$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1}{m}$$

حيث:

$t_{\hat{\alpha}}$: وحدة الزمن التي تقابل منتصف الفترة للقسم الأول

m : المسافة من منتصف القسم الأول حتى منتصف القسم الثاني.

3-7 منهجية (*Box- Jenkins*) في تحليل السلاسل الزمنية:

تمهيد:

تحليل السلاسل الزمنية باستخدام نماذج (ARIMA) ذو المتغير الواحد هو أسلوب استخراج التغيرات المتوقعة للبيانات المشاهدة، حيث تتجزأ السلسلة الزمنية إلى عدة مكونات (عناصر) تسمى ثلاثة مرشحات خطية؛ مرشح السكون "المتكامل" Integrated Filter، مرشح الانحدار الذاتي Autoregressive Filter، ومرشح المتوسطات المتحركة Moving Averages.

ويتم تطبيق نماذج (ARIMA) فقط على السلاسل الساكنة.

3-7-1 سكون السلاسل الزمنية:

لاستخدام السلسلة الزمنية في التحليل والتنبؤ لا بد أن تكون السلسلة في حالة سكون (استقرار)، ويطلق على السلسلة أنها ساكنة إذا تحقق الآتي:

1) ثبات الوسط الحسابي.
2) ثبات التباين.
3) دالة الارتباط الذاتي تعتمد على الفجوة الزمنية (s, t) فقط $(t > s)$

أي أن:

$$E(Z_t) = \mu$$

$$Var(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2$$

$$\rho_{(s,t)} = \frac{Cov\,(Z_t\,, Z_s)}{Var(Z_t)} = \frac{E(Z_t - \mu)(Z_s - \mu)}{\sigma^2}$$

ويعتمد الارتباط الذاتي فقط على الفجوة الزمنية $(t\text{-}s)$.

ويتم إجراء تحويل مناسب للسلسلة الزمنية في حالة عدم ثبات التباين (عدم سكون السلسلة) وهناك عدة طرق للتحويل منها، تحويل لوغريثمي، وتحويل الجذر التربيعي.

كما تستخدم طريقة الفروق (Differences) لإزالة تأثير الاتجاه العام من السلسلة الزمنية، حتى تستقر السلسلة الزمنية.

3-7-2 نماذج الانحدار الذاتي من الرتبة الأولى *First Order Autoregressive Model AR (1)*

إذا كانت بيانات سلسلة زمنية ساكنة تتولد وفق عملية انحدار ذاتي من الرتبة الأولى فإن Z_t المشاهدة الحالية للسلسلة دالة خطية في المشاهدة السابقة لها، Z_{t-1} (تعتمد Z_t على Z_{t-1} مع وجود متغير عشوائي مستقل a_t.

$$Z_t = \emptyset_1 Z_{t-1} + a_t \qquad (1\text{-}3)$$

حيث $\emptyset_1$ معلمة الانحدار الذاتي والتي تصف أثر المتغير Z_{t-1} بوحدة واحدة على Z_t وأن a_t متغير عشوائي مستقل يتبع التوزيع الطبيعي بوسط يساوي صفر وتباين σ^2 (ثابت) وأن a_t مستقل عن Z_{t-1}.

$$E(a_t) = 0$$

$$E(a_t\,, a_s) = \sigma_a^2 \quad ,\forall\, t = s$$

$Or \quad E(a_t\,, a_s\,) = 0 \quad ,\forall\, t \neq s$

$\&\quad E(a_t\,, Z_{t-1}\,) = 0$

ملاحظة:

أن المتغير Z_t هو عبارة عن انحرافات المشاهدات عن الوسط الحسابي

$$Z_t = Y_t - \mu$$

$$Y_t = (1 - \emptyset_1)\mu + \emptyset_1 Y_{t-1} + a_t \qquad (2\text{-}3)$$

المشاهدات Y_t حيث: μ تمثل الوسط الحسابي، الجزء المقطوع (ثابت) $(1 - \emptyset_1)\mu$

3-7-3 خواص نماذج AR (1)

1) السكون:

ينطبق على النموذج شروط السكون، حيث نجد أن المتوسط والتباين ثابتين.

$$E(Z_t) = E(\emptyset_{t-1} + a_t)$$

$$= \emptyset_1 E(Z_{t-1}) + E(a_t)$$

$$= \emptyset_1 E(Z_{t-1}) + 0 = 0$$

وذلك لأن:

$$E(Z_t) = E(Y_t - \mu) = 0\,, + E(a_t) = 0$$

$$var\,(Z_t) = E(Z_1^2) = E(\emptyset_t Z_{t-1} + a_t)^2$$

$$= \emptyset_1^2 E(Z_{t-1})^2 + E(a_t)^2$$

$$= \emptyset_1^2 var\,(Z_t) + \sigma_a^2$$

$$\Longrightarrow var(Z_t) - \emptyset_1^2\, var(Z_t) = \sigma_a^2$$

$$\Longrightarrow var(Z_t)\,(1 - \emptyset_1^2\,) = \sigma_a^2$$

$$\Longrightarrow var(Z_t) = \frac{\sigma_a^2}{(1 - \emptyset_1^2\,)} \qquad (3\text{-}3)$$

وبما أن التباين دائماً له قيمة موجبة ولا يكون سالباً إذاً لا بد أن تكون $\emptyset_1^2 < 1$ أي أن:

$$var(Z_t) = \lambda_0 = \frac{\sigma_a^2}{(1 - \emptyset_1^2)} \quad , \quad |\emptyset_1| < 1$$

وهذا يعني إذا كانت $\emptyset_1$ أكبر من واحد، فالتباين سيكون سالباً، وكذلك إذا كانت $\emptyset_1$ أكبر أو يساوي واحد لأصبح التباين لا نهائي، وهذا يخالف شروط السكون لذا دائما $\emptyset_1 < 1$ ، وهذا القيد مهم لتحقيق شروط السكون.

2. التغاير الذاتي Auto Covariance

الذاتي للمتغير Z_t عند فجوة زمنية مقدارها واحد ويرمز له بالرمز λ_1 هو التغاير بين Z_t , Z_{t-1} ويساوي:

$$\lambda_1 = cov\,(Z_t, Z_{t=1}) = E\,(Z_t\,, Z_{t=1}) - E(Z_t)E\,(Z_{t-1})$$

$$= E\,(Z_t\,, Z_{t=1}) = E\{(\emptyset_1 Z_{t-1} + a_t)Z_{t-1}\}$$

$$= \emptyset_1 E\,(Z_{t-1})^2 + E\,(a_t Z_t) = \emptyset_1 \lambda_0 + 0$$

$$\Longrightarrow \lambda_1 = \emptyset_1 \lambda_0$$

$$\therefore E\,(a_t Z_{t-1}) = 0$$

لأن a_t , Z_{t-1} مستقلتين

وباستخدام المعادلة (3-3)

$$\lambda_1 = \emptyset_1 \frac{\sigma_a^2}{(1 - \emptyset_1^2)} \qquad (4\text{-}3)$$

التغاير الذاتي عند فجوة زمنية مقدارها (2)

$$\lambda_2 = cov\,(Z_t\,, Z_{t-2}) = E\,(Z_t\, Z_{t-2}) = \emptyset_1^2 \lambda_1$$

التغاير الذاتي عند فجوة زمنية مقدارها (3)

$$\lambda_3 = cov\,(Z_t\,, Z_{t-3}) = E\,(Z_t\,Z_{t-3}) = \emptyset_1^3\lambda_2$$

وبصورة عامة يمكن التعبير عن λ_k حيث $k= 1, 2, \ldots$

$$\lambda_k = \emptyset_1^k\lambda_{k-1}$$

3. معامل الارتباط الذاتي Autocorrelation Coefficient

الارتباط الذاتي عند فجوة زمنية مقدارها (k) هو النسبة بين التغاير عند فجوة زمنية (k) والتباين:

$$\rho = \lambda_k/\lambda_0 = \left(\emptyset_1^k\lambda_{k-1}\right) = \left[\emptyset_1\emptyset_1^{k-1}\lambda_0\right]/\lambda_0 = \emptyset_1^k \quad , k > 0$$

4. دالة الذاكرة Memory Function:

إن معامل الذاكرة يقيس أثر الخطأ العشوائي (a_t) في الماضي على المشاهدة الحالية، ومعامل الذاكرة عند فجوة زمنية مقدارها واحد هو اثر المتغير العشوائي (a_{t-1}) على المشاهدة الحالية (Z_t).

وهكذا يمكن التعبير عن ذاكرة النموذج AR (1) بدلالة المتغيرات العشوائية السابقة كالآتي:

$$= \emptyset_1^2 Z_{t-2} + \emptyset_1 a_{t-1} + a_t$$

$$= \emptyset_1^3 Z_{t-3} + \emptyset_1^2 a_{t-2} + \emptyset_1 a_{t-1} + a_t$$

. . .

. . .

. . .

$$= a_t + \emptyset_1 a_{t-1} + \emptyset_1^2 a_{t-2} + \emptyset_1^3 a_{t-3} + \cdots$$

أو: $$Z_t = \sum_{k=0}^{\infty} \emptyset_1^k a_{t-k}$$

وبهذا يمكن اعتبار أن AR(1) له ذاكرة لا نهائية، ولكن تقيداً بشروط السكون فإن $|\emptyset_1| < 1$ مما يجعل تأثير المتغيرات العشوائية تتضاءل كلما طالت الفترة الزمنية. وبهذا فإن معامل الذاكرة هو a_{t-1}، وهذا يتفق مع الواقع، فتأثير مشاهدات الماضي القريب أكثر تأثيراً من مشاهدات الماضي البعيد.

3-7-4 نماذج انحدار ذاتي من رتبة أعلى Autoregressive Models with High Order

يمكن كتابة Z_t لتحتوي على مشاهدات أخرى حدثت في فترات سابقة ولها تأثير على المشاهدة الحالية Z_t، في هذه الحالة يسمة بنموذج انحدار ذاتي ذو رتبة (p)، أي AR(p).

فمثلاً AR(2) على الصورة

$$Z_t = \emptyset_1 Z_{t-1}\ \emptyset_2 Z_{t-2} + a_t \qquad (5\text{-}3)$$

حيث $\emptyset_1, \emptyset_2$ معامل انحدار ذاتي ذو رتبة $(p=2)$ ويمكن كتابة (7) بدلالة المشاهدات الفعلية:

$$Y_t - \mu = \emptyset_1(Y_{t-1} - \mu) + (Y_{t-2} - \mu) + a_t$$

$$Y_t = (1 - \emptyset_1 - \emptyset_2)\,\mu + Y_{t-1} + Y_{t-2} + a_t$$

بوضع $\delta = (1 - \emptyset_1 - \emptyset_2)\,\mu$

$$Y_1 = \delta + Y_{t-1} + Y_{t-2} + a_t \qquad (6\text{-}3)$$

و(δ) هو مقدار الجزء المقطوع (ثابت).

وبصورة عامة يمكن كتابة النموذج من الرتبة (p) كالآتي:

$$Z_t = \emptyset_1 Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-2} + \cdots + a_t \qquad (7\text{-}3)$$

3-7-5 نماذج المتوسطات المتحركة Moving Average models MA (q)

النموذج الذي يعبر عن المشاهدة الحالية (Z_t) بدلالة المتغيرات العشوائية $(a_t, a_{t-1}, \dots, a_{t-q})$، أي أن (Z_t) دالة خطية في المتغيرات العشوائية، ويطلق عليه نموذج متوسط متحرك ذو رتبة (q) وتكتب بالصورة الآتية:

$$Z_t = -\theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} - a_t$$

أو:

$$Y_1 = \mu - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

وذلك لأن $(Z_t = Y_t - \mu)$

3-7-6 نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة الأولى MA (1)

في هذا النموذج العلاقة بين المشاهدة الحالية (Z_t) والأخطاء العشوائية (a_t) الحالي والسابق (a_{t-1}) فيتم حذف (Z_{t-1}) المشاهدة السابقة، فيكتب النموذج على الصورة التالية:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

حيث (θ_1) هي معلمة المتغيرات المتحركة (قيمة ثابتة)، و(a_t)، و(a_{t+1}) متغيرات عشوائية حالية وسابقة وهي مستقلة عن بعضها البعض ولها توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين (σ_a^2)، أي أن:

$$E(a_t) = 0$$

$$E(a_t, a_s) = \sigma_a^2 \quad , \quad \forall\ t = s$$

Or: $E(a_t, a_s) = 0 \ , \ \forall\ t \neq s$

& $E(a_t, Z_{t-1}) = 0$

3-7-7 خواص ومميزات نماذج MA(1)

1. المتوسط والتباين:

بما أن:

$$\mathcal{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

$$E(\mathcal{Z}_t) = (a_t - \theta_1 a_{t-1}) = 0$$

$$V(\mathcal{Z}_t) = V(a_t - \theta_1 a_{t-1}) = E\,(a_t - \theta_1 a_{t-1})^2$$

$$= E[a_t^2 + \theta_1^2 {a_{t-1}}^2]$$

$$= \sigma_a^2 + \theta_1^2 \sigma_a^2 = (1 + \theta_1^2)\sigma_a^2$$

2. التغاير الذاتي:

$$\lambda_0 = cov\,(\mathcal{Z}_t\,, \mathcal{Z}_{t-1}) =$$

$$E\,(\mathcal{Z}_t\,, \mathcal{Z}_{t-1}) - E(\mathcal{Z}_t)\,E(\mathcal{Z}_{t-1}) = E(\mathcal{Z}_t, \mathcal{Z}_{t-1}) - 0$$

لأن:

$$E(\mathcal{Z}_t) = E(\mathcal{Z}_{t-1}) = 0$$

$$\lambda_1 = E\,[(a_t - \theta_1 a_{t-1})(a_{t-1} - \theta_1 a_{t-2})] = -\theta_1 \sigma_a^2$$

$$\lambda_1 = cov\,(\mathcal{Z}_t\,, \mathcal{Z}_{t-2}) = E\,(\mathcal{Z}_t\,, \mathcal{Z}_{t-1}) - E(\mathcal{Z}_t)\,E(\mathcal{Z}_{t-2}) = E(\mathcal{Z}_t, \mathcal{Z}_{t-2}) = 0$$

$$\therefore \lambda_2 = 0$$

3. معامل الارتباط لـــMA(1)

$$\rho_k = \lambda_k/\lambda_0$$

$$\rho_1 = \lambda_1/\lambda_0 = (-\theta_1\sigma_a^2)/\left(1 + \theta_1^2\right)\sigma_a^2 = -\theta_1/(1 + \theta_1^2)$$

$$\rho_2 = 0$$

$$\rho_k = -\theta_1/(1 + \theta_1^2) \quad , \; if\; k = 1$$

$$\rho_k = 0 \; , \; if\; k > 1$$

4. دالة الذاكرة Memory Function

من تعريف معامل الذاكرة نجد أن تأثير المتغير العشوائي (a_t) يدوم لفترة واحدة فقط من نموذج *MA (1)* وهو معامل (a_{t-1}) الذي يساوي $(-\theta_1)$.

3-7-8 نموذج المتوسطات المتحركات من رتبة أعلى [*MA(q)*]

يمكن التوسع في نموذج MA(1) حتى الرتبة (q)، MA*(q)* و $q > 0$، ويكتب على الصورة:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$

وهذا يعني أن تأثير المتغير العشوائي (a_t) يستمر حتى (q) من الفترات.

3-7-9 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة *ARMA(p, q)*

تكتب نماذج ARMA*(p, q)* بالصيغة التالية:

$$= a_{t-q} + \cdots - \theta_q a_{t-2} - \theta_2 a_{t-1} - \theta_1 a_t Z_{t-p} \emptyset_p Z_{t-2} + \cdots - \emptyset_2 Z_{t-1} \emptyset_1 Z_t$$

حيث (p) تشير إلى عدد معالم الانحدار الذاتي و(q) إلى معالم المتوسطات المتحركة.

ومن فوائد النموذج المختلط أنه يؤدي إلى تخفيض في معالم النموذج.

3-7-10 خواص ومميزات *ARMA(1,1)*

يمكن إيجاد كل من المتوسط والتباين لهذا النموذج

1) المتوسط:

$$E(Z_t) = E[-\emptyset_1 Z_{t-1} - \theta_2 a_{t-1} + a_t] = 0$$

2) **التباين:**

$$\lambda_0 = V(Z_t) = E(Z_t)^2 = E\,(\emptyset_1 Z_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t)^2$$

$$= [(1 + \theta_1^2 - 2\theta_1\emptyset_1)\delta_a^2]/(1 + \emptyset_1^2)^2$$

3) **التغاير الذاتي:**

$$\lambda_s = cov\,(Z_t\,, Z_{t-2}) = E\,(Z_t\,, Z_{t-s}) - E(Z_t)\,E(Z_{t-s})$$

$$\lambda_s = \left[(1 - \theta_1\emptyset_1)(\emptyset_1 - \theta_1\sigma_a^2)\right] \quad if\ s = 1$$

Or

$$\lambda_s = \left\{\emptyset_1\ \lambda_{s-1} = \emptyset_1^{k-1}\ \lambda_1\right\} \quad if\ s = 2, 3, \dots, n/2$$

4) **الارتباط الذاتي:**

$$\rho_s = \frac{\lambda_s}{\lambda_0} = \frac{[(1 - \emptyset_1\theta_1)(\emptyset_1 - \theta_1)]}{\left[1 + \theta_1^2 - 2\emptyset_1\theta_1\right]} \quad if\ s = 1$$

$$\rho_s = \emptyset_1\rho_{s-1} = \emptyset_1^{k-1}\,\rho_1 \quad if\ s = 2, 3, \dots, n/2$$

5) **شروط السكون:**

تعتبر ARMA(1, 1) ساكنة عند تحقيق الشروط التالية:

1. $|\emptyset_1| < 1 \quad , \ |\theta_1| < 1$
2. $|\emptyset_1 \pm \theta_1| < 1$

6) **معالم الذاكرة:**

إن نماذج ARMA(1, 1) تتمتع بذاكرة طويلة ولكن بتطبيق شروط السكون المذكورة أعلاه تكون معالم الذاكرة $\emptyset_1 - \theta_1$.

ويمكن توسيع نموذج ARMA (1, 1) إلى رتب أعلى $\left[ARMA(p,q)\text{ و}\ p > 1\ , q > 1\right]$ ويمكن إيجاد خواص ومميزات النموذج.

3-7-11 نماذج ARIMA (p, d, q)

كما نعلم أنه لا يمكن تطبيق نماذج ARMA (p, q) إلا في حالة عدم سكون السلسلة، ولتسكين السلسلة الغير ساكنة يجب أخذ فروق للسلسلة، ويسمى النموذج في هذه الحالة بنموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ARIMA (p, d, q) حيث تشير (p) إلى رتبة الانحدار الذاتي، و(d) إلى الفروق، و(q) إلى رتبة المتوسطات المتحركة وأن $W_t = \emptyset^{-1}(B)\theta(B)a$ هي الصورة العامة لنماذج ARIMA (p, d, q) وأن $W_t = \nabla^d Z_t$ حيث ∇^d هو عامل الفروق المتتالية لفروق الفروق، وأن $W_t = \nabla^t Z_t = \nabla Z_t$ هو الفرق الأول، أي يمكن كتابته على الصورة $W_t = \nabla^t Z_t = Z_t - Z_{t-1}$، وأن (B) هو مشغل (عامل) الإزاحة للخلف (*Backward shift Operator*)، $BZ_t = Z_{t-1}$ و $B^k = Z_{t-k}$.

3-8 خطوات بناء النموذج المناسب للبيانات:

تمهيد:

لاختيار النموذج المناسب (الأفضل) من نماذج ARIMA (p, d, q) للبيانات المشاهدة وفق منهجية بوكس جنكنز يتم عبر خطوات مهمة وضروري، وذلك بعد التأكد من سكون السلسلة الذي يتضح سكونها أم لا من خلال رسم السلسلة، فإذا تبين أن المتوسط والتباين ثابتين، فهذا يعني سكون السلسلة، أما في حالة عدم سكون السلسلة يتم أخذ التحويلات والفروق المناسبة لتسكين السلسة الذي يؤدي إلى ثبات المتوسط والتباين.

وخطوات بناء النموذج المناسب هي:

أولاً: تحديد (تمييز) النموذج:

يم تحديد النموذج المناسب من نماذج ARIMA (p, d, q) ورتبته باستخدام دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي، وفي حالة عدم التمكن أو التأكد من تحديد النموذج نلجأ إلى استخدام معيار الإعلام الذاتي (AIC).

$$AIC = n \ln \sigma_a^2 + 2k$$

حيث (k) هو رتبة النموذج، وقيمة (k) تحدد في حالة المشاهدات الفعلية $k= p+d+q+1$.

أما في حالة انحراف المشاهدات الفعلية عن وسطها الحسابي فإن $k= p+d+q$.

وبهذا المعيار يمكننا تحديد النموذج المناسب للبيانات وهو النموذج الذي يعطي أقل قيمة AIC.

ثانياً: تقدير معالم النموذج:

بعد تحديد النموذج المناسب يتم تقدير معالم النموذج؛ أي إيجاد قيم كل من $(\delta, \theta_1, \dots, \theta_q)$، $(\emptyset_1, \dots, \emptyset_p)$. وذلك باستخدام بيانات السلسلة $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$.

وهناك طرق عديدة لتقدير معالم النموذج: العزوم، وطريقة المربعات الصغرى الشرطية، وطريقة الإمكان الأعظم. وفي هذا البحث سنعتمد لتقدير المعالم على برنامج *Minitab*.

ثالثاً: تشخيص واختبار النموذج:

تمهيد:

بعد تحديد النموذج والحصول على تقديرات المعالم يتم إجراء اختبارات على البواقي بغرض التأكد من تحقيق فروض الخطأ، وهي أن a_t متغير عشوائي مستقل له توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين σ_a^2 أي $a_t \sim IIN\ (0, \sigma_a^2)$.

وفي حالة تحقق الشروط أعلاه في النموذج مما يعني أن النموذج مناسب للبيانات، أما إذا لم تتحقق كلها أو بعضها يتطلب المراجعة وإعادة الخطوات مرة أخرى حتى الوصول إلى النموذج المناسب.

بعض طرق الاختبارات:

1) اختبار بوكس– بيرس Q(Box- Pierce Test):

يختبر فرض العدم القائل: أن قيم الأخطاء (البواقي) المقدرة للنموذج مستقلة (عشوائية)، مقابل الفرض البديل القائل: أن قيم الأخطاء (البواقي) المقدرة لنموذج غير مستقلة (غير عشوائية).

أي أن:

$$H_0: \rho_s(a_t) = 0$$

$$H_0: \rho_s(a_t) \neq 0$$

ويتم حساب الإحصاءة Q كالآتي:

$$Q = n^* \sum_{s=1}^{m} r_s^2\ (\hat{a}_t) \quad ; \qquad m = n/2$$

ثم يتم مقارنة Q مع x^2 فإذا كانت قيمة $Q \leq \chi^2_{(m-p-d-q)\alpha}$ نقبل الفرض الصفري (فرض العدم) وأن البواقي عشوائية مستقلة، مما يعني أن النموذج مناسب.

2) طريقة اختبار عشوائية البواقي Runs Test

يستخدم هذا الاختبار لتحديد ما إذا كانت البواقي عشوائية، وهذا اختبار لا معلمي ويعطي ترتيب البواقي أدنى المتوسط أو أعلى المتوسط، فإذا كانت عدد الأرقام أدنى المتوسط أكثر من أعداد الأرقام أعلى المتوسط، في هذه الحالة فإن الاختبار معنوي؛ مما يدل على أن البواقي عشوائية.

وهناك طرق ووسائل أخرى تستخدم في اختبار عشوائية البواقي، واختبار التوزيع الطبيعي للبواقي.

رابعاً: التنبؤ Forecasting:

بعد إجراء الخطوات الثلاث السابقة نصل إلى الخطو الأخيرة والمهمة والتي تعتبر ثمار الخطوات السابقة، وهي التنبؤ. فإن النموذج أصبح النموذج المناسب المعتمد اجتاز كل الاختبارات ويمكن استخدامه في التنبؤ بالقيم المستقبلية.

كما نعلم أن Z_n هي المشاهدة الحالية للسلسلة في الزمن الحالي (n) وأننا نريد أن نتنبأ بقيمة المشاهدة Z_{n+h} التي ستحدث في الزمن $(n+h)$ تسمى (h) بأفق التنبؤ *Forecast Horizon* وتشير $Z_{n(h)}$ إلى القيمة التنبؤية التي نحصل لعيها في الفترة الزمنية (n) للمشاهدة Z_{n+h} التي ستحدث بعد (h) من الفترات الزمنية، ولذا فإن Z_{n+h} عبارة عن متغير عشوائي يمكن معرفة خصائص التوزيع

الاحتمالي له والذي يعتمد على المشاهدة الحالية والمشاهدات السابقة، بالإضافة إلى اعتماده على نموذج ARIMA المحدد [1].

ولاتخاذ القرارات الإحصائية بناءًا على التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة تحت الدراسة من الأفضل الاعتماد على تنبؤ الفترة (Interval Forecasting) بدلاً من تنبؤ النقطة (Point Forecast)، لأن تنبؤ الفترة يمنح فرص أكبر من تنبؤ النقطة وباحتمال كبير، وأن النقطة المتنبأ بها تقع ضمن الفترة بين الحدين الأدنى والأقصى، أي:

$$P(a \leq Z_{n+h} \leq b) = 1 - \alpha$$

$$if\ \alpha = 0.05$$

حيث (a, b) قيم الحد الأدنى والأقصى على التوالي.

وبهذا نستطيع أن نجد درجة تأكدنا من أن القيمة المستقبلية المراد التنبؤ بها تقع ضمن القيم (a, b) بدرجة تأكد أو احتمال $(1 - \alpha)$ أو $[(1 - \alpha)\%]$.

فمثلاً إذا كانت $\alpha = 0.05$ فإننا متأكدون وباحتمال 95% أن القيمة المستقبلية تقع بين (a, b) [2].

(1) والتر فاندلي، السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جنكنز، ترجمة عبد المرضي حامد، ص207.
(2) عدنان ماجد بري، طرق التنبؤ الإحصائي، الجزء الأول، جامعة الملك سعود، 2002م، ص61.

الفصل الرابع
الجانب التطبيقي

4-1 تمهيد

لقد تناول الفصل الثالث بشكل نظري منهجية بوكس – جنكنز في كيفية تكوين وبناء نماذج ARIMA وكذلك الاختبارات التي تتم على النموذج للتأكد من صلاحية النموذج للتأكد من صلاحية النموذج المختار وموافقته للبيانات تحت الدراسة .

فى هذا الفصل سنطبق عمليا كل ما ورد سابقاً لإختيار النماذج المناسبة لسلاسل حوادث المرور(البسيط ، الجسيم، الموت)، والخطوات هي:

1/ التعرف على المواصفات الاولية للنموذج .

2/ تقدير معالم النموذج .

3/ فحص مدى ملائمة النموذج المناسب .

4/ التنبؤ بالقيم المستقبلية .

4-2 السلسلة الأولى (الحوادث البسيطة)

تمثل الحوادث البسيطة مأخوذة من سجلات الادارة العامة للمرور ولاية الخرطوم حيث ان السلسلة وفق الدراسة كم هى.

والجدول رقم (4-1) يوضح البيانات حيث أن السلسلة تمثل حوادث الاذى البسيط من يناير 2006 الي ديسمبر 2013 وطولها 96 شهراً

جدول رقم (4-1) حوادث الاذى البسيط من العام 2006 الى 2013 م

السنوات / الشهور	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
يناير	396	377	450	451	501	488	355	398
فبراير	408	385	383	428	467	411	301	321
مارس	463	438	405	497	523	445	419	197
ابريل	448	412	460	444	491	408	355	390
مايو	435	445	382	422	501	360	448	374
يونيو	422	439	390	400	507	331	389	375
يوليو	399	466	427	473	527	368	410	378
اغسطس	396	469	494	496	515	388	380	442
سبتمبر	399	441	448	597	628	338	405	337
اكتوبر	397	517	532	453	516	376	430	404
نوفمبر	401	429	470	478	464	368	382	391
ديسمبر	405	412	431	442	516	384	377	398

4-2-1 التعرف على المواصفات الاولية للنموذج

1. وصف البيانات

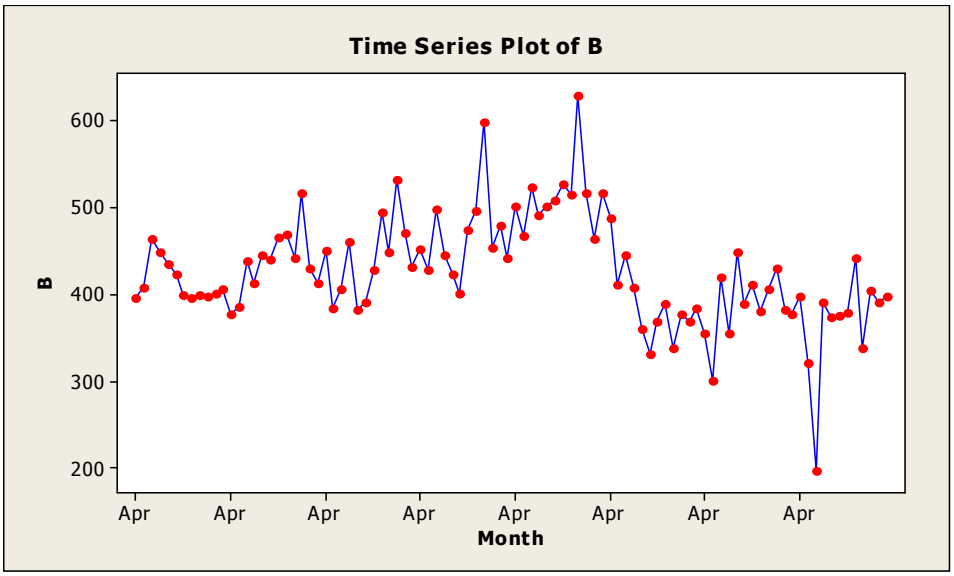
الجدول رقم (4-2) يوضح وصف السلسلة

جدول رقم (4-2): وصف السلسلة

	المتوسط	الانحراف المعياري	اكبر قيمة	اقل قيمة
حوادث البسيط	**426.34**	**61.85**	**628.00**	**197.00**

المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

الشكل رقم (4-1): اتجاه السلسلة الزمنية (حوادث البسيط)



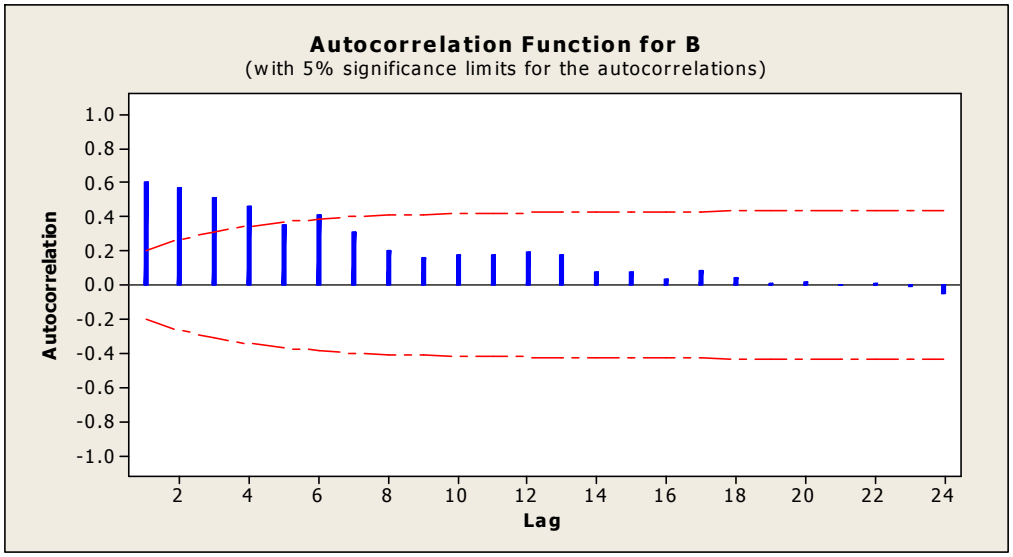
المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

من خلال الشكل يتضح أن السلسلة غير مستقرة ، وتشير الى عدم ثبات التباين وهذا يؤدي الى عدم سكون السلسة ولكي نتأكد نجري اختبارات السكون.

2. اختبار سكون السلسلة الزمنية

نحسب ونرسم دالة الارتباط الذاتي وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) شكل رقم (4-2) رسم دالة الترابط الذاتي وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) بغرض اختبار السكون للبيانات الاصلية (قبل اخذ الفرق).

الشكل رقم (4-2): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية



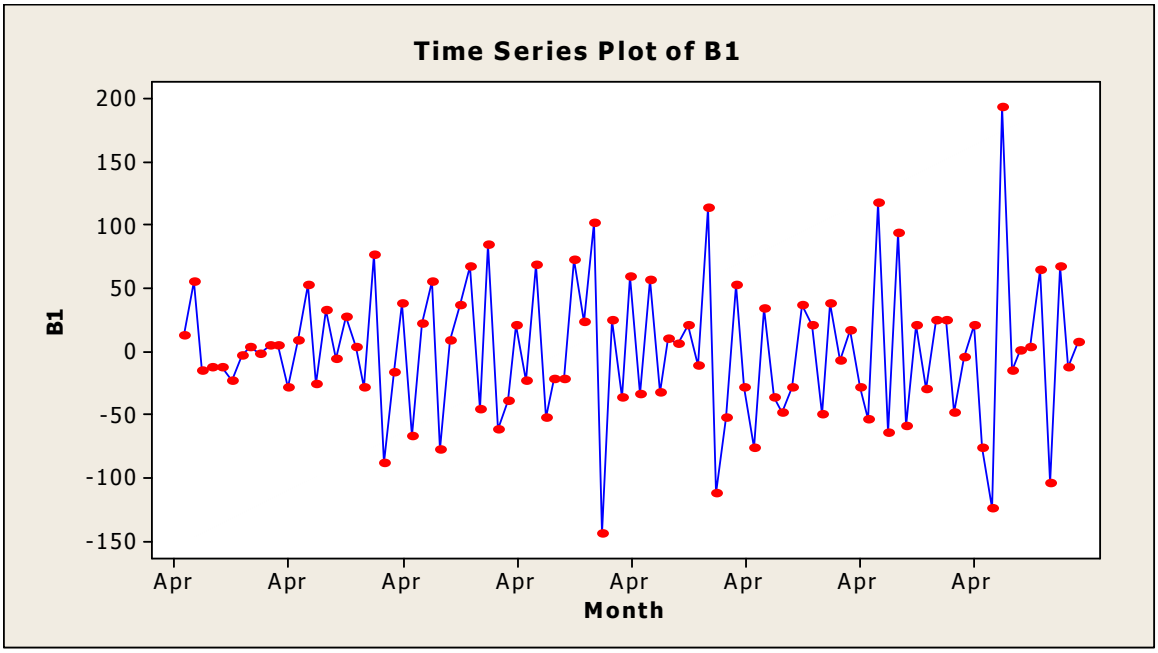
المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

جدول رقم (4-3) يوضح قيم الارتباطات (حوادث البسيط)

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.604433	5.92	36.18
2	0.566475	4.22	68.30
3	0.507452	3.23	94.35
4	0.463582	2.67	116.32
5	0.349571	1.88	128.96
6	0.41283	2.14	146.77
7	0.306147	1.52	156.68
8	0.198958	0.96	160.91
9	0.161491	0.77	163.73
10	0.172165	0.82	166.98
11	0.176471	0.84	170.42
12	0.195240	0.92	174.69
13	0.178087	0.83	178.29
14	0.077444	0.36	178.97
15	0.076969	0.36	179..66
16	0.032876	0.15	179.79
17	0.087410	0.40	180.70
18	0.045935	0.21	180.95
19	0.007191	0.03	180.96
20	0.015521	0.07	180.99
21	-0.003216	-0.01	180.99
22	0.012057	0.06	181.01
23	-0.011072	-0.05	181.03
24	-0.046353	-0.21	181.31

نلاحظ من خلال الشكل البياني لدالة الارتباط الذاتي عدم اقتراب دالة الارتباط الذاتي من الصفر كلما ذاد مقدار الفجوة الزمنية (lag) وهذا يعطي مؤشر لعدم سكون السلسلة ونلجأ لأخذ الفرق الاول ثم نجرى إختبارات السكون مرة أخرى .

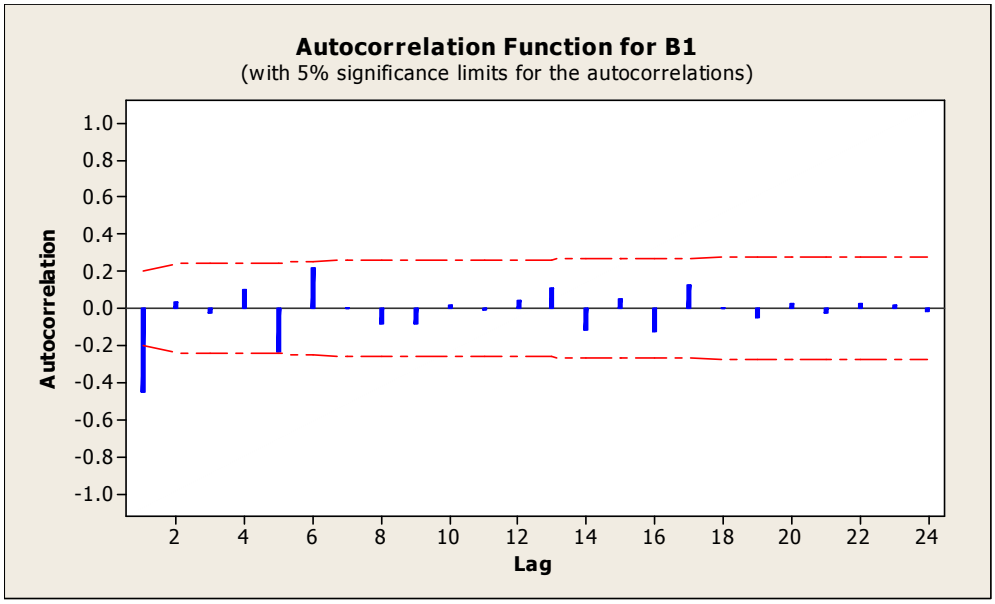
الشكل رقم (4-3): اتجاه السلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الاول (حوادث البسيط)



المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

الشكل يشير الى ثبات المتوسط والتباين , نحسب ونرسم دالة الارتباط الذاتى وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) مرة أخرى لسلسلة الفروق وكذلك لدالة الارتباطات الجزئية.

الشكل رقم (4-4): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الاول

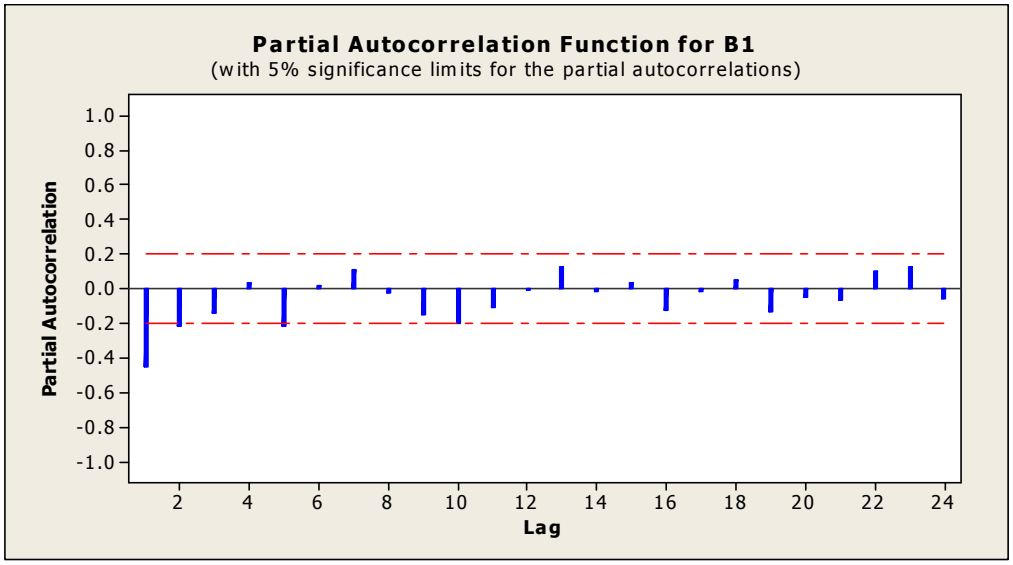


المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

جدول رقم (4-4) يوضح قيم الارتباطات بعد أخذ الفرق الاول

Lag	ACF	T	LBQ
1	-0.454166	-4.43	20.22
2	0.033919	0.28	20.33
3	-0.027497	-0.23	20.41
4	0.098225	0.80	21.39
5	-0.233155	-1.90	26.95
6	0.213384	1.67	31.67
7	0.000219	0.00	31.67
8	-0.086755	-0.66	32.47
9	-0.080555	-0.61	33.16
10	0.020824	0.16	33.21
11	-0.010328	-0.08	33.22
12	0.040623	0.31	33.40
13	0.107515	0.81	34.70
14	-0.116990	-0.88	36.26
15	0.050228	0.37	36.55
16	-0.124389	-0.92	38.35
17	0.124427	0.92	40.18
18	-0.002682	-0.02	40.18
19	-0.053690	-0.39	40.53
20	0.022228	0.16	40.59
21	-0.028824	-0.21	40.70
22	0.027798	0.20	40.80
23	0.019007	0.14	40.84
24	-0.019271	-0.14	40.89

الشكل رقم (4-5): دالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية



المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

جدول رقم (4−5) قيم الارتباطات الجزئية بعد أخذ الفرق الاول

Lag	ACF	T
1	-0.454166	-4.43
2	-0.217136	-2.12
3	-0.141956	-1.38
4	0.037423	0.36
5	-0.220404	-2.15
6	0.012714	0.12
7	0.109917	1.07
8	-0.023627	-0.23
9	-0.146955	-1.43
10	-0.204524	-1.99
11	-0.107677	-1.05
12	-0.011459	-0.11
13	0.128571	1.25
14	-0.017356	-0.17
15	0.033786	0.33
16	-0.125713	-1.23
17	-0.013356	-0.13
18	0.053910	0.53
19	-0.137296	-1.34
20	-0.047818	-0.47
21	-0.070072	-0.68
22	0.097769	0.59
23	0.124548	1.21
24	-0.05974	-0.58

من خلال الشكل اعلاه نلاحظ وقوع جميع قيم الارتباطات الذاتية والارتباطات الذاتية الجزئية داخل حدود الثقة عدا قيمة الارتباط الاول وهذا يشير الى سكون السلسلة.

3. اختيار النموذج

من خلال مخططي الدالتين (الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي) نلاحظ ان النموذج المناسب لبيانات سلسلة حوادث البسيط هو MA(1) والذي يكتب على الصورة الآتية:

$$Z_t = -\theta_1 a_{t-1} + a_t$$

4-2-2 تقدير معالم النموذج

تم التوصل الى ان النموذج الملائم لبيانات (سلسلة) حوادث البسيط هو MA(1) والذي يكتب على الصورة الاتية :-

$$Z_t = -\theta_1 a_{t-1} + a_t$$

جدول (4-6) به قيم المعلمات المقدرة التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج Minitab للنموذج MA(1) لبيانات (سلسلة) حوادث البسيط.

جدول رقم (4-6) يوضح قيم المعلمات المقدرة

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	0.5979	0.0831	7.19	0.000
Constant	-0.261	1.970	-0.13	0.895

Differencing: 1 regular difference
Number of observations: Original series 96, after differencing 95
Residuals: SS = 209905 (backforecasts excluded)
MS = 2257 DF = 93
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	13.3	18.9	27.8	39.2
DF	10	22	34	46
P-Value	0.210	0.653	0.763	0.750

والنموذج المقترح الذي وفقه تتولد (سلسلة) حوادث البسيط هو

$Z_t = -0.5979 a_{t-1} + a_t$ $\qquad a_t \sim IIN\ (0\ ,\ 209905)$

4-2-3 فحص مدى ملائمة النموذج للبيانات :-

فحص مدى ملائمة النموذج للبيانات يعني تشخيص واختبار النموزج المقترح الذي تم تحديده وتقدير معلماته وهي الخطوة الثالثة والمهمة جدا حيث يتم اختبار تحقق فروض البواقي (حد الخطأ) وهي :

$$a_t \sim IIN\ (0\ , \sigma_a^2)$$

1. **اختبار عشوائية البواقي :**

اختبار عشوائية البواقي بطريقة Runs test والذي يختبر الفرض الصفري (فرض العدم) ان:

توزيع الأخطاء (البواقي) عشوائي H_0 :

مقابل الفرض البديل أن:

توزيع الأخطاء (البواقي) غير عشوائي H_1 :

كما يوضح جدول رقم (4-7) معنوية الاختبار لذا نقبل فرض العدم وان البواقي عشوائية.

جدول رقم (4-7) يوضح نتيجة اختبار Runs test عشوائية الأخطاء

Runs test
The observed number of runs=44
The expected number of runs =48.4526
46 Observation above K49 below
The test is significance at 0.358
Can not reject at alpha =0.05

2. اختبار استقلالية البواقى:

يفترض البحث ويختبر فرض العدم القائل:

أن قيم الأخطاء المقدرة مستقلة (عشوائية) ، مقابل الفرض البديل القائل :

أن قيم الأخطاء المقدرة للنموذج غير مستقلة (غير عشوائية) أى أن :

$$H_0 = \rho_s(a_t) = 0$$

$$H_1 = \rho_s(a_t) \neq 0$$

ونختبر الفروض أعلاه باستخدام Box-Pierce وهو:

$$Q = n \sum_{s=1}^{m} r_s^2\ (a_t) \quad ; \qquad m = n/2$$

ويتم مقارنة Q مع χ^2 فإذا كانت قيمة $Q \leq \chi^2_{(m-p-d-q)\alpha}$ نقبل فرض العدم مما يعني عشوائية الأخطاء، أما خلاف ذلك نرفض فرض العدم ونقبل البديل .

إذن $Q = n \sum_{s=1}^{m} r_s^2\ (a_t) = 14.43$

$$\chi^2_{(m-p-d-q)\alpha} = \chi^2_{(48-0-0-1)0.05} = 34.8$$

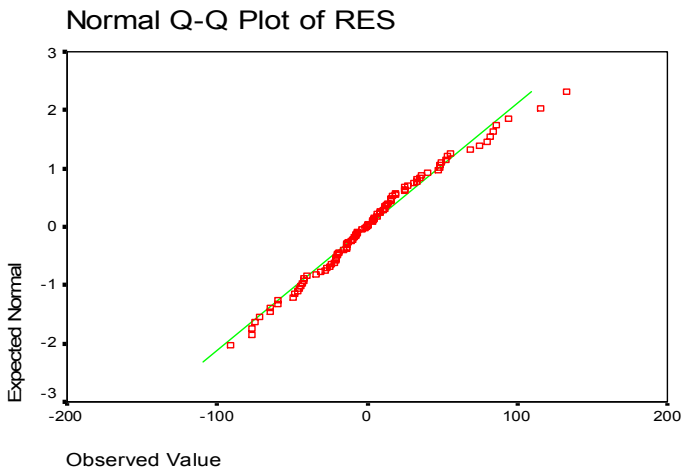
وبما أن قيمة $Q \leq \chi^2_{(m-p-d-q)\alpha}$ نقبل فرض العدم وان الاخطاء مستقلة .

3. اختبار توزيع البواقي:

الغرض من هذا الاختبار هو التأكد من توزيع البواقي هل لها توزيع طبيعي يتطابق مع الفروض بأن $a_t \sim IIN\ (0\ , \sigma_a^2)$ ويمكن معرفة ذلك من رسم البواقى عن طريق إستخدام رسم الإحتمال الطبيعى (Normal Probability Plot) والمدرج التكراري Histogram الذين يبينهما الشكلين رقم (4-6) والشكل رقم (4-7)، ومن خلال الرسم يتضح أن البواقي طبيعية.

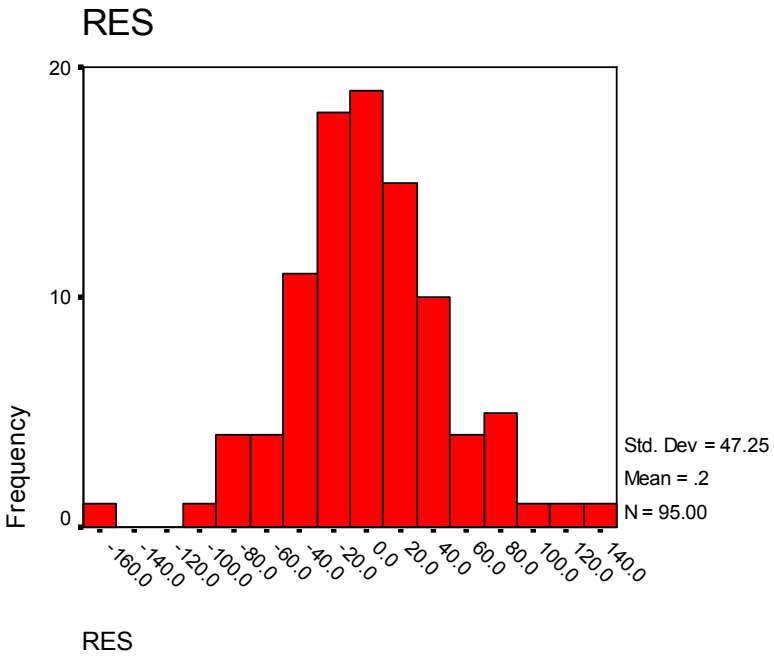
الشكل رقم (4-6) رسم البواقي عن طريق استخدام الاحتمال الطبيعي

Normal Probability Plot



شكل رقم (4-7) رسم البواقى عن طريق إستخدام المدرج التكرارى

Histogram



4-2-4 التنبؤ : Forecasting

بعد المرور بخطوات التعرف على النموذج المناسب لبيانات سلسلة حوادث البسيط وتقدير معالمه وفحص النموذج نستخدم النموذج للتنبأ بالقيم المستقبلية (حوادث البسيط للشهور القادمة)

جدول رقم (4-8): التنبؤ بحوادث البسيط للعام 2014

الشهر	التنبؤ بالحوادث
يناير	**391**
فبراير	**391**
مارس	**391**
ابريل	**390**
مايو	**390**
يونيو	**390**
يوليو	**390**
اغسطس	**389**
سبتمبر	**389**
اكتوبر	**389**
نوفمبر	**388**
ديسمبر	**388**

نلاحظ من الجدول أن قيم السلسلة تمثل حوادث البسيط التى تتناقص تدريجياً ، وهذا يدل على أن الحوادث تقل تدريجياً وذلك يعنى نجاح خطة المرور الى حد كبير فى الحد من حوادث المرور وإختناقات المرور وبالتالى تكون حققت الإدارة العامة للمرور أهدافها .

4-3 السلسلة الثانية (الحوادث الجسيمة)

تمثل الحوادث الجسيمة مأخوذة من سجلات الادارة العامة للمرور ولاية الخرطوم حيث ان السلسلة وفق الدراسة كم هى.

والجدول رقم (4-9) يوضح البيانات حيث أن السلسلة تمثل حوادث الاذى الجسيم من يناير 2006 الي ديسمبر 2013 وطولها 96 شهراً

جدول رقم (4-9) حوادث الأذى الجسيم من العام 2006 الى 2013 م

السنوات / الشهور	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
يناير	186	224	267	302	327	290	297	253
فبراير	232	220	286	282	265	277	260	221
مارس	240	293	339	307	340	320	267	259
ابريل	290	254	244	264	305	283	285	266
مايو	257	271	221	267	324	294	296	246
يونيو	251	263	224	288	279	335	222	253
يوليو	266	256	239	280	299	324	258	259
اغسطس	276	269	288	285	334	343	167	255
سبتمبر	273	271	277	325	350	308	255	237
اكتوبر	286	297	319	335	307	292	246	254
نوفمبر	244	280	286	337	285	313	241	233
ديسمبر	251	289	276	312	280	284	264	284

4-3-1 التعرف على المواصفات الاولية للنموذج

1. وصف البيانات

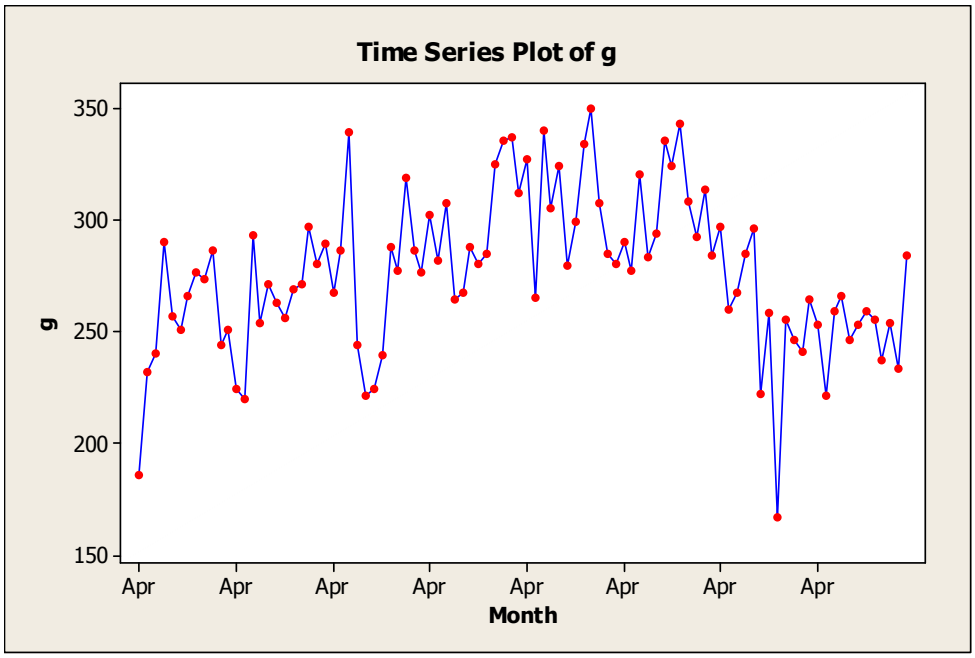
الجدول رقم (4-10) يوضح وصف السلسلة

جدول رقم (4-10): وصف السلسلة

	المتوسط	الانحراف المعياري	اكبر قيمة	اقل قيمة
حوادث الجسيم	276.30	34.74	350.00	167.00

المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

الشكل رقم (4-8): اتجاه السلسلة الزمنية



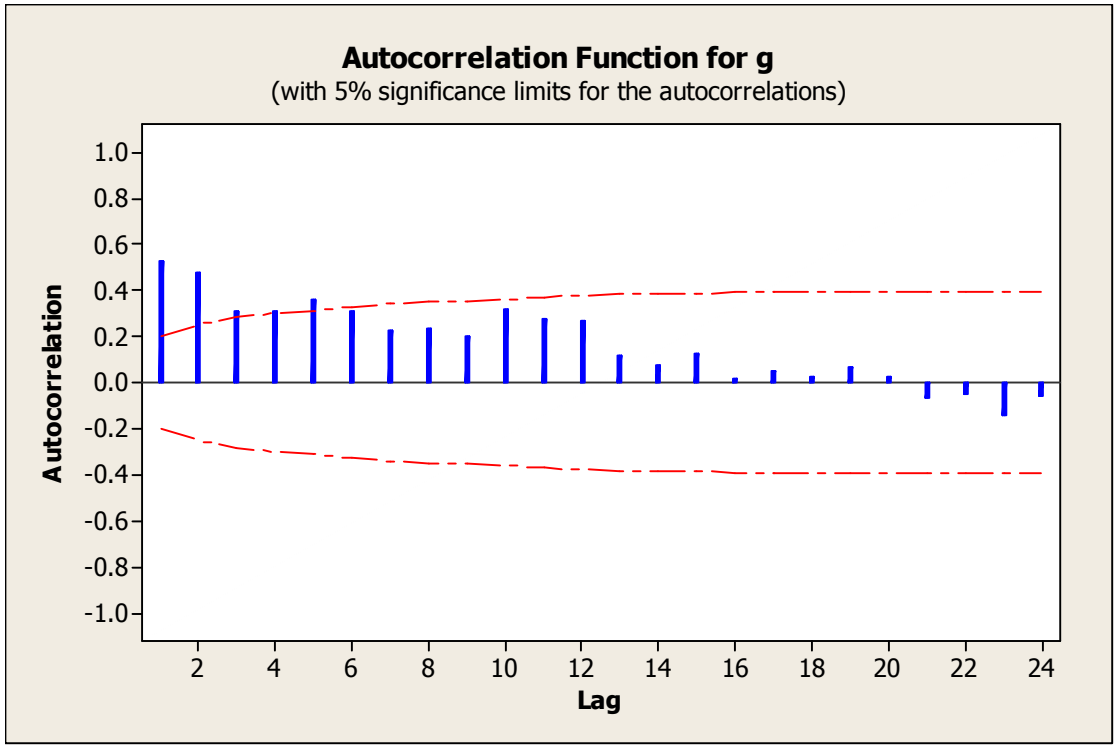
المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

من خلال الشكل يتضح أن السلسلة غير مستقرة , وتؤشر الى عدم ثبات التباين وهذا يؤدي الى عدم سكون السلسة ولكي نتاكد نجري اختبارات السكون.

2. اختبار سكون السلسلة الزمنية

نحسب ونرسم دالة الارتباط الذاتي وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits). شكل رقم (4-9) رسم دالة الترابط الذاتي وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) بغرض اختبار السكون للبيانات الأصلية (قبل اخذ الفرق).

الشكل رقم (4-9): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية

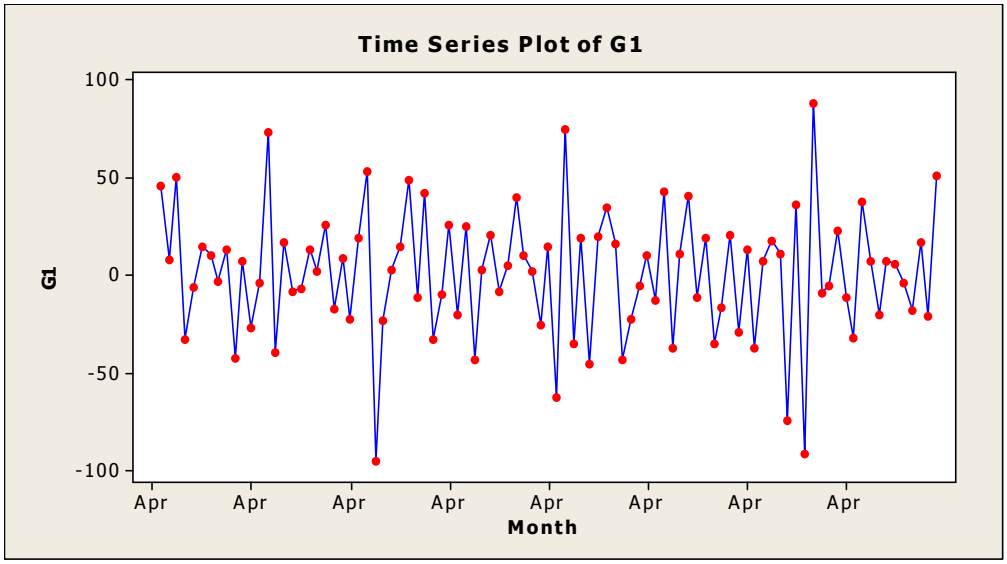


المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

جدول رقم (4-11) يوضح قيم الارتباطات (الحوادث الجسيمة)

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.523782	5.13	27.17
2	0.475504	3.74	49.80
3	0.306440	2.12	59.30
4	0.306382	2.03	68.90
5	0.361248	2.30	82.39
6	0.308824	1.86	92.36
7	0.228432	1.33	97.87
8	0.236331	1.35	103.85
9	0.201529	1.13	108.24
10	0.313852	1.74	119.01
11	0.274180	1.47	127.33
12	0.271158	1.43	135.57
13	0.120548	0.62	137.22
14	0.071308	0.37	137.80
15	0.122714	0.36	139.55
16	0.020774	0.11	139.60
17	0.050715	0.26	139.91
18	0.024637	0.13	139.98
19	0.063150	0.32	140.47
20	0.025748	0.13	140.55
21	-0.064217	-0.33	141.07
22	-0.048185	-0.24	141.36
23	-0.139483	-0.71	143.87
24	-0.056046	-0.28	144.28

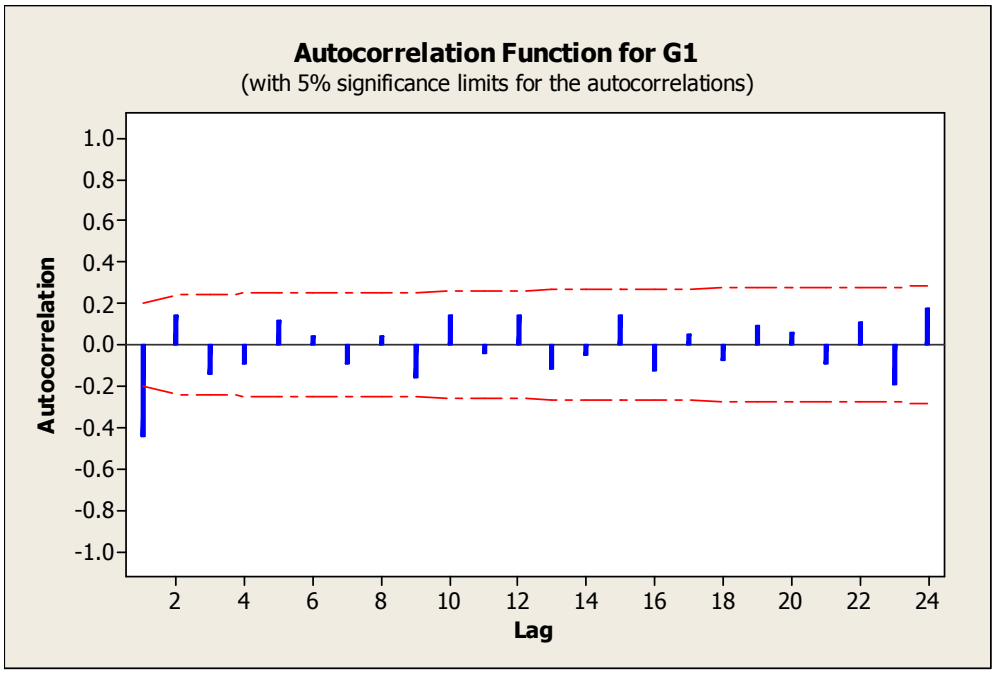
الشكل رقم (4-10): اتجاه السلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الاول



المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

الشكل يشير الى ثبات المتوسط والتباين , نحسب ونرسم دالة الارتباط الذاتى وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) مرة أخرى لسلسلة الفروق وكذلك لدالة الارتباطات الجزئية .

الشكل رقم (4-11): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الاول

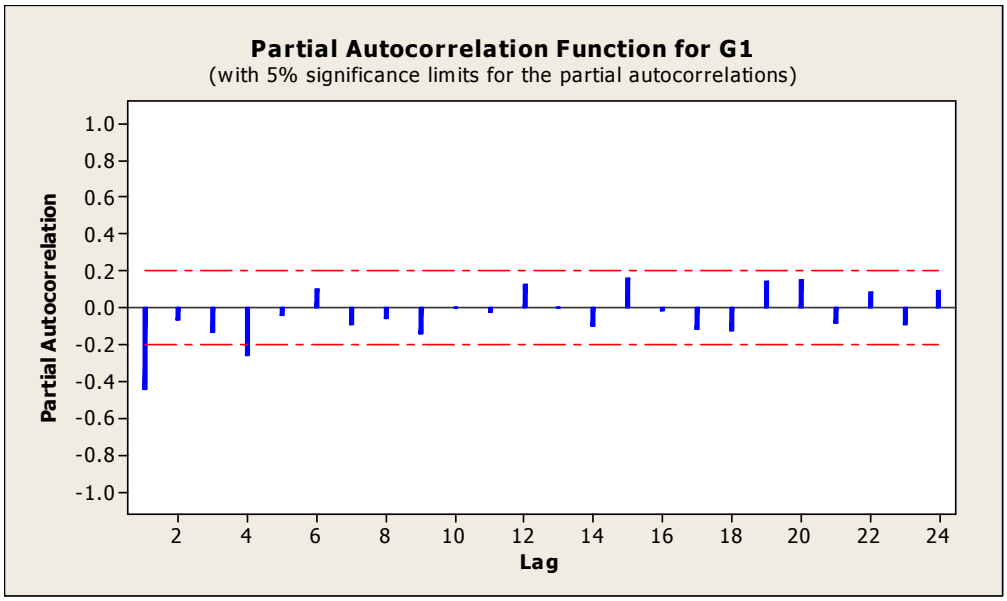


المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

جدول رقم (4-12) يوضح قيم الارتباطات (الحوادث الجسيمة) بعد أخذ الفرق

Lag	ACF	T	LBQ
1	-0.441299	-4.30	19.09
2	0.142661	1.18	21.11
3	-0.145516	-1.19	23.23
4	-0.093345	-0.75	24.11
5	0.116121	0.93	25.49
6	0.045735	0.36	25.71
7	-0.090623	-0.72	26.57
8	0.044305	0.35	26.78
9	-0.154853	-1.22	29.35
10	0.138178	1.07	31.42
11	-0.037963	-0.29	31.57
12	0.142190	1.09	33.82
13	-0.117380	-0.89	35.37
14	-0.049099	-0.37	35.64
15	0.138514	1.03	37.85
16	-0.127055	-0.94	39.73
17	0.049432	0.36	40.02
18	-0.076765	-0.56	40.73
19	0.091787	0.67	41.75
20	0.062010	0.45	42.22
21	-0.095736	-0.69	43.36
22	0.107269	0.77	44.82
23	-0.193671	-1.39	49.62
24	0.174536	1.22	53.57

الشكل رقم (4-12): دالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية



المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

جدول رقم (4-13) يوضح قيم الارتباطات الجزئية بعد أخذ الفرق

Lag	ACF	T
1	-0.441299	-4.30
2	-0.064680	-0.63
3	-0.133474	-1.30
4	-0.258632	-2.52
5	-0.044270	-0.43
6	0.099174	0.97
7	-0.093855	-0.91
8	-0.057101	-0.56
9	-0.140643	-1.37
10	-0.002594	-0.03
11	-0.024240	-0.24
12	0.123851	1.21
13	-0.002841	-0.03
14	-0.102748	-1.00
15	0.162474	1.58
16	-0.012642	-0.12
17	-0.113442	-1.11
18	-0.123337	-1.20
19	0.143460	1.40
20	0.149078	1.45
21	-0.079584	-0.78
22	0.086566	0.84
23	-0.089255	-0.87
24	0.088817	0.87

من خلال الشكل اعلاه نلاحظ وقوع جميع قيم الارتباطات الذاتية والارتباطات الذاتية الجزئية داخل حدود الثقة عدا قيمة الارتباط الاول وهذا يشير الى سكون السلسلة .

3. اختيار النموذج

من خلال مخططي الدالتين (الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي) نلاحظ ان النموذج المناسب لبيانات سلسلة حوادث الجسيم هو MA(1) والذي يكتب على الصورة الآتية:

$$Z_t = -\theta_1 a_{t-1} + a_t$$

4-3-2 تقدير معالم النموذج

تم التوصل إلى أن النموذج الملائم لبيانات (سلسلة) حوادث الجسيم هو MA(1) والذي يكتب على الصورة الآتية :-

$$Z_t = -\theta_1 a_{t-1} + a_t$$

جدول (4-14) به قيم المعلمات المقدرة التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج Minitab للنموذج MA(1) لبيانات (سلسلة) حوادث الجسيم.

جدول رقم (4-14) يوضح قيم المعلمات المقدرة

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	0.6662	0.0767	8.69	0.000
Constant	0.3145	0.9761	0.32	0.748
Differencing: 1 regular difference				
Number of observations: Original series 96, after differencing 95				
Residuals: SS = 74250.0 (backforecasts excluded)				
MS = 798.4 DF = 93				
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.5	22.6	40.8	48.6
DF	10	22	34	46
P-Value	0.250	0.427	0.196	0.370

والنموذج المقترح الذي وفقه تتولد (سلسلة) حوادث الجسيم هو

$Z_t = - 0.6662a_{t-1}+a_t$ $\qquad a_t \sim IIN\ (0\ ,74250)$

4-3-3 فحص مدى ملائمة النموذج للبيانات

فحص مدى ملائمة النموذج للبيانات يعني تشخيص واختبار النموزج المقترح الذي تم تحديده وتقدير معلماته وهي الخطوة الثالثة والمهمة جدا حيث يتم اختبار تحقق فروض البواقي (حد الخطأ) وهي:

$$a_t \sim IIN\ (0\ , \sigma_a^2)$$

1. **اختبار عشوائية البواقي :-**

اختبار عشوائية البواقي بطريقة Runs test والذي يختبر الفرض الصفري (فرض العدم) ان:

توزيع الاخطاء (البواقي) عشوائي : H_0

مقابل الفرض البديل ان:

توزيع الاخطاء (البواقي) غير عشوائي : H_1

كما يوضح جدول رقم (4-15) معنوية الاختبار لذا نقبل فرض العدم وان البواقي عشوائية

جدول رقم (4-15) يوضح نتيجة اختبار Runs test عشوائية الاخطاء

Runs test
The observed number of runs=49
The expected number of runs =48.2421
15 Observations above K 44 below
The test is significance at 0.875
Can not reject at alpha =0.05

2. إختبار إستقلالية البواقى :

يفترض البحث ويختبر فرض العدم القائل :

أن قيم الأخطاء المقدرة مستقلة (عشوائية) ، مقابل الفرض البديل القائل :

أن قيم الأخطاء المقدرة للنموذج غير مستقلة (غير عشوائية) أى أن :

$$H_0 = \rho_s(a_t) = 0$$

$$H_1 = \rho_s(a_t) \neq 0$$

ونختبر الفروض اعلاه بإستخدام Box-Pierce وهو $Q = n\sum_{s=1}^{m} r_s^2\,(a_t)$

ويتم مقارنة Q مع χ^2 فإذا كانت قيمة $m = n/2$; $Q \leq \chi^2_{(m-d-p-q)\alpha}$ نقبل فرض العدم مما يعني عشوائية الأخطاء ، أما خلاف ذلك نرفض فرض العدم ونقبل البديل.

إذن

$$Q = n\sum_{s=1}^{m} r_s^2\,(a_t) = 24.22$$

$$\chi^2_{(m-d-p-q)\alpha} = \chi^2_{(48-0-1-1)0.05} = 34.8$$

وبما أن قيمة $Q \leq \chi^2$ نقبل فرض العدم وان الاخطاء مستقلة؟

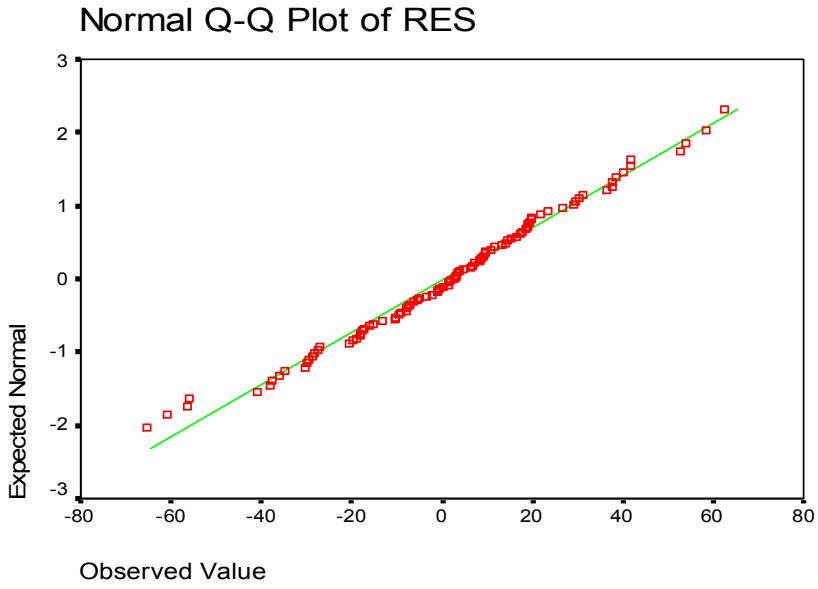
3. أختبار توزيع البواقى :

الغرض من هذا الاختبار هو التأكد من توزيع البواقى هل لها توزيع طبيعى يتطابق مع الفروض بأن $a_t \sim IIN\,(0\,,\sigma_a^2)$ ويمكن معرفة ذلك من رسم البواقى عن طريق إستخدام رسم الإحتمال الطبيعى (Normal Probability Plot) والمدرج

التكرارى Histogram الذين يبينهما الشكلين رقم (4-13) والشكل رقم (4-14) ، ومن خلال الرسم يتضح أن البواقى طبيعية .

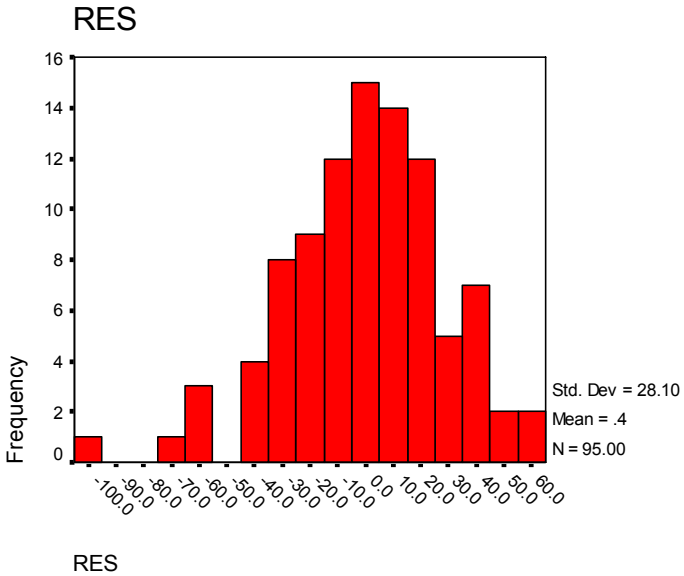
الشكل رقم (4-13) رسم البواقى عن طريق إستخدام الإحتمال الطبيعى

Normal Probability Plot



شكل رقم (4-14) رسم البواقى عن طريق إستخدام المدرج التكرارى

Histogram



4-3-4 التنبؤ : Forecasting

بعد المرور بخطوات التعرف على النموذج المناسب لبيانات سلسلة حوادث الجسيم وتقدير معالمه وفحص النموذج نستخدم النموذج للتنبأ بالقيم المستقبلية (حوادث الجسيم للشهور القادمة)

جدول رقم (4-16): التنبؤ بحوادث الجسيم للعام 2014

الشهر	التنبؤ بالحوادث
يناير	**259**
فبراير	**259**
مارس	**259**
ابريل	**259**
مايو	**260**
يونيو	**260**
يوليو	**260**
اغسطس	**261**
سبتمبر	**261**
اكتوبر	**261**
نوفمبر	**262**
ديسمبر	**262**

نلاحظ من الجدول أن قيم السلسلة تمثل حوادث الجسيم التي تتناقص تدريجياً بصورة متزايدة، وهذا يدل على أن الحوادث تقل تدريجياً وذلك يعنى نجاح خطة المرور إلى حد كبير في الحد من حوادث المرور واختناقات المرور وبالتالي تكون قد حققت الإدارة العامة للمرور أهدافها.

4-4 السلسلة الثالثة (حوادث الموت)

تمثل الحوادث الموت مأخوذة من سجلات الادارة العامة للمرور ولاية الخرطوم حيث ان السلسلة وفق الدراسة كم هى.

والجدول رقم (4-17) يوضح البيانات حيث أن السلسلة تمثل حوادث الموت من يناير 2006 الي ديسمبر 2013 وطولها 96 شهراً

جدول رقم (4-17) حوادث الموت من العام 2006 الى 2013 م

السنوات / الشهور	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
يناير	47	54	67	66	77	76	65	71
فبراير	49	62	60	62	69	54	60	51
مارس	56	68	72	74	87	67	65	63
ابريل	63	66	57	59	75	54	62	59
مايو	59	54	70	70	85	54	70	57
يونيو	67	63	57	51	65	80	68	50
يوليو	66	69	72	69	64	74	68	61
اغسطس	64	51	49	65	69	70	87	52
سبتمبر	62	65	71	88	89	62	45	51
اكتوبر	78	69	89	85	75	64	61	56
نوفمبر	65	65	65	76	70	84	59	55
ديسمبر	72	72	81	76	66	82	67	51

4-4-1 التعرف على المواصفات الاولية للنموذج

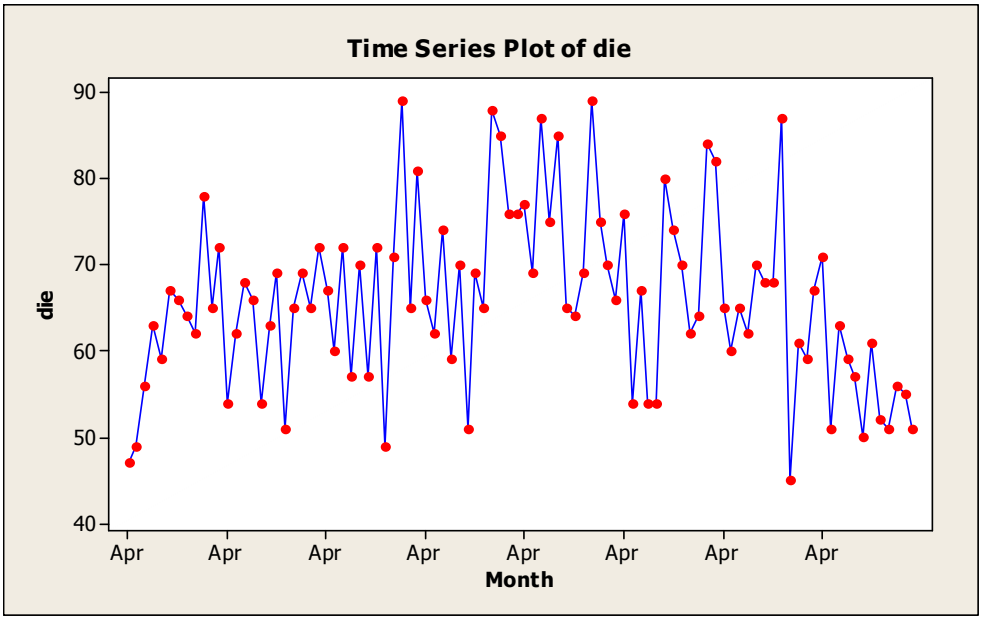
1. وصف البيانات

جدول رقم (4-18): وصف السلسلة

	المتوسط	الانحراف المعياري	اكبر قيمة	اقل قيمة
حوادث الموت	65.86	10.27	89.00	45.00

المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

الشكل رقم (4-15): اتجاه السلسلة الزمنية



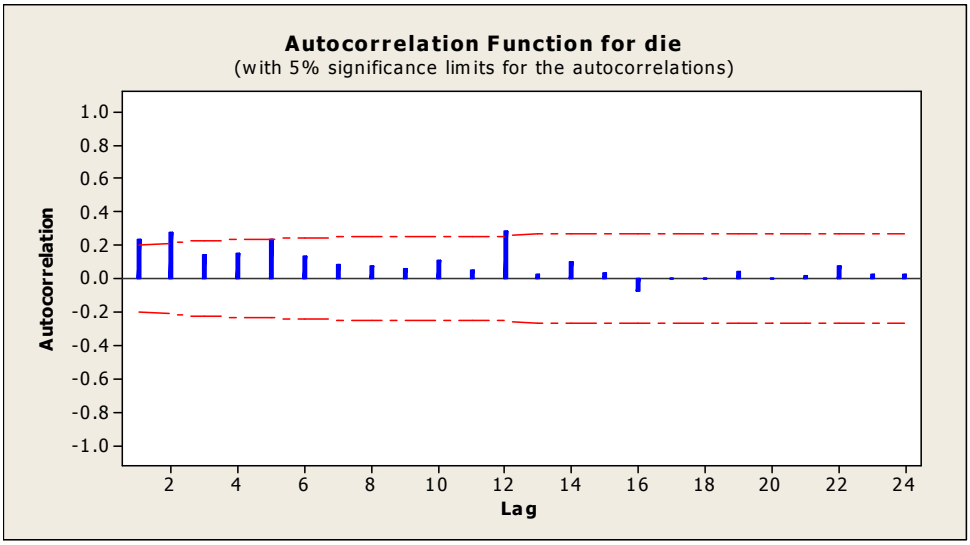
المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

من خلال الشكل يتضح أن السلسلة غير مستقرة , وتؤشر الى عدم ثبات التباين وهذا يؤدي الى عدم سكون السلسة ولكي نتاكد نجري اختبارات السكون.

2. إختبار سكون السلسلة الزمنية:

نحسب ونرسم دالة الارتباط الذاتي وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) شكل رقم (4-16) رسم دالة الترابط الزاتي وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) بغرض اختبار السكون للبيانات الاصلية (قبل اخذ الفرق).

الشكل رقم (4-16): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية



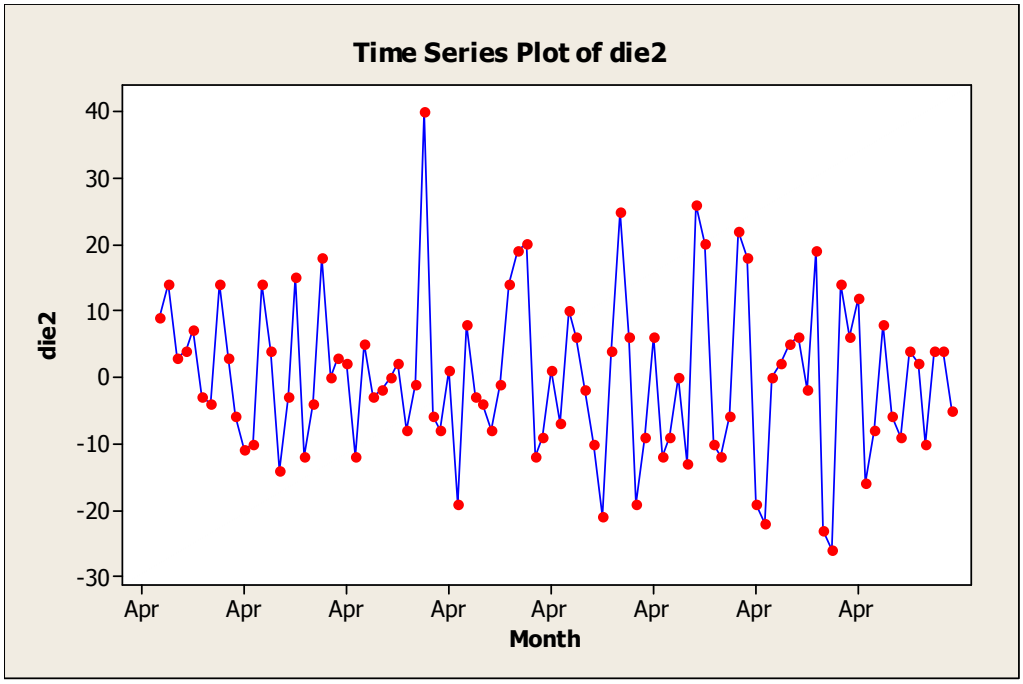
المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

جدول رقم (4-19) يوضح قيم الارتباطات (حوادث الموت) بعد أخذ الفرق

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.235882	2.31	5.51
2	0.272381	2.53	12.94
3	0.142925	1.25	15.00
4	0.149054	1.28	17.27
5	0.232060	1.96	22.84
6	0.131327	1.07	24.64
7	0.085838	0.69	25.42
8	0.075008	0.60	26.02
9	0.062482	0.50	26.45
10	0.110357	0.88	27.78
11	0.046407	0.37	28.02
12	0.285549	2.25	37.15
13	0.025548	0.19	37.22
14	0.096744	0.72	38.30
15	0.036610	0.27	38.45
16	-0.079161	-0.59	39.19
17	-0.002747	-0.02	39.19
18	-0.000939	-0.01	39.19
19	0.044395	0.33	39.43
20	0.000336	0.00	39.43
21	0.013573	0.10	39.46
22	0.073417	0.54	40.14
23	0.020922	0.15	40.20
24	0.028336	0.21	4030

نلاحظ من خلال الشكل البياني لدالة الارتباط الذاتي عدم اقتراب دالة الارتباط الذاتي من الصفر كلما ذاد مقدار الفجوة الزمنية (lag) وهذا يعطي مؤشر لعدم سكون السلسلة ونلجأ لأخذ الفرق الاول ثم نجرى إختبارات السكون مرة أخرى.

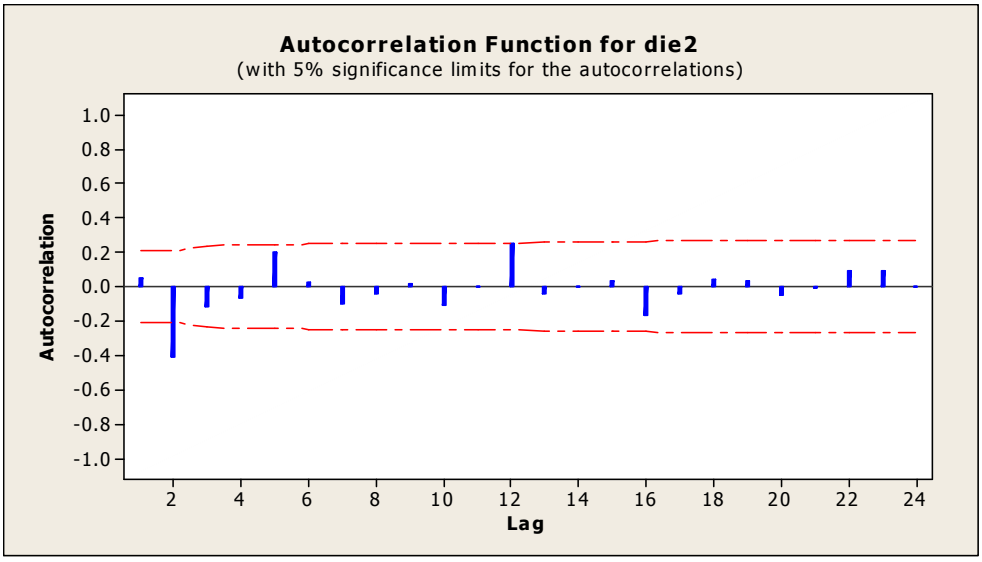
الشكل رقم (4-17): اتجاه السلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الاول



المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج Minitab

الشكل يشير الى ثبات المتوسط والتباين , نحسب ونرسم دالة الارتباط الذاتى وحدود الثقة للارتباطات (Confidence limits) مرة أخرى لسلسلة الفروق وكذلك لدالة الارتباطات الجزئية .

الشكل رقم (4-18): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الثانى

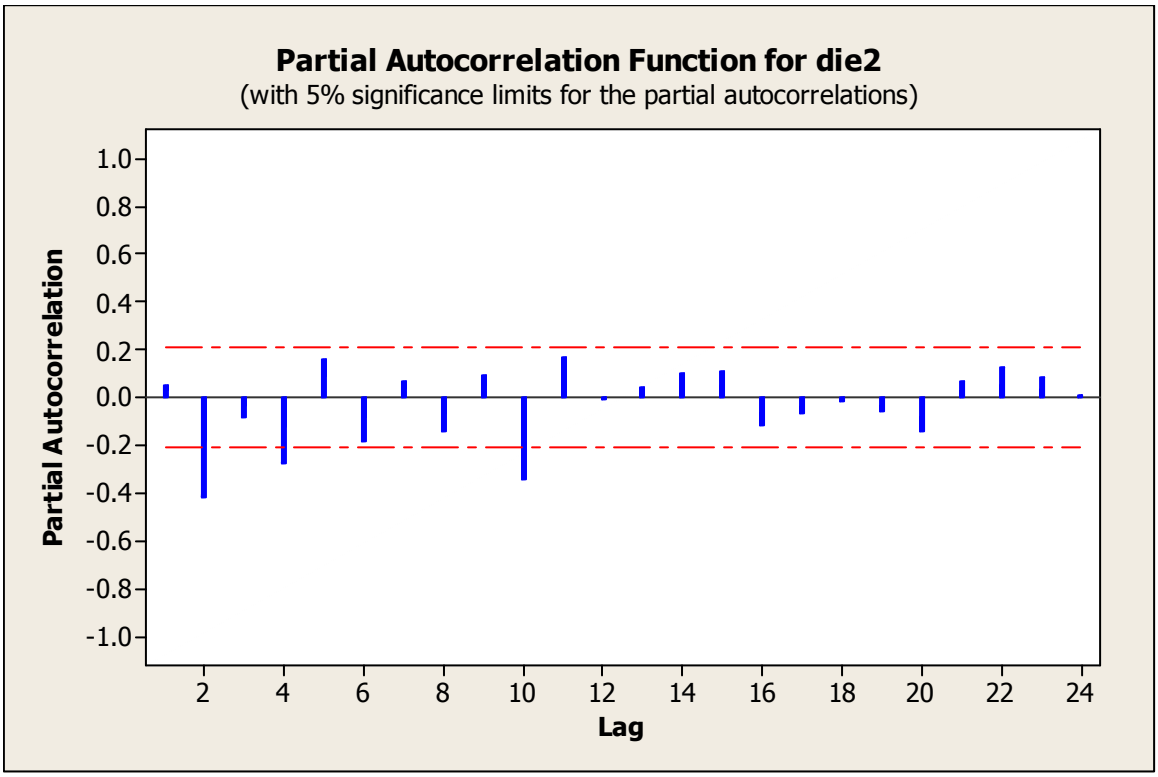


المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

جدول رقم (4-20) يوضح قيم الارتباطات الجزئية (حوادث الموت) بعد أخذ الفرق

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.048324	0.47	0.23
2	-0.412980	-3.99	16.96
3	-0.118431	-0.99	18.35
4	-0.064961	-0.54	18.77
5	0.197111	1.63	22.71
6	0.029213	0.23	22.80
7	-0.096745	-0.78	23.77
8	-0.040960	-0.33	23.94
9	0.018157	0.14	23.98
10	-0.108544	-0.86	25.24
11	0.002985	0.02	25.25
12	0.248314	1.96	32.03
13	-0.037866	-0.29	32.19
14	-0.002660	-0.02	32.19
15	0.030696	0.23	32.30
16	-0.163878	-1.24	35.41
17	-0.039375	-0.29	35.59
18	0.043291	0.32	35.81
19	0.033087	0.25	35.94
20	-0.046643	-0.35	36.21
21	-0.010165	-0.08	36.22
22	0.088659	0.66	37.21
23	0.088943	0.66	38.21
24	0.004159	0.03	38.21

الشكل رقم (4-19): دالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية



المصدر: من اعداد الباحثة باستخدام برنامج minitab

جدول رقم (4-21) يوضح قيم الارتباطات

Lag	ACF	T
1	0.048324	0.47
2	-0.416288	-4.04
3	-0.084932	-0.82
4	-0.276563	-2.68
5	0.155707	1.51
6	-0.184464	-1.79
7	0.063842	0.62
8	-0.145115	-1.41
9	0.095834	0.93
10	-0.339271	-3.29
11	0.163243	1.58
12	-0.007108	-0.07
13	0.039155	0.38
14	0.103606	1.00
15	0.107119	1.04
16	-0.113801	-1.10
17	-0.066122	-0.64
18	-0.016944	-0.16
19	-0.055545	-0.54
20	-0.145599	-1.41
21	0.065264	0.63
22	0.124793	1.21
23	0.084049	0.81
24	0.007595	0.07

من خلال الشكل اعلاه نلاحظ وقوع جميع قيم الارتباطات الذاتية والارتباطات الذاتية الجزئية داخل حدود الثقة عدا قيمة الارتباط الثاني والرابع وهذا يشير الى سكون السلسلة .

3. اختيار النموذج :

من خلال مخططي الدالتين (الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي) نلاحظ ان النموذج المناسب لبيانات سلسلة حوادث الموت هو ARMA (1,0,1) والذي يكتب على الصورة الاتية:

4-2-2 تقدير معالم النموذج :

تم التوصل الى ان النموذج الملائم لبيانات (سلسلة) حوادث الموت هو ARMA(1,0,1) والذي يكتب على الصورة الاتية :-

$$X_t = \mu - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

جدول (4-22) به قيم المعلمات المقدرة التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج Minitab للنموذج MA(1) لبيانات (سلسلة) حوادث الموت.

جدول رقم (4-22) يوضح قيم المعلمات المقدرة

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.5360	0.0886	-6.05	0.000
MA 1	0.9960	0.0238	41.82	0.000
Constant	-0.05089	0.03545	-1.44	0.154

Differencing: 2 regular difference
Number of observations: Original series 96, after differencing 94
Residuals: SS = 10477.0 (backforecasts excluded)
MS = 115.1 DF = 91

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	22.2	27.7	44.0	52.4
DF	9	21	33	45
P-Value	0.008	0.150	0.096	0.210

والنموذج المقترح الذي وفقه تتولد (سلسلة) حوادث الموت هو

$$Z_t = -0.536 Z_{t-1} - 0.9960 a_{t-1} + a_t$$

4-4-3 فحص مدى ملائمة النموذج للبيانات :-

فحص مدى ملائمة النموذج للبيانات يعني تشخيص واختبار النموزج المقترح الذي تم تحديده وتقدير معلماته وهي الخطوة الثالثة والمهمة جدا حيث يتم اختبار تحقق فروض البواقي (حد الخطأ) وهي:

$$a \sim IIN\ (0\ ,\sigma_a^2)$$

1. **اختبار عشوائية البواقي :-**

إختبار عشوائية البواقي بطريقة Runs test والذي يختبر الفرض الصفري (فرض العدم) ان:

توزيع الاخطاء (البواقي) عشوائي H_0 :

مقابل الفرض البديل ان:

توزيع الاخطاء (البواقي) غير عشوائي H_1 :

كما يوضح جدول رقم (4-23) معنوية الاختبار لذا نقبل فرض العدم وان البواقي عشوائية

جدول رقم (4-23) يوضح نتيجة اختبار Runs test عشوائية الاخطاء

Runs test
The observed number of runs=56
The expected number of runs =47.9787
48 Observation above K 46 below
The test is significance at 0.096
Can not reject at alpha =0.05

2. إختبار إستقلالية البواقى :

يفترض البحث ويختبر فرض العدم القائل :

أن قيم الأخطاء المقدرة مستقلة (عشوائية) ، مقابل الفرض البديل القائل :

أن قيم الأخطاء المقدرة للنموذج غير مستقلة (غير عشوائية) أى أن :

$$H_0 = \rho_s(a_t) = 0$$

$$H_0 = \rho_s(a_t) \neq 0$$

ونختبر الفروض اعلاه بإستخدام Box-Pierce وهو $Q = n\sum_{s=1}^{m} r_s^2\,(a_t)\ ;\ m = n/2$

ويتم مقارنة Q مع χ^2 فإذا كانت قيمة $Q \leq \chi^2_{(m-d-p-q)\alpha}$ نقبل فرض العدم مما يعني عشوائية الأخطاء ، أما خلاف ذلك نرفض فرض العدم ونقبل البديل .

إذن $Q = n\sum_{s=1}^{m} r_s^2\,(a_t) = 0.54$

$$\chi^2_{(m-d-p-q)\alpha} = \chi^2_{(48-0-1-1)0.05} = 26.5$$

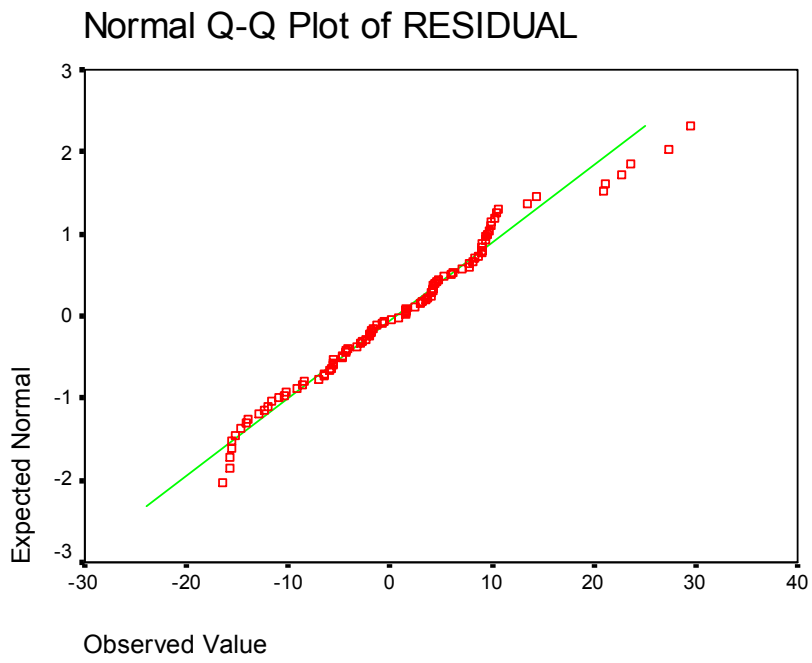
وبما أن قيمة $Q \leq \chi^2$ نقبل فرض العدم وان الاخطاء مستقلة .

3. أختبار توزيع البواقى :

الغرض من هذا الاختبار هو التأكد من توزيع البواقى هل لها توزيع طبيعى يتطابق مع الفروض بأن $a \sim IIN\,(0\,,\sigma_a^2)$ ويمكن معرفة ذلك من رسم البواقى عن طريق إستخدام رسم الإحتمال الطبيعى (Normal Probability Plot) والمدرج التكرارى Histogram الذين يبينهما الشكلين رقم (4−20) والشكل رقم (4−21) ، ومن خلال الرسم يتضح أن البواقى طبيعية.

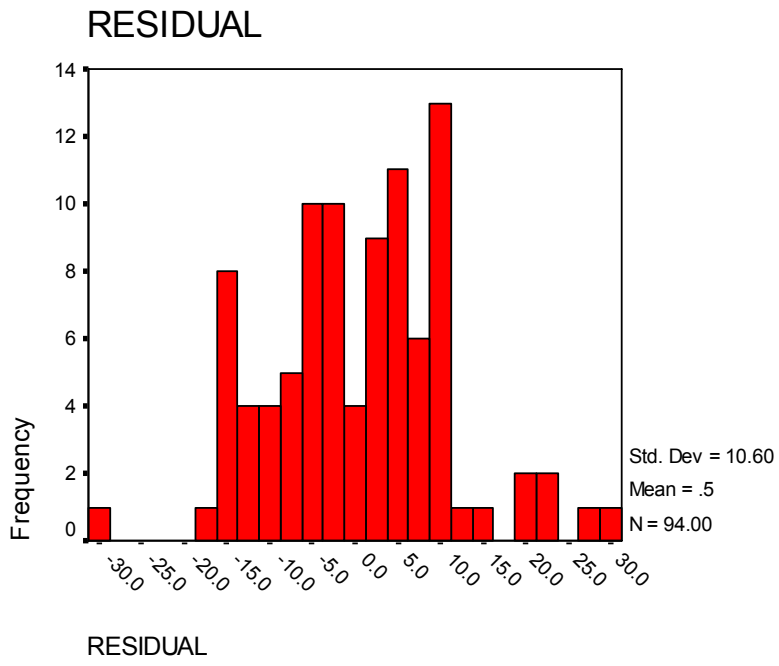
الشكل رقم (4-20) رسم البواقى عن طريق إستخدام الإحتمال الطبيعى

Normal Probability Plot



شكل رقم (4-21) رسم البواقى عن طريق إستخدام المدرج التكرارى

Histogram



4-4-4 التنبؤ : Forecasting

بعد المرور بخطوات التعرف على النموذج المناسب لبيانات سلسلة حوادث الموت وتقدير معالمه وفحص النموذج نستخدم النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية (حوادث الموت للشهور القادمة)

جدول رقم (4-24): التنبؤ بحوادث الموت للعام 2014

الشهر	التنبؤ بالحوادث
يناير	**50**
فبراير	**48**
مارس	**46**
ابريل	**44**
مايو	**42**
يونيو	**40**
يوليو	**38**
اغسطس	**36**
سبتمبر	**34**
اكتوبر	**32**
نوفمبر	**30**
ديسمبر	**28**

نلاحظ من الجدول أن قيم السلسلة تمثل حوادث الموت التى تتناقص تدريجياً ، وهذا يدل على أن الحوادث تقل تدريجياً وذلك يعنى نجاح خطة المرور الى حد كبير فى الحد من حوادث المرور وإختناقات المرور وبالتالى تكون حققت الإدارة العامة للمرور أهدافها .

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

إن النتائج والتوصيات هي حالة الربط بين الجانب النظري والجانب العملي وأهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم الوصول إليها من خلال البحث .

5-1 النتائج:

أهم النتائج التي توصل اليها البحث ما يلي:

1-استخدام تحليل السلاسل الزمنية في دراسة حوادث المرور البسيطة والجسيمة والموت .

2-السلاسل الزمنية قيد البحث هى سلاسل غير مستقلة حيث :

أ- سلسلة الحوادث البسيطة غير مستقلة في وسطها وبأخذ الفرق الأول أصبحت مستقرة.

ب- سلسلة الحوادث الجسيمة غير مستقلة في وسطها وبأخذ الفرق الأول أصبحت مستقرة.

ج-سلسلة حوادث الموت غير مستقلة في وسطها وبأخذ الفرق الثاني أصبحت مستقرة.

3-النموذج الإحصائي للسلسلة الأولى (الحوادث البسيطة) هو نموذج أوساط متحركة Moving Average Model من الدرجة الاولى MA(1) .

4- النموذج الاحصائي للسلسلة الثانية (الحوادث الجسيمة) هو نموذج أوساط متحركة Moving Average Model من الدرجة الاولى MA(1) .

5- النموذج الاحصائي للسلسلة الثالثة (حوادث الموت) هو نموذج مختلط (انحدار ذاتي ذو أوساط متحركة Autoregressive Moving Average Model) من الدرجة الاولى ARMA(1,0,1) .

6- النماذج التى تم التوصل اليها هى نماذج كفؤه ويمكن الاعتماد عليها .

7- يمكن استخدام النماذج التي توصل إليها البحث لمعرفة إتجاهات السلسلة لإستخدامها من قبل الجهات التخطيطية لتحليل ودراسة الظاهرة .

5-2 التوصيات

1-يمكن استخدام النماذج التي توصل اليها البحث من قبل الجهة المستفيدة (إدارة المرور) للسيطرة على الحوادث ولمعرفة إتجاهاتها فى المستقبل .

2-يوصى الباحث بالقيام بدراسات وبحوث تأخذ مدى الاعتبار المناسب لزيادة فى عدد المركبات والزيادة فى عدد الحوادث لمعرفة الزيادة النسبية الحقيقية فى حوادث المرور لأن بحثنا هذا أخذ واقع حال الحوادث دون النظر الى أعداد المركبات .

3- يوصى الباحث إستخدام تحليل السلاسل الزمنية لمتعدد المتغيرات Multivariate Time Series Analysis وذلك من خلال أخذ السلسلة لعدة متغيرات.

4- يرى الباحث أن على إدارة المرور في حالة وقوع الحوادث أن يؤخذ في عين الاعتبار أسباب الحوادث وعمر السائقين وعمر السيارة المستخدمة.

5- يرى الباحث أن أهم أسباب الحوادث داخل ولاية الخرطوم، ومن واقع التجارب المُعاشة أن الهواتف النقالة هو أحد أهم أسباب وقوع الحوادث البسيطة والجسيمة.

6- إدخال الوسائل العلمية الحديثة لمراقبة الطرق من كاميرات مراقبة وتواجد مروري مُكثّف.

7- تحسين الطرق وصيانتها والاهتمام بإنارة الطرقات ووضع علامات المرور لتوضيح مناطق العبور أو المدارس والجامعات.

المصادر والمراجع

1. Ablent Kuany ، Jok، بحث ماجستير في الإحصاء التطبيقي، 2006م، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان الأمطار في ولاية القضارف.
2. أبو القاسم، على، أساليب الإحصاء التطبيقي، 1987م، دار الشباب للنشر والترجمة والتوزيع – نيقوسيا – قبرص.
3. ادريس، انتصار أبو تلة بشير، بحث درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي، 2010م، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (استخدام تحليل السلاسل الزمنية لبناء نماذج حوادث الحركة بولاية الخرطوم) .
4. أساليب ووسائل الحد من حوادث المرور (الندوة العلمية الاربعون)، أكاديمية نايف للعلوم الأمنية، الرياض، 1418ه–1997م، مركز الدراسات والبحوث.
5. الأطرقجى، محمد على، الوسائل التطبيقية في الطرق الاحصائية، 1982م، دار الطليعة للطباعة والنشر، بيروت.
6. الطيب، الشيخ ادريس، بحث ماجستير في الإحصاء التطبيقي، 2007م، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (دراسة النماذج الإحصائية لإنتاج الطاقة الكهربائية في السودان).
7. برى، عدنان ماجد، طرق التنبؤ الإحصائي، الجزء الأول، 2002م، جامعة الملك سعود.
8. حسن، سيف الدين عوض، نظام المرور في السودان (الواقع والرؤية المستقبلية)، 1999م–2000م، بحث لنيل زمالة أكاديمية الشرطة العليا.
9. عثمان، منتصر أحمد، بحث ماجستير في الإحصاء التطبيقي،، 2009م، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بكمية الأمطار في ولاية كسلا).

10. فاندلى، والتر، السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جنكنز، ترجمة عبدالرحمن المرضى حامد، أحمد حسين، 1992م، دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية .
11. محجوب، رشا شمس الدين، بحث درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي، 2009م، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: (تطبيق نماذج بوكس جنكنز للتنبؤ بتكلفة الحالات المحولة بالتأمين الصحي).
12. محمد، أكرم عبد الدائم، بحث ماجستير في الإحصاء التطبيقي، 2006م، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان الإصابة بمرض السرطان.