

دراسة تحليلية لحساب معدلات حوادث المرور بالجمهورية

محمد نجيب سالم بالخير و أحمد محمد القاضي و ابتسام محمد برياش

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة
جامعة الفاتح - طرابلس

ABSTRACT

In the last few years, the Jamahiriya has witnessed a great development renaissance in the economic and social fields that led to a remarkable increase in transportation mobility for both intra-as well as inter- cities. Consequently, and based on other factors such as increase of number of registered vehicles and population, one of the negative impact of the modern development in the field of traffic and transportation, was the traffic accidents and their causes of death and handicapped people. Since there are many variables that affect traffic accidents that composed of a complex set of factors that having different influences on the intensity and severities of accidents, It was found that the most important variables affecting to traffic accidents include the number of registered vehicles and population.

This paper aims to study these two variables as the primarily factors causing the traffic accidents in Libya. Many mathematical equations have been provided to develop correlated models that link the basic variables for traffic accident studies, such that number of accident deaths and their relationships with the number of registered vehicles and population by using linear regression technique. In addition, a comparison of Libyan accident death rates with international measures was considered. Based on the models results, the research concluded that the future accident death rates in Libya can be estimated.

الملخص

شهدت الجماهيرية في السنوات الأخيرة نهضة تنموية كبيرة في المجالات الاقتصادية والاجتماعية أدت إلى زيادة ملحوظة في الحركة والنقل سواء داخل أو خارج مدن الجماهيرية. وكنتيجة حتمية للنمو المتزايد في عدد المركبات وعدد السكان، فإنه من أهم النتائج السلبية على قطاع النقل زيادة عدد الحوادث المرورية وما ينتج عنها من وفيات وإعاقات. إن مسؤلية وقوع مثل هذه الحوادث تشترك فيها عوامل عديدة تشكل في مجملها منظومة تتفاوت في تأثيرها على شدة وخطورة الحادث.

تهدف هذه الورقة إلى دراسة عدد السكان والمركبات المسجلة كمتغيرين مسببين في الحوادث المرورية بالجمهورية، حيث تناولت دراسة العديد من النماذج الرياضية لاشتقاق علاقات تربط المتغيرات الأساسية والتي من بينها عدد الوفيات الناتجة من حوادث الطرقات وعلاقتها بعدد المركبات والسكان وذلك باستخدام تقنيات خط الانحدار بالإضافة إلى تحليل بعض النماذج لتقدير معدلات حوادث القتل في ليبيا ومقارنتها بالقياسات العالمية. كما أشارت نتائج الدراسة لوجود علاقة قوية بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات المسجلة. وبناءً على نتائج تحليل العلاقات التي تم الوصول إليها، خلصت الدراسة إلى استنتاجات وتوصيات ترى أنها جديرة بالاهتمام للتنبؤ بعدد وفيات الحوادث المرورية المتوقعة مستقبلاً في الجماهيرية.

الكلمات المفتاحية: عدد السكان؛ المركبات المسجلة؛ الحوادث المرورية؛ النماذج الرياضية؛ تقنيات خط الانحدار

المقدمة

تتسم جميع حوادث المرور بصفة أساسية وهي الصفة اللاإرادية أو الغير عمدية وأنها تقع بسبب الإهمال أو الرعونة أو عدم مراعاة القوانين واللوائح والأنظمة المرورية.[1] وأن إرادة الشخص لم تتجه إلى ارتكاب الحادث المروري سواء أكان متوقعا لذلك أو يجب عليه أن يتوقعه بما تفرضه عليه البيئة المحيطة به. وفي الواقع أنه من الصعوبة أن يشار إلى عامل معين بوصفه سببا رئيسيا في زيادة عدد الحوادث المرورية. فهناك عدد كبير من العوامل قد تكون السبب الرئيسي في هذه الزيادة، ومن المعروف أن هذه العوامل متغيرة من دولة إلى أخرى ومن مدينة إلى أخرى في نفس البلد الواحد، فمثلا العناية بشبكة الطرق لأي دولة تختلف عن دولة أخرى، وهذا بالطبع يؤدي إلى اختلاف في التأثير على مستوى الحوادث المرورية وما ينتج عنها من إصابات.

بالإضافة إلى ما ذكر آنفا، يوجد هناك ثلاثة عوامل رئيسية تحدد مستوى حوادث المرور وهي عدد المركبات وعدد السكان والمسافات المقطوعة. وبالطبع فإن هذه العوامل تتفاعل إما طرديا أو عكسيا مع معدل الحوادث في جميع أنحاء العالم [2] وبما أن هذه العوامل تتغير بنسب مختلفة من بلد إلى آخر مما يؤدي بدوره إلى معدلات مختلفة من الحوادث المرورية في أقطار العالم المختلفة، لهذا كان من المهم جدا إيجاد علاقة بين هذه العوامل ومعدل الحوادث لكل بلد على حده.

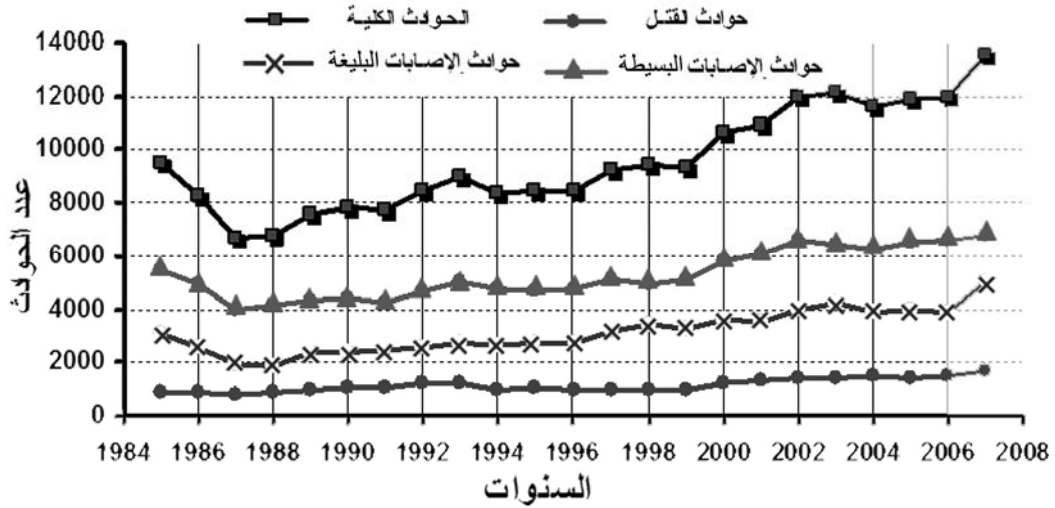
الحوادث المرورية في الجماهيرية

إن دول العالم بشكل عام والجماهيرية بشكل خاص شهدت نموا اجتماعيا واقتصاديا كبيرين نتيجة لخطط التنمية المستدامة، وما تبع ذلك من زيادة في أعداد السكان حيث أشارت البيانات الإحصائية بأن النمو السكاني زاد عن 4% في فترة زمنية (وأستقر حاليا إلى حوالي 2%)، وأن ما يقارب 60% من السكان يقطنون في مراكز المدن الرئيسية [3] هذا النمو المستمر للمدن أدى إلى زيادة مساحاتها وظهور ضواحي بعيدة عن مناطق أواسط المدن مما أدى إلى طول الرحلات التي يقوم بها السكان، سواء لغرض العمل، أو التعليم، أو الزيارات الاجتماعية وغيرها، الأمر الذي جعل غالبية سائقي السيارات الخاصة يشعرون بالتعب أثناء القيادة بسبب طول زمن الرحلة، وبخاصة أن بيئة مناخ معظم مناطق الجماهيرية يتصف بالجفاف وارتفاع درجة الحرارة، مما يزيد من إرهاق السائقين ويعرضهم لخطر الحوادث المرورية نتيجة لقيادتهم للسيارات بسرعات عالية في سبيل الوصول للأماكن المقصودة [1].

وفي ظل غياب النقل العام الفعال داخل المدن أدى هذا إلى زيادة في الاعتماد على السيارات الخاصة فارتفعت معدلات ملكية هذه الوسيلة في المجتمع، مما سبب ضغطا على الطرق، وحركة المرور، وحدوث اختناقات مرورية، وعرقلة لحركة السير، خاصة عند المواقع الحيوية في المدن، فزادت معدلات حوادث المرور وخطورتها، حيث أشارت الإحصاءات المرورية إلى أن هناك تزايدا وارتفاعا كبيرين في معدلات حوادث السير في الجماهيرية [4-5]. ففي عام 2007م ارتفعت نسبة الحوادث المرورية على طرق الجماهيرية بمقدار 43% عن عام 1985م، أما عدد الإصابات فكانت الزيادة بنسبة أكثر من 51%، بينما تضاعف عدد القتلى عما كان عليه في تلك السنة، في حين وصل الفاقد الاقتصادي إلى 32.7 مليون دينار ليبّي في السنة [5] وبناءً على البيانات المجمعة فالواقع المروري في الجماهيرية متفاوت النتائج ويشهد تطورا متباين يوضحه الجدول (1) والشكل (1).

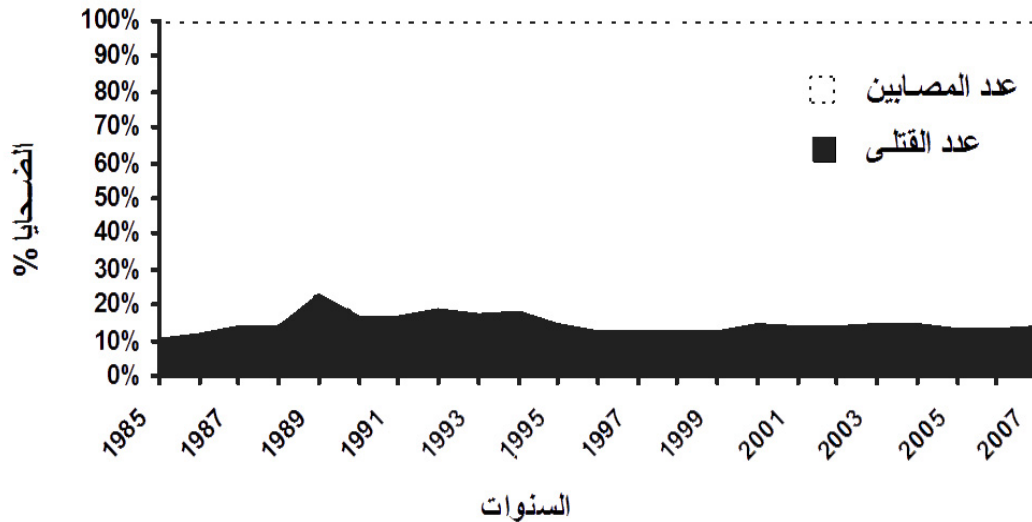
الجدول 1: الحوادث المرورية الواقعة في الجماهيرية ونتائجها خلال الفترة 1985م - 2007م [4]

البيان	عدد الحوادث	عدد الضحايا
حوادث مرورية نتج عنها وفاة	26,413	32,720
حوادث مرورية نتج عنها إصابات بليغة	59,319	85,652
حوادث مرورية نتج عنها إصابات بسيطة	62,175	109,560
حوادث مرورية نتج عنها تلفيات وأضرار مادية	72,146	-
المجموع الكلي	220,053	227,932



الشكل 1: أعداد وأنواع الحوادث المرورية بالجماهيرية خلال الفترة من 1985م - 2007م

كما تبين من الإحصائيات أن لكل ألف حادث مروري يقع في الجماهيرية ينتج عنه تقريباً 150 حالة وفاة والتي تمثل أكثر من 16% من المصابين جراء هذه الحوادث كما هو موضح بالشكل (2).



الشكل 2: عدد المتوفين بالنسبة لعدد المصابين في الحوادث المرورية بالجماهيرية خلال الفترة من 1985م - 2007م

كما وأنه لكل 100 ألف نسمة من السكان يتعرض منهم حوالي 205 شخصاً لحادث مروري، ينتج عنها حوالي 182 مصاباً، وحوالي 31 حالة وفاة ولقد بلغ عدد المصابين وعدد المتوفين بسبب حوادث المرور لكل 10 آلاف مركبة حوالي 85 شخصاً، وحوالي 14 فرداً على التوالي.

أهداف وإطار الدراسة

يهدف هذا البحث لتوضيح الدور الإستراتيجي للبحث العلمي في تحليل ظاهرة وفيات الحوادث المرورية، حيث كانت الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة هي:

- ربط المتغيرات الأساسية في الدراسات المرورية ومنها أعداد الوفيات وعلاقتها بالعدد الكلي للسكان والمركبات في الجماهيرية.
- تحليل أنماط الحوادث المرورية الممكن تطبيقها على الجماهيرية للوصول إلى تمثيلها بنماذج رياضية تحاكي وفيات الحوادث المرورية الحالية.
- اشتقاق نماذج رياضية للتنبؤ بعدد الوفيات الناتجة عن الحوادث المرورية في الجماهيرية.

تجميع البيانات المرورية

للوصول إلى أهداف الدراسة، تم تجميع متغيرات الدراسة خلال الفترة الزمنية من سنة 1998م إلى 2007م من كافة مدن الجماهيرية وذلك من خلال المعلومات المتوفرة بالجهات العامة والموضحة بالجدول (2). وقد تم تجميع البيانات الخاصة بعدد السكان من الإدارة العامة للتوثيق والمعلومات [3] أما عن المعلومات الخاصة بوفيات الحوادث المرورية فقد تم تجميعها من الإصدارات التي تصدرها اللجنة الشعبية العامة للأمن العام [4] والبيانات المتعلقة بعدد المركبات تم جمعها من مكتب الإحصاء المروري بالإدارة العامة للمرور والتراخيص والمعاد ترقيمها وتسجيلها من سنة 1998م على مستوى أقسام التراخيص بالشعبيات وفق القرار رقم (1996/1331م).

الجدول 3: عدد قتلى ومركبات وسكان الجماهيرية خلال الفترة 1998م - 2007م [3-4]

السنة	عدد القتلى (F)	عدد المركبات (V)	عدد السكان (بالآلاف) (P)
1998	1,224	203,575	4,777
1999	1,204	411,543	4,914
2000	1,504	675,257	5,125
2001	1,598	809,065	5,300
2002	1,751	1,008,528	5,484
2003	1,744	1,126,901	5,679
2004	1,785	1,255,704	5,883
2005	1,800	1,310,530	6,098
2006	1,866	1,508,662	5,324
2007	2,138	1,826,533	5,421

التحليل الإحصائي المستخدم

إن وجود الأرقام يتطلب التفكير بأسلوب يساعد على توظيف هذه الأرقام وفق رؤية علمية صحيحة من خلال الأساليب المناسبة، والتي تساعد في النهاية على الوصف الدقيق، والتفسير العلمي، واستنتاج ما قد يطرأ على الظاهرة موضوع الدراسة من تطورات في المستقبل، ومن ثم وضع الخطط العلمية لمواجهةها. لذا يعتبر كثير من البُحاث أن الطرق الإحصائية هي الركيزة الأساسية من ركائز البحث العلمي، والتي عادة تبحث في:

- طرق جمع البيانات الصحيحة والدقيقة عن ظاهرة ما، ثم تلخيص هذه البيانات (بيانياً أو في جداول) في صورة مبسطة يسهل فهمها وقراءتها.

- وصف هذه البيانات ثم تحليلها واستخراج النتائج منها، واتخاذ القرارات المناسبة.

- دراسة العلاقة بين المتغيرات في الظاهرة وتقدير قيمة الظاهرة في المستقبل.

وكان الغرض الأساسي من هذا البحث هو تحليل وتقييم العلاقات بين مجموعة من المتغيرات للوصول إلى صيغة تصف هذه العلاقات. فإذا كانت هناك علاقة بين المتغير التابع (عدد القتلى) والمتغير المستقل (عدد السكان وعدد المركبات) فيمكن التعبير عنها بمعادلة رياضية ومنها يمكن التنبؤ بقيمة المتغير التابع إذا علمت قيمة أحد المتغيرين المستقلين أو كلاهما. وتعتبر أساليب تحليل معادلة الانحدار من أهم وأقوى أساليب التحليل الإحصائي لمعرفة العلاقات التي تربط هذه المتغيرات. كما وأنه يتحدد نوع الانحدار من عدد المتغيرات المستقلة كالتالي:

- الانحدار البسيط وهو الذي يبحث في العلاقة بين متغيرين فقط بحيث يكون التنبؤ بقيم أحد المتغيرين (التابع) من قيم المتغير الآخر (المستقل).

- الانحدار المتعدد وهو دراسة العلاقة بين أكثر من متغيرين بحيث يكون التنبؤ بقيم أحد هذه المتغيرات (المتغير التابع) من قيم باقي المتغيرات (المستقلة).

كما يمكن أن يكون انحداراً خطياً إذا كانت العلاقة بين المتغيرات من الدرجة الأولى، وغير خطي إذا كانت العلاقة بينهم ليست من الدرجة الأولى.

والانحدار الخطي كأداة للقياس لا تُحدد أي من المتغيرات يكون تابع أو مستقل إنما يلجأ الباحث إلى تحديد المتغيرات، مثال: تفسير ظاهرة الحوادث بالمركبات (مع ثبات العوامل الأخرى) فمعظم الدراسات [6,2,1] تؤكد على أن عدد وفيات الحوادث المرورية مرتبط بعدد المركبات وعدد السكان.

وبالتالي فالباحث يسعى إلى إعطاء شكل للعلاقة بين المتغيرات على شكل دالة يكون فيها المتغير التابع (عدد الوفيات F)، و X المتغير المستقل (عدد المركبات V ، أو عدد السكان P) وبالتالي يكون الانحدار البسيط هو المستخدم في هذه الحالة. أما حالة الانحدار المتعدد فيكون فيها

استخدام المتغيرين P و V . هذا ولقد تم الاستعانة بمنظومة للتحليل الإحصائي (MINITAB) في إعداد وتحليل البيانات المجمع بعد تجهيزها طبقاً لمتطلبات هذا البرنامج. ولإجراء التحليلات الإحصائية اللازمة لمعرفة صلاحية كل نموذج رياضي تم استخراج المعاملات والبيانات التالية.

- معامل الارتباط الخطي بين المتغيرين التابع والمستقل.

- معادلة الانحدار مبينا عليها المعاملات المستخدمة.

- الانحراف المعياري للأخطاء (S_e).

- معامل الإيجادية لكل نموذج (Coefficient of Determination).

- جدول تحليل التباين شاملاً قيمة فيشر المحسوبة (Anova Table).
- الخطأ المعياري للتقدير (Standard Error of Estimate) كنسبة مئوية من متوسط القيمة المقدرة (\bar{Y})، والذي يقيس دقة معادلة الانحدار في تقدير العلاقة بين المتغيرين، فيصغر SEE كلما كانت العلاقة قوية ويكون التنبؤ عندها أكثر دقة.

$$SEE = \frac{S}{Y} * 100$$

- اختبارات المتبقيات للتأكد أن النموذج لا يحتاج إلى تحسين (Residual Test).
- ومن النتائج المستخرجة من الحاسب تم الحصول على النماذج الرياضية التالية:

النموذج الرياضي الأول

من نتائج الحاسوب المتحصل عليها في إيجاد العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية (F) وعدد المركبات المسجلة (V) كانت معادلة خط الانحدار المتحصل عليها كالتالي:

$$F = 1078 + 0.000581V \quad (1)$$

مناقشة نتائج النموذج الأول

بناءً على المعلومات الإحصائية الكاملة لهذا النموذج والتي تم إرفاقها بالملحق (1-أ)، تمكنا من الوصول إلى النقاط الآتية:

- يتوقع أن يزداد عدد وفيات الحوادث المرورية بمقدار 0.000581 عند زيادة عدد المركبات بمقدار مركبة واحدة، وعند إختبار فترة الثقة نجد أن هذه الزيادة:

$$b_1 \pm t_{.975}^8 S_e(b_1) = 0.000581 \pm (2.306)(0.000047) \quad (2)$$

تقدر ما بين (0.00047، 0.00069) بثقة مقدارها 95%، وحيث أن هذه الفترة لا تحتوي على الصفر فإنه نستطيع أن نقر بوجود علاقة بين عدد الوفيات وعدد المركبات.

- إن نموذج الانحدار استطاع أن يفسر 95% من الاختلاف الكلي الحاصل في قيم عدد وفيات الحوادث المرورية، مما يدل أن نموذج الانحدار يمكن الاعتماد عليه في تقدير وفيات الحوادث المرورية في وجود قيم المتغير المستقل (عدد المركبات).

- أن قيمة F_{cal} المحسوبة أكبر بكثير من F_{cr} الجدولية، لذا فهناك علاقة قوية بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات. كما أن قيمة T_{cal} المحسوبة أكبر بكثير من T_{cr} الجدولية، إذا يتم رفض الفرضية الصفرية وتقبل الفرضية البديلة ($H_1 : \beta_0 \neq 0$)، وبما أن:

$$b_0 \pm t_{.975}^8 S_e(b_0) = 1077.52 \pm (2.306)(52.01) \quad (3)$$

الفترة (1197.46، 957.59) لا تحتوي على الصفر فإنه لا يوجد احتمال أن يمر الخط بنقطة الأصل.

- وجد كذلك أن MSE صغيرة نسبياً إذا ما تم مقارنتها بـ MSR وبالتالي فإن الخطأ المعياري لميل الخط الارتدادي يعتبر صغيراً ($S_e = 68.3$).
- ولقد وجد أن الخطأ المعياري للتقدير يساوي 4.11%، وهو صغير جداً.
- ومن خلال رسم العلاقات بين Standardized Residuals وكل من القيم التقديرية لعدد الوفيات وغيرها من المتغيرات، وجد أن الأشكال طبيعية ولا يحتاج النموذج إلى تحسين كما هو موضح في الشكل (1-ب).

النموذج الرياضي الثاني

من نتائج الحاسوب المتحصل عليها في إيجاد العلاقة بين عدد الوفيات (F) وعدد السكان (P)، كانت معادلة الانحدار كالتالي:

$$F = -915 + 0.477P \quad (3)$$

مناقشة نتائج النموذج الثاني

بناءً على المعلومات الإحصائية الكاملة لهذا النموذج والمرفقة بالملحق (2-أ) نجد أن:

- عدد وفيات الحوادث المرورية يتوقع أن يزداد بمقدار 0.477 بزيادة عدد السكان بمقدار نسمة واحدة، وبثقة مقدارها 95% وجد أن هذه الزيادة تقدر ما بين (0.0583، 0.896) وبما أن هذه الفترة لا تحتوي على الصفر فإنه نستطيع أن نقول بأنه توجد علاقة بين عدد الوفيات وعدد السكان.

$$b_1 \pm t_{.975}^8 S_e(b_1) = 0.4771 \pm (2.306)(0.1816) \quad (4)$$

- وجد أن R^2 تساوي 46.3% أي أن نموذج الانحدار أستطاع أن يفسر فقط 46.3% من الاختلاف الكلي في قيم عدد وفيات الحوادث المرورية، مما يدل أن النموذج ضعيف في الاعتماد عليه في تقدير الوفيات في وجود قيم المتغير المستقل (عدد السكان).
- من النتائج نجد أن قيمة F_{cal} المحسوبة أكبر من F_{cr} الجدولية ولكن بنسبة بسيطة، أي أنه توجد علاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد السكان ولكنها ضعيفة جداً.
- كما نجد أن قيمة T_{cal} تقع بين T_{cr} الجدولية الموجبة والسالبة أي أنها تقع في منطقة القبول، أي أنه يتم قبول الفرضية الصفرية ($H_0: \beta_0 = 0$) وأن هناك احتمال بأن الخط الارتدادي يمر بنقطة الأصل حيث أن هذه الفترة (3182.3، 1352.3) تحتوي على الصفر:

$$b_0 \pm t_{.975}^8 S_e(b_0) = -915.0 \pm (2.306)(-983.2) \quad (5)$$

- عند قياس الخطأ المعياري لميل الخط الارتدادي وجد أنه كبير نسبياً ($S_e = 224$).
- وجد أن الخطأ المعياري للتقدير يساوي 13.5%، وهذه القيمة تعتبر كبيرة نسبياً.
- عند فحص إختبار المتبقيات كما هو موضح بالشكل (2-ب)، وجد أن الأشكال تقريباً طبيعية ولا يحتاج النموذج إلى تحسين.

النموذج الرياضي الثالث

كانت معادلة خط الإنحدار المتحصل عليها من نتائج الحاسوب في إيجاد العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد السكان والمركبات معا:

$$F = 1058 + 0.000579V + 0.004P \quad (6)$$

مناقشة نتائج النموذج الثالث

بناءً على المعلومات الإحصائية الكاملة لهذا النموذج والمرفقة بالملحق (3-أ)، تمكنا من الوصول إلى أن:

- عدد وفيات الحوادث المرورية يتوقع أن يزداد بمقدار 0.00058 عند زيادة عدد المركبات بمقدار مركبة واحدة، وبمقدار 0.004 عند زيادة عدد السكان بمقدار نسمة واحدة.
- وجد أن R^2 تساوي 95%، مما يدل أن نموذج الإنحدار يمكن الإعتماد عليه في تقدير متوسط عدد وفيات الحوادث المرورية في وجود قيم المتغيرين المستقلين (عدد المركبات، وعدد السكان).
- بما أن قيمة F_{cal} المحسوبة أكبر بكثير من F_{cr} الجدولية، إذاً فهناك علاقة خطية قوية بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات في وجود عدد السكان.
- عند قياس الخطأ المعياري لميل الخط الإرتدادي وجد أنه صغير نسبياً. ($S_e = 73$).
- كما وجد أن الخطأ المعياري للتقدير يساوي 4.4%، وقيمته صغيرة نسبياً.
- من رسم متبقيات النموذج والرسم البياني للمتغيرات وجد أن النموذج لا يحتاج إلى تحسين.

الجدول 4: المقارنة بين النماذج

النموذج	$SEE = \frac{S_e}{Y} * 100$	$R^2 = \frac{SSR}{TSS}$	$S^2 = \frac{SSE}{(n-p)}$	$C_p = \left(\frac{SSE}{S^2} \right) - [n-2p]$
العلاقة بين عدد الوفيات والمركبات	%4.11	%95	4664	2
العلاقة بين عدد الوفيات والسكان	%13.5	%46.3	50171	2
العلاقة بين عدد الوفيات وكل من عدد المركبات والسكان	%4.4	%95	5329	3

النموذج الرياضي الرابع "نموذج جايبكوب" [9-7]

من التطبيقات الإحصائية لمعادلات الارتداد تم تحويل المعادلة الآتية (عن طريق أخذ لوغاريتم الطرفين) إلى:

$$F = b_0 V^{b_1} P^{b_2}$$

$$\ln(F) = \ln(b_0) + b_1 \ln(V) + b_2 \ln(P)$$

وعند جمع بيانات واقعية عن كل من F و V و P خلال سنوات الدراسة ومعالجة الدالة بتحليل خط الإنحدار (Linear Regression Analysis) وتطبيق البرامج الإحصائية تم الحصول على قيم الثوابت b_0 و b_1 و b_2 في الدالة. ومن ثم أخذت العلاقة الصورة النهائية التالية:

$$F = 83.9V^{0.272} P^{-0.086} \quad (7)$$

النموذج الرياضي الخامس "نماذج سمدة" [11-10]
أولاً:- النموذج الأول لسمدة

$$\frac{F}{V} = b_0 \left(\frac{V}{P} \right)^{b_1}$$

$$\ln\left(\frac{F}{V}\right) = \ln(b_0) + b_1 \ln\left(\frac{V}{P}\right)$$

ثانياً:- النموذج الثاني لسمدة

$$\frac{F}{P} = b_0 \left(\frac{V}{P} \right)^{b_1}$$

$$\ln\left(\frac{F}{P}\right) = \ln(b_0) + b_1 \ln\left(\frac{V}{P}\right)$$

وبمعالجة الدالتين بتحليل خط الإنحدار، تم الحصول على قيم الثوابت b_0 و b_1 وأخذت العلاقات الصور النهائية التالية:

$$\frac{F}{V} = 0.113 * \left(\frac{V}{P} \right)^{-0.805} \quad (8)$$

$$\frac{F}{P} = 0.113 * \left(\frac{V}{P} \right)^{0.195} \quad (9)$$

الجدول 5: المقارنة بين نماذج دراسات جايكوب وسمدة

C _p	S ²	R ²	SEE	النموذج
3	0.03017	%90.4	%2.35	نموذج جايكوب
2	0.005	%97.9	%1.19	النموذج الأول لسمدة
2	0.00557	%73.6	%6.27	النموذج الثاني لسمدة

الاستنتاجات

- استناداً إلى نتائج التحليلات الإحصائية، توصلت هذا الورقة إلى الاستنتاجات التالية:
- أُتضح من خلال نتائج الدراسة بأن علم الإحصاء يمكن أن يُستغل في تحليل الحوادث المرورية ويجعل الوقاية منها أمراً ممكناً وذلك من خلال الرصد الجيد والمتكامل للحوادث والاستفادة من أساليب التنبؤ الإحصائي لتلك الحوادث.
- وجدت المنحنيات البيانية للمتغيرات قريبة من المنحنى الطبيعي حيث تعتبر جميعها متوسطة لتفرطح، أما من ناحية الالتواء فإن منحنيات عدد الوفيات وعدد المركبات تعتبران ذات التواء

خفيف ناحية اليسار، أما منحني عدد السكان فلقد أعطي ذيل أكبر ناحية اليمين "التواء موجب"

- إن النتائج الإحصائية (ملحق ب) للدوال تشير إلى أن هناك علاقة جيدة بين المتغير التابع Dependent Variable والذي يمثل وفيات الحوادث المرورية والمتغيرات المستقلة Independent Variables والتي تمثل في الدالة الأولى عدد المركبات، وفي الدالة الثانية عدد السكان وفي الدالة الأخيرة المتغيرين معا. فلقد وجد أن معامل الارتباط أقوى بين كل من وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات من الدوال الأخرى حيث بلغ في هذه الدالة 0.975، وهذا يشير إلى المقدرة والقابلية العالية لعدد المركبات المسجلة في استخدامها للتنبؤ بعدد وفيات حوادث المرور المستقبلية.
- من المقارنة بين الدوال الموضحة بالجدول (4) نجد أن الدالة الأولى تشير إلى أن معدل ارتفاع عدد القتلى يزداد بزيادة عدد المركبات حيث بلغ معامل الإيجادية لهذه العلاقة 95%، وتشير الدالة الثانية أن معدل الارتفاع في قتلى حوادث المرور يعد بطيئاً مع الزيادة في عدد السكان حيث بلغ معامل الإيجادية لهذه الدالة فقط 46.3%، وتشير الدالة الأخيرة أن الزيادة في عدد المركبات والسكان معا تعطي مؤشرا جيدا للتنبؤ بوفيات الحوادث المرورية حيث بلغ معامل الإيجادية لهذه الدالة 95%. ولكن بالرجوع إلى الاختبارات الإحصائية تعتبر الدالة الأولى هي الأفضل من حيث الاستخدام.
- أما عند التطبيق الإحصائي للمعادلات التي استنتجها جايكوب وسمد فإن النتائج تشير إلى أن هذه النماذج قد كانت موفقة إلى حد ما لتمثيل الوضع الحالي في الجماهيرية. وبمقارنة النتائج الإحصائية لهذه الدوال، نجد أن دالة النموذج الأول لسمد بلغ معامل الإيجادية لها 97.9%، كما أن الدالة تعطي أصغر قيمة للخطأ المعياري للتقدير، لذا فيعتبر النموذج الأول لسمد هو الأفضل للتطبيق في التنبؤ بعدد وفيات الحوادث المرورية بمعرفة عدد المركبات والسكان في الجماهيرية.

التوصيات

- في ضوء النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة، يوصي البُحاث بما يلي:
 - فيما يتعلق بالخلفية النظرية للنماذج، نجد أن النماذج اعتمدت على متغير مستقل واحد أو متغيرين مستقلين فقط ولم تدخل متغيرات وعوامل أخرى مؤثرة على المتغير غير المستقل الذي استخدم، وهذا في الواقع يضعف الدافع إلى استخدام هذه النماذج من قبل المهتمين بموضوع الحوادث المرورية، ولكن النظرة الواقعية للموضوع تشير إلى أن الجماهيرية تفتقر إلى المعلومات الأساسية في كثير من الأحيان، لهذا فالمطالبة بإدخال معلومات أكثر تتطلب بيانات أكثر من التجميع والتي تكون في أغلب الأحيان غير متوفرة، لهذا نقترح أن يكون استخدام هذه النماذج كمؤشرات أولية لمعالجة المشكلة المرورية على المستوى المحلي.
 - إجراء دراسة حول العوامل المختلفة التي تؤثر في التباين في قيم معالم النماذج الرياضية، كما نوصي بإجراء دراسة حول هذه النماذج على المستوى الإقليمي للجماهيرية.
 - الاهتمام جدياً بإنشاء مراكز للبحث العلمي في قطاع النقل والمرور بمدن الجماهيرية وتزويدها بكل ما يلزم من أسباب النجاح وبخاصة تدفق البيانات والمعلومات منها وإليها، وكذلك تعريف

- متخذي القرار في هذا المجال بأهمية نتائج البحث العلمي في تطوير قطاع السلامة المرورية وذلك عن طريق استحداث قاعدة بيانات متطورة.
- نوصي بالدراسات العلمية المستمرة لحوادث المرور واقتراح الحلول العلمية والعملية المناسبة مع تقييم أثر هذه الحلول في تقليل الحوادث.

المراجع

- [1] علي الحضير، "حوادث الطرق وأفاق السلامة المرورية"، دار الكتب الوطنية بنغازي، الجماهيرية، الطبعة الأولى، 1998م.
- [2] ماهر بن سعيد الجديد، الأصم عبد الحافظ الأصم، خالد سليمان الخليوي، علي الرشدي، "حوادث المرور"، مركز الدراسات والبحوث، الرياض، 2005م.
- [3] الهيئة العامة للمعلومات، لله الكتاب الإحصائي لله نشرة سنوية تصدر عن الهيئة العامة للمعلومات والنتائج الأولية للتعداد العام للسكان، طرابلس، 2006م.
- [4] فتحي البشير الرابطي، "أضواء مرورية"، إحصائيات الحوادث المرورية في الفترة من 1969م إلى 2007م، الجزء الأول، الإدارة العامة للدوريات، 2008م.
- [5] فتحي البشير الرابطي، "أضواء مرورية"، قانون المرور ولوائحه التنفيذية، الجزء الثاني، اللجنة الشعبية العامة للأمن العام، 2007م.
- [6] عبد الرحيم حمود الزهراني، لله دراسات حجم المرور والتنبؤات المرورية لله، جامعة الملك سعود الرياض، المملكة العربية السعودية، 1986م.
- [7] سهيل سليمان الصبحي، لله دراسة إحصائية لمعدلات الحوادث المرورية في المملكة العربية السعودية لله، ورقة مقدمة لمجلة الأمن، العدد السابع، 1413هـ.
- [8] عبد الرحيم حمود الزهراني، لله أنماط وتحليل الحوادث المرورية لله، ورقة مقدمة للندوة الوطنية لسلامة المرور، جامعة الملك عبد العزيز، الرياض-11442-1994م.
- [9] National Center for Statistics and Analysis, Report on "Traffic Accident Analysis," Washington, D. C., 20590, 2004.
- [10] Rune Elvik Truls Vaa, "The Handbook of Road Safety Measures," Institute of Transport Economics, Chapter 3, Oslo, Norway, 2004.
- [11] Dave Heineman (Governor) and John L. Craig (Director), "Annual Report on Traffic Crash Facts," Prepared by Highway Safety Section, Department of Roads, 2004.

الملاحق

الملحق (أ) نتائج برامج الحاسوب

الملحق (1-أ) تحليل العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات

The regression equation is
 Fatal = 1078 + 0.000581 Vehicle
 Regression Analysis: Fatal versus Vehicle

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1077.52	52.01	20.72	0.000
V	0.00058111	0.00004709	12.34	0.000

$$T_{cr}(1, \alpha) = T_{cr}(1, 0.05) = 6.314$$

S = 68.2971 R-Sq = 95.0% R-Sq(adj) = 94.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	710359	710359	152.29	0.000
Residual Error	8	37316	4664		
Total	9	747674			

$$F_{cr} = 5.32$$

الملحق (2-أ) تحليل العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد السكان

The regression equation is

Fatal = - 915 + 0.477 people

Regression Analysis: Fatal versus people

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-915.0	983.2	-0.93	0.379
P	0.4771	0.1816	2.63	0.030

S = 223.989 R-Sq = 46.3% R-Sq(adj) = 39.6%

$$T_{cr} = 6.314$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	346305	346305	6.90	0.030
Residual Error	8	401369	50171		
Total	9	747674			

$$F_{cr} = 5.32$$

الملحق (3-أ) تحليل العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات وعدد السكان

The regression equation is

Fatal = 1058 + 0.000579 Vehicle + 0.0040 people

Regression Analysis: Fatal versus Vehicle, people

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1058.3	399.6	2.65	0.033
V	0.00057875	0.0000470	8.27	0.000
P	0.00399	0.08233	0.05	0.963

$$T_{cr} = 6.314$$

S = 73.0004 R-Sq = 95.0% R-Sq(adj) = 93.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	710371	355186	66.65	0.000
Residual Error	7	37303	5329		
Total	9	747674			

$$F_{cr} = 5.32$$

الملحق (4-أ) تحليل العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات وعدد السكان (علاقة جايكوب)

The regression equation is

$\ln(F) = 4.43 + 0.272 \ln(V) - 0.086 \ln(P)$

Regression Analysis: ln(F) versus ln(V), ln(P)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.427	3.335	1.33	0.226
ln(V)	0.27175	0.05201	5.23	0.001
ln(P)	-0.0861	0.4491	-0.19	0.853

S = 0.173705 R-Sq = 90.4% R-Sq(adj) = 87.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	1.97782	0.98891	32.77	0.000
Residual Error	7	0.21121	0.03017		
Total	9	2.18904			

الملحق (5-أ) تحليل العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات وعدد السكان
(النموذج الأول لسميد)

$$\ln(F/V) = -2.18 - 0.805 \ln(V/P)$$

Regression Analysis: ln(F/V) versus ln(V/P)

Predictor Coef SE Coef T P

Constant -2.1808 0.2112 -10.33 0.000

ln(V/P) -0.80488 0.04136 -19.46 0.000

S = 0.0746220 R-Sq = 97.9% R-Sq(adj) = 97.7%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2.1085	2.1085	378.66	0.000
Residual Error	8	0.0445	0.0056		
Total	9	2.1531			

الملحق (6-أ) تحليل العلاقة بين عدد وفيات الحوادث المرورية وعدد المركبات وعدد السكان
(النموذج الثاني لسميد)

$$\ln(F/p) = -2.18 + 0.195 \ln(V/P)$$

Regression Analysis: ln(F/p) versus ln(V/P)

Predictor Coef SE Coef T P

Constant -2.1808 0.2112 -10.33 0.000

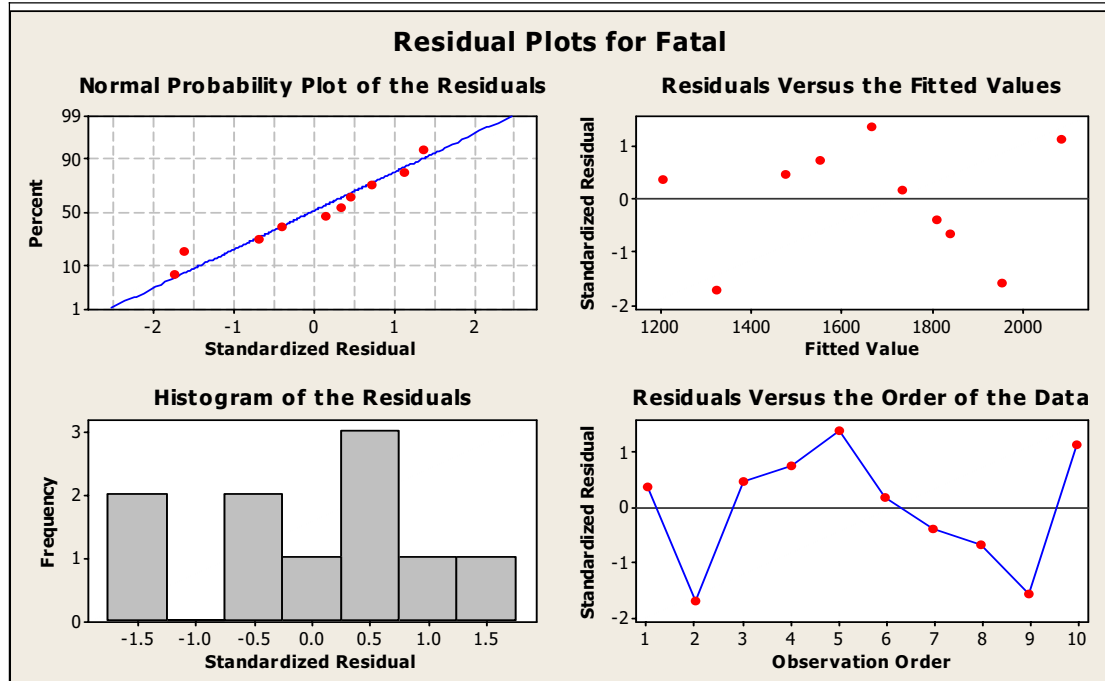
ln(V/P) 0.19512 0.04136 4.72 0.002

S = 0.0746220 R-Sq = 73.6% R-Sq(adj) = 70.3%

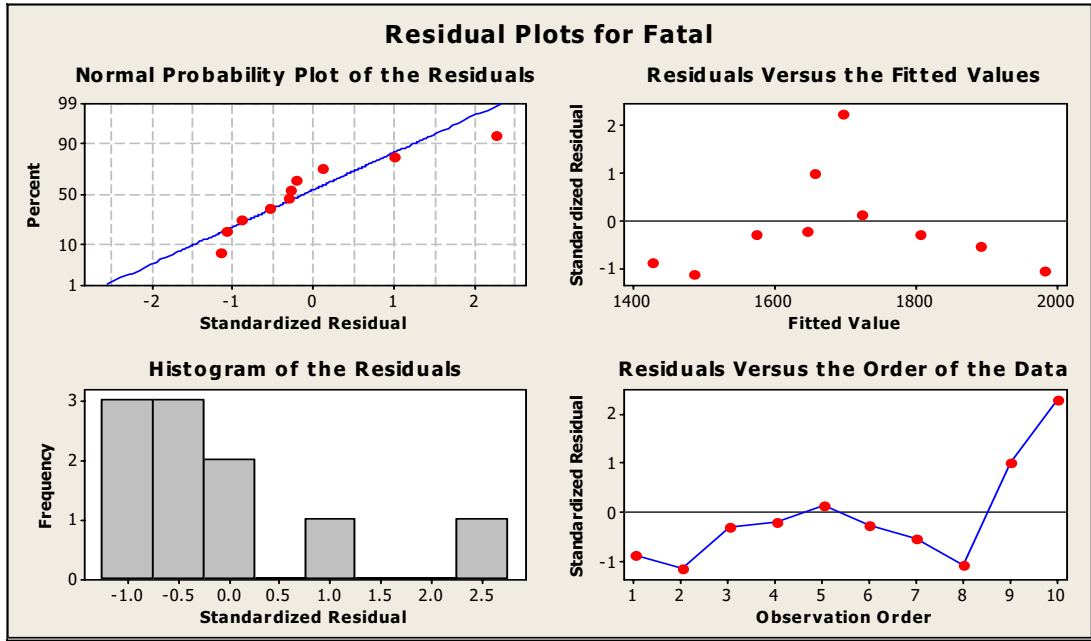
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.12392	0.12392	22.25	0.002
Residual Error	8	0.04455	0.00557		
Total	9	0.16847			

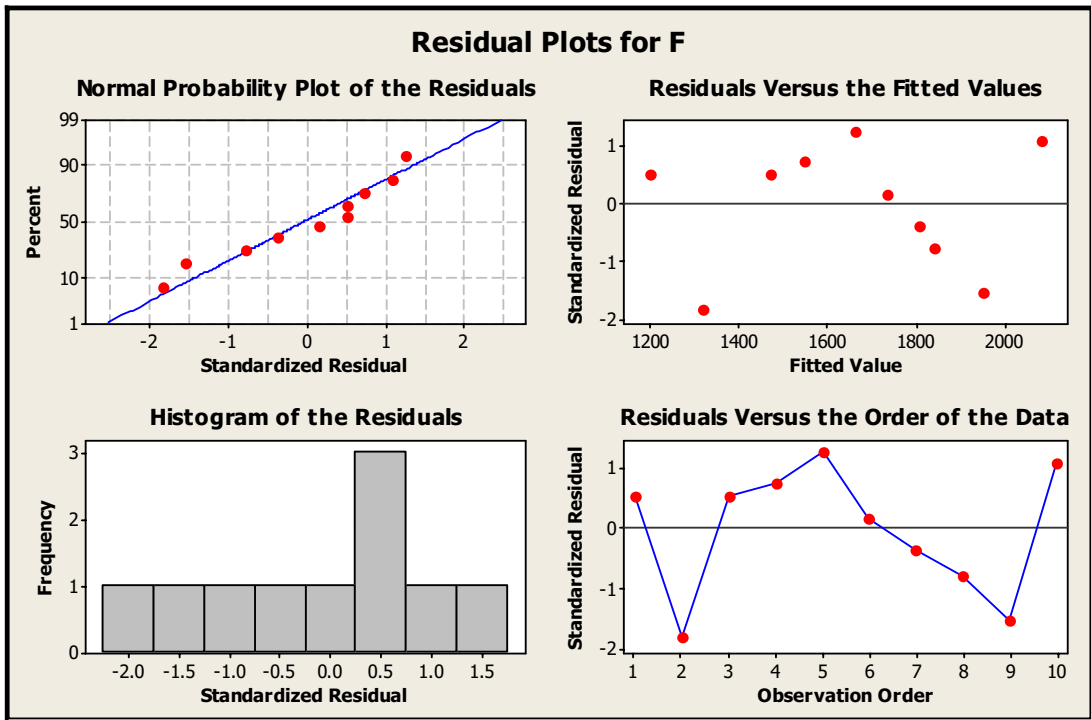
الملحق (ب) نتائج اختبارات الأخطاء في العلاقات



الشكل 1-ب: رسم المتبقيات للقيمة المقدرة لوفيات الحوادث المرورية من عدد المركبات



الشكل 2-ب: العلاقة بين المتبقيات والقيمة المقدرة لوفيات الحوادث المرورية من عدد السكان



الشكل 3-ب: رسم المتبقيات للقيمة المقدرة لوفيات الحوادث المرورية من عدد المركبات والسكان