

نمذجة الحوادث المرورية على الطرق في ليبيا

محمد نجيب سالم بالخير وأحمد محمد القاضي وبوبكر المهدي بن صالح

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة طرابلس

E-mail: elker_ms@yahoo.com

E-mail: am_gadi55@yahoo.com

ABSTRACT

This paper aims to develop a prediction model for road traffic accidents in Libya from the period of 1970 to 2009 by using multiple linear regression analysis technique. In this predicted model, the traffic accident deaths were linked with socio-economic, roads and health factors. The results showed that the gross domestic product per capita, vehicles per kilometer of roads and fuel consumption per capita were the most important factors that contribute to the continuous increase in road accident deaths for Libya.

المخلص

تهدف هذه الورقة لتطوير نموذج للتنبؤ بعدد وفيات الحوادث المرورية في ليبيا خلال الفترة الزمنية من 1970 إلى 2009 وتحليل متغيراتها وذلك باستخدام تقنية تحليل الانحدار الخطي المتعدد في هذا النموذج تم ربط عدد وفيات الحوادث المرورية بالعوامل الاقتصادية والاجتماعية، حيث بينت النتائج أن الناتج الاجمالي القومي لكل فرد وعدد المركبات لكل كيلومتر من الطريق وكذلك معدل استهلاك البنزين لكل فرد من أهم العوامل التي أدت في الزيادة المستمرة لحوادث المرورية في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: حوادث المرور القاتلة؛ الإصابات البليغة؛ الإصابات البسيطة؛ العوامل الاقتصادية والاجتماعية؛ العوامل الطرقية والصحية؛ تقنيات تحليل معادلة الارتداد.

مقدمة

أصبحت الحوادث المرورية هاجساً يؤرق كاهل كافة دول العالم النامية والمتقدمة على حد سواء، والتصدي لهذه المشكلة يعد في غاية الأهمية، ويعتبر من الأولويات التي تتخذها كافة الدول بهدف الحد من هذه المشكلة، والوصول إلى أعلى مستوى من الأمان على الطرق. فخلال الثلاثة عقود الماضية أصبح الأمان على الطرق يحظى باهتمام شريحة كبيرة من الباحثين خاصة في مجال هندسة المرور والنقل والمجالات الاقتصادية والاجتماعية وذلك لمعرفة الأسباب الكامنة وراء حدوث هذه الظاهرة من خلال دراسة الأساليب العلمية لتفسير الأسباب المباشرة وغير المباشرة لوقوع الحوادث على المستوى الوطني والعالمي.

تقدر إحصاءات منظمة الصحة العالمية عدد الوفيات على طرق العالم نتيجة الحوادث المرورية بحوالي 1.2 مليون حالة وفاة إلى جانب 50 مليون مصاب إصابة بليغة تقدر سنويا في كافة أنحاء العالم، حيث أن 90% من هذه الوفيات تحدث في الدول النامية والتي تشكل حوالي ثلثي عدد سكان العالم [1].

شهدت ليبيا نهضة تنموية في المجالات الاقتصادية والاجتماعية خلال الثلاثة العقود الماضية وما تبع ذلك من زيادة في أعداد السكان وامتلاك المركبات أعقبته زيادة ملحوظة في حركة التنقل بوسائل النقل المختلفة إضافة إلى نمو دخل الفرد بشكل كبير، كل هذا أدى إلى التزايد المستمر في الحوادث المرورية ووفياتها، إذ تعتبر وفيات الحوادث المرورية المسبب الثالث لإجمالي الوفيات في البلاد [2]. وكمثال على ذلك في عام 2009 بلغ إجمالي الحوادث المرورية 13664 حادثاً مرورياً سجلت من قبل إدارة المرور في ليبيا نتج عن هذه الحوادث 2301 حالة وفاة و 6791 إصابة بليغة و7338 إصابة بسيطة. وخلال الفترة من 1970 إلى 2009 ازدادت الوفيات الناتجة عن الحوادث المرورية بشكل كبير من 423 إلى 2301 حالة وفاة أي بزيادة أكثر من 5 أضعاف، كما ازدادت الإصابات الناتجة عن هذه الحوادث من 5828 إلى 14129 إصابة أي بزيادة أكثر من ضعفين [3].

يقوم العديد من الباحثين في مجال النقل والمرور بإجراء دراسات وأبحاث بهدف التعرف على أسباب هذه الظاهرة وخصائصها ومحاولة إيجاد تفسيرات منطقية من خلال فحص التأثيرات المختلفة والمسببات المحتملة لهذه الحوادث وخاصة على المستوى الوطني، ومن ثم إيجاد حلول علمية واقتراح إجراءات مناسبة للتقليل من عددها أو التخفيف من أثارها السلبية. من جملة هذه الأساليب العلمية المستخدمة في هذا النوع من الدراسات، نماذج التنبؤ بالحوادث المرورية وهي من الأساليب والأدوات المهمة للتعرف على خصائص الحوادث المرورية وفهم أسباب وقوعها وتقييم السلامة المرورية، وكذلك رصد فعاليات السياسات المختلفة لسلامة الطرق كما أنها تعطي لمخططي النقل والمهندسين استراتيجيات جديدة حول السلامة والأمان على الطرق. ومن أهم الدراسات الأولية في هذا المجال دراسة العالم "سمد" [4] (Smeed,1949) الذي طور علاقة أسية (من خلال نموذج تحليل الانحدار) تربط بين معدل الوفيات بالنسبة للمركبات مع معدل امتلاك المركبات لعدد السكان. العديد من الباحثين اتبعوا أسلوب "سمد" في التحليل، منهم العالم "جاكوب" [5] (Jacobs,1986)، و"مكي" [6] (Mekky,1985) و"غرايبة" [7] (Gharaybeh,1992)، حيث قام هؤلاء الباحثين بتحديد معاملات نموذج "سمد" باستخدام بيانات لعدة سنوات وعدة بلدان مختلفة. وعلى الرغم من الانتشار الواسع لاستخدام نموذج سمد لعدة دول مختلفة، حتى أنه استخدم كقانون ثابت، إلا أن العديد منهم انتقدوا أسلوب "سمد" في التحليل، ومنهم العالم "أندرسن" [8] (Andreassen,1985) الذي انتقد بشدة النموذج من حيث الدقة واستعماله في المقارنة العالمية وكذلك بالإضافة إلى أن "سمد" اعتمد على معدل امتلاك المركبات كتفسير وحيد لمعدل الوفيات المرورية مع تجاهل عدة عوامل أخرى ممكن أنها تساهم في وقوع الحوادث المرورية. ومن هنا حاولت العديد من الدراسات إيجاد وسيلة لتحسين دقة نماذج الحوادث المرورية من خلال إدخال المزيد من العوامل المحتملة في وقوع الحوادث، ومنها النشاطات الاقتصادية والاجتماعية والتي من الممكن أن تعطي تفسيراً ولو جزئياً للتغيرات الحاصلة لوفيات الحوادث المرورية، حيث قام كل من "زلاتوبر" [9] (Zlatoper,1979) و"بارتيكا" [10] (Partyka,1991) و"أمين وناجي" [11] (Ameen and Najji, 2001) وغيرهم بإدخال مختلف المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية لوضع نموذجاً عاماً لشرح التغيرات في وفيات الحوادث المرورية.

تهدف هذه الورقة لوضع أسلوب علمي لفهم وتفسير أسباب وقوع الحوادث المرورية في ليبيا من خلال تطوير نموذج للتحليل والتنبؤ بوفيات الحوادث المرورية خلال الفترة من 1970 إلى 2009 في ليبيا وتحليل متغيراتها وذلك باستخدام تقنية تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Linear Regression Analysis) وفي هذا النموذج سوف يتم ربط وفيات الحوادث المرورية بالعوامل المحتملة في حصول الحوادث مثل العوامل الاقتصادية والاجتماعية والعوامل التي تخص الطرق والمواصلات وغيرها وذلك بتحديد قوة كل عامل وتأثيره على الحوادث المرورية للوصول إلى نموذج أكثر دقة يمكن الاعتماد عليه في فهم طبيعة الحوادث المرورية وأسباب وقوعها في ليبيا واستقراء الآفاق المحتملة للوضع المستقبلي للسلامة المرورية في ليبيا.

ملخص لبعض الدراسات السابقة

تعتبر دراسة نمذجة الحوادث المرورية من الأساليب المهمة لفهم ظاهرة الحوادث المرورية فهما علميا وتهدف أيضا إلى تفصي العلاقات المحتملة التي تربط بين عدة مؤشرات كلية مرتبطة بظاهرة ما مع عدد من المتغيرات المستقلة ومن ثم وضع صيغة رياضية تصف التطور السابق لهذه الظاهرة وتسمح بالتكهن بمستقبلها المتوقع. وهذه النمذجة تنقسم إلى نوعين أساسيين وهما:

النمذجة الميكروسكوبية (الدقيقة) Microscopic Models

وهي النماذج التي تتعلق بدراسة خصوصيات ظاهرة الحوادث المرورية في جزء محدود من الطريق وارتباطها بمختلف الظروف المحيطة من أداء السائقين والمركبات وغيرها.

النمذجة الماكروسكوبية (العيانية) Macroscopic Models

وهي النماذج التي تتعلق بدراسة الاتجاهات العامة لتطور ظاهرة الحوادث المرورية في بلد ما مع محاولة ربط تطور مؤشرات السلامة بعدد محدود من المؤشرات العامة التي تصف الحالة الاجتماعية والاقتصادية في هذه البلدان.

واهتم العديد من الباحثين بهذا النوع من الدراسات وذلك لفهم أفضل للأسباب الكامنة وراء حدوث هذه الظاهرة على المستوى الوطني والعالمي، وحاولوا ربط التطور السنوي لوفيات الحوادث المرورية مع أنماط النشاطات الاقتصادية ومنهم العالم "جوكش" [12] (Joksch, 1984) الذي درس تطور وفيات الحوادث المرورية في الولايات المتحدة ووجد أن هناك علاقة بين مؤشر الإنتاج الصناعي Industrial Production Index والتغير النسبي لعدد وفيات الطرق وهكذا فإن النشاط الاقتصادي يؤثر على مستوى السلامة بشكل كبير وحساس. وفي دراسة أخرى للعالم "واجنار" [13] (Wagenaar, 1984) للعوامل الاقتصادية والتمثلة في معدل البطالة وتأثيرها على وقوع الحوادث المرورية، حيث وجد أن الكساد الاقتصادي سبب محتمل في هبوط مستوى إصابات الحوادث المرورية في الولايات المتحدة في أوائل الثمانينيات، حيث أكدت ذلك "سوزان بارتিকা" [10] (Partyka, 1984) والتي قامت بإيجاد تفسير واضح لانخفاض وفيات الحوادث المرورية في الولايات المتحدة ما بين عامي 1980 و1983 من خلال إنشاء نموذج بسيط تابع لعدد العاملين وعدد العاطلين عن العمل، وعزت الانخفاض في عدد الوفيات للتغير في الوضع الاقتصادي و "أمين وناجي" [11] 2001 قاما بدراسة الحوادث المرورية في اليمن وذلك من خلال تطوير نموذج للتحليل والتنبؤ بوفيات الحوادث المرورية باستخدام مختلف العوامل الاقتصادية والاجتماعية

والثقافية، ووجدا أن التغيير في وفيات الحوادث المرورية في اليمن ممكن أن يفسر بالعوامل الاقتصادية والاجتماعية ومن أهمها الناتج الإجمالي القومي ومعدل استهلاك القات وعدد السكان والمركبات.

تجميع ووصف البيانات

إن دقة بيانات الحوادث المرورية ووجود قاعدة بيانات حولها يعد ضرورة ملحة لكل دولة حيث يمكن من خلالها تحديد حجم المشكلة والتعرف على الأسباب الكامنة وراءها وبالتالي وضع الخطط المناسبة والإجراءات اللازمة للحد من كثرة الحوادث أو التخفيف من حدتها. في العديد من دول العالم المتقدمة، بيانات حوادث المرور يمكن استقائها من عدة مصادر مختلفة وتشمل هذه المصادر سجلات شرطة المرور، والمستشفيات وكذلك شركات التأمين والتنوع في هذه المصادر يضيف أكثر وثوقية في هذه البيانات. الوضع مختلف في الدول النامية إذ تعتبر سجلات شرطة المرور هي المصدر الوحيد بالنسبة لهذه الدول وهذه البيانات عادة ما يتم تسجيلها ليس لغرض البحث وإنما يتم تسجيلها بشكل أساسي لغرض تحديد المسؤولية القانونية على مرتكبي الحوادث [14]. الوضع في ليبيا مشابه لما هو عليه في أغلب الدول النامية إذ إن المصدر الوحيد لبيانات الحوادث المرورية هو شرطة المرور.

تم في هذا البحث الاعتماد على بيانات سنوية لوفيات الحوادث المرورية في النمذجة، وذلك للسنوات من (1970-2009) والتي تم تجميعها من الإدارة العامة للمرور والتراخيص في ليبيا [3]، كما تم أيضا تجميع بيانات أخرى من مصادر متعددة في الدولة الليبية وتشمل كل من البيانات السكانية ومعدل البطالة والقوى العاملة وكذلك البيانات الصحية والتي تخص بيانات عدد الأطباء وعدد الأسيرة في المستشفيات. كل هذه البيانات تم تجميعها من المنشورات الإحصائية للهيئة العامة للمعلومات [15]، أما بالنسبة للبيانات الاقتصادية والتي تشمل كل من الناتج الإجمالي القومي ومعدل استهلاك البنزين تم تجميعها من منشورات مصرف ليبيا المركزي [16]، والبيانات الخاصة بالطرق وتشمل أطوال الطرق الرئيسية والزراعية وكذلك الإنفاق السنوي على إنشاء الطرق تم تجميعها من وزارة المواصلات، مصلحة الطرق والجسور [17].

يبين الجدول (1) وصف مجموعة المتغيرات المستخدمة في بناء النموذج الذي بدوره سيفسر الزيادة في عدد وفيات حوادث المرور، حيث كان الهدف هو التعرف على المتغيرات الأكثر تأثيرا على الحوادث المرورية وذلك لفهم أفضل لأسباب هذه الحوادث والتنبؤ الدقيق لضحاياها في المستقبل.

الجدول 1: تعريف ووصف المتغيرات المستخدمة في البحث للفترة الزمنية من 1970 إلى 2009

الانحراف المعياري Deviation .St	المتوسط Mean	الحد الأقصى Max	الحد الأدنى Min	الرمز	اسم المتغير
440.466	1304.45	2332	423	FATAL	وفيات حوادث المرور
4672.383	4274.5	21192	683	GDP/POP	الناتج الإجمالي القومي لكل شخص (دينار ليبي)
6.376	9.276	22.41	3.12	UNEMP%	معدل البطالة (%)
421269.837	959865.6	2022744	531372	LABOR	عدد القوى العاملة
6.785	40.6	47.55	30.28	POP 14%	نسبة السكان أصغر من 14 عاما (%)

6.959	34.613	44.31	25.2	POP15-34%	نسبة السكان من سن 15-34 عاما (%)
0.636	2.834	4.2	2.2	POP 65%	نسبة السكان أكبر من 65 عاما (%)
0.101	0.321	0.519	0.103	FUEL/POP	استهلاك البنزين لكل مواطن (طن متري/شخص)
75.874	245.08	408.74	77.2	VEH/POP	عدد المركبات المسجلة لكل 1000 شخص
12.049	46.22295	68.41	24.06	VEH/TOT	عدد المركبات المسجلة لكل (كم) من الطريق
3914.618	13828.9	16750	5800	MAINRD	أطوال الطرق الرئيسية (كم)
3743.321	6090.75	18386	250	RURRD	أطوال الطرق الزراعية (كم)
0.596	0.489	2.833	0	%Roadexp	الإفناق السنوي على إنشاء الطرق (%GDP)
344.953	783.14	2578.66	546	POP /PHYS	عدد الأشخاص لكل طبيب
31.046	217.94	276.11	167.2	POP /BED	عدد الأشخاص لكل سرير

منهجية البحث

سوف يتم في هذا البحث التعرف على العلاقة بين وفيات الحوادث المرورية ومختلف المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية في ليبيا وذلك باستخدام إحدى التقنيات المستخدمة في المجال الإحصائي وهي تقنية الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis)، وهي إحدى الأدوات الإحصائية المستخدمة لفحص العلاقة الوظيفية بين المتغيرات، وهذه العلاقة يعبر عنها في شكل علاقة أو نموذج رياضي والذي يصف سلوك المتغير العشوائي مع المتغيرات المستقلة المراد استخدامها [18]. والصيغة الرياضية العامة لنموذج الانحدار المتعدد تأخذ الشكل التالي:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

حيث إن؛ المتغير Y (Response Variable) يمثل المتغير العشوائي والمتغيرات التي تمثل القيم X_i تسمى بالمتغيرات المستقلة (Independent Variables)، والرموز التي تمثل القيم β_i تسمى بمعاملات النموذج (معاملات X_i) والرمز ε يمثل قيمة الخطأ. المعادلة (1) تفسر التمثيل التقريبي للعلاقة الحقيقية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة (بافتراض وجود علاقة خطية بين Y وقيم X's).

كما تم اختيار النموذج الأكثر كفاءة لمختلف الحوادث المرورية باستخدام تقنية الانحدار التدريجي (Stepwise Regression) وهي من التقنيات الواسعة الاستخدام في اختيار المتغيرات في نموذج الانحدار والتي تحدد المتغيرات الأكثر أهمية في النموذج وذلك للوصول إلى صيغة أفضل تصف العلاقة بين المتغير التابع ومختلف المتغيرات المستقلة والتعبير عنها بمعادلة رياضية ومنها يمكن استخدام النماذج المقترحة في التنبؤ مستقبلاً. وللتأكد من صلاحية نماذج الحوادث المرورية، تم في هذا البحث استخدام البرنامج الإحصائي MINITAB وفقاً لتطبيق المعايير الإحصائية التالية:

- النسبة المئوية لمعامل التحديد ($100R^2$) وهو يعبر عن القدرة التفسيرية لنموذج الانحدار عن التغير الكلي الحاصل في البيانات حول متوسط قيمة المتغير التابع، وتتراوح هذه النسبة بين (0، 100%)، وكلما كبرت هذه النسبة كلما دل ذلك على زيادة مقدرة التفسير وقدرة النموذج

على التنبؤ بالظاهرة محل الدراسة، وفي هذا البحث تم الحكم على صلاحية النموذج لقيمة $(R^2 > 0.8)$.

- المعنوية الكلية لنموذج الانحدار وهو يحدد الشكل الدالي للعلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات التفسيرية في نموذج الانحدار ويعبر عنه باختبار (F-test) وكلما ازدادت قيمته كلما كان النموذج مقبول لتمثيل العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة.
- المعنوية الجزئية للنموذج وذلك لمعاملات معادلة الانحدار لكل متغير من المتغيرات التفسيرية على حده بالإضافة إلى ثابت الانحدار، وذلك من خلال مستوى الدلالة أو الاحتمال (p-value)، كلما كانت قيمته صغيرة كلما دل ذلك على مقدرة المتغير المستقل للتنبؤ بالظاهرة محل الدراسة وذلك يضمن أن يكون الخطأ المعياري لمعاملات النموذج صغير وكذلك قيمة (t-value) كبيرة.
- وسيتم اختبار الازدواج الخطي (Multicollinearity) وهو وجود علاقة ارتباط قوية بين اثنين أو أكثر من المتغيرات التفسيرية ويعتبر من أهم الآثار السلبية في بناء النماذج الرياضية، إذ يترتب عنه عدم استقرار معاملات الانحدار بالنسبة للنماذج.
- اختبار اعتدال التوزيع الاحتمالي للمتبقيات (Test of Residuals) لكل من القيم التقديرية للمتغير التابع والمتغيرات المستقلة لمعرفة تجانسها (ثبات التباين) وذلك للتأكد من صلاحية جميع النماذج الاحصائية.

عرض ومناقشة النتائج الإحصائية

بناء على البيانات والمعلومات المتحصل عليها والمبين ملخصها الإحصائي بالجدول (1)، وبلاستعانة بمنظومة (MINITAB) تم استخدام تقنية الانحدار الخطي المتعدد لوفيات حوادث المرور على بقية المتغيرات التفسيرية، وتم الوصول إلى النموذج الآتي:

$$\text{FATAL} = 7801 - 78 (\% \text{UNEMP}) - 114 (\% \text{POP } 14) - 127 (\% \text{POP } 15-34) + 880 (\% \text{POP } 65) + 0.087(\text{MAINRD}) + 0.137(\text{RURRD}) + 30.4(\text{VEH/TOT}) + 0.0066(\text{GDP/POP}) + 4285(\text{FUEL/POP}) - 51 (\% \text{ROADEXP}) - 0.411(\text{POP /PHYS}) - 8.1 (\text{VEH/POP}) - 1.87(\text{POP /BED}) - 0.00141 (\text{LABOR}) \quad (2)$$

توضح المعادلة (2) كافة المتغيرات التفسيرية في نموذج الوفيات عند مستوى ثقة 95% حيث بينت القدرة التفسيرية للنموذج حوالي $(R^2 = 86.1\%)$ من التغيرات التي تحصل للمتغير التابع، في حين بين اختبار المعنوية الكلية لنموذج الانحدار (F-test) ان القيمة المحسوبة اكبر بكثير من القيمة الجدولية لذلك فان هناك علاقة بين وفيات الحوادث المرورية والمتغيرات التفسيرية في النموذج.

بين النموذج كذلك وجود ازدواج خطي في عدد كبير من المتغيرات، في حين أن اختبار المتبقيات بين رصد بعض النقاط الشاذة والتي ممكن أن تؤثر في الصلاحية الكلية للنموذج. وبناء على هذه النتائج وبعد معالجة النقاط الشاذة في النموذج وحذف العوامل الغير مهمة في النموذج، ومحاولة عمل تحويلات رياضية وذلك بغية الوصول الى افضل نموذج يمثل المتغيرات التفسيرية، تم الوصول إلى النموذج التالي:

$$\text{FATAL} = -7034 - 402(\% \text{UNEMP}) + 4183 (\% \text{POP } 65) + 0.0487(\text{MAINRD}) + 0.299(\text{RURRD}) + 97.3 (\text{VEH/TOT}) + 0.0455 (\text{GDP/POP}) + 2114 (\text{FUEL/POP}) - 18.7 (\text{VEH/POP}) - 0.00304 (\text{LABOR}) \quad (3)$$

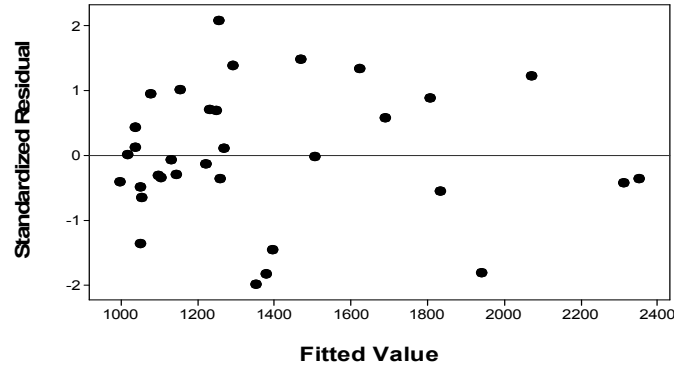
نتائج الاختبارات الإحصائية للنموذج المتحصل عليه موضحة بالجدول (2).

جدول 2: النتائج الإحصائية لنموذج الانحدار لوفيات حوادث المرور (FATAL)

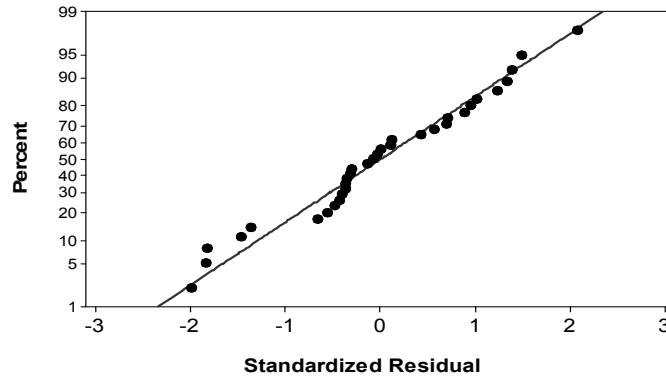
DW	F	R^2_{adj}	R^2	الاحتمال P-value	قيمة t t-value	الخطأ المعياري St. Error	المعامل Coefficient	المتغير Variable
1.68	47.06	0.898	0.948	0.001	-3.92	1794	-7034	(COSTANT)
				0.002	-3.54	113.8	-402.3	%UNEMP
				0.000	4.67	896.5	4182.8	%POP 65
				0.284	1.10	0.04439	0.04873	MAINRD
				0.015	2.63	0.1141	0.2994	RURRD
				0.037	2.22	43.85	97.29	VEH/TOT
				0.003	3.32	0.01369	0.04545	GDP/POP
				0.079	1.84	1150	2114	FUEL/POP
				0.046	-2.11	8.863	-18.702	VEH/POP
				0.002	-3.54	0.000857	-0.003038	LABOR

يوضح الجدول السابق النتائج الإحصائية لنموذج عدد الوفيات (المعادلة 3)، حيث بينت أهم المتغيرات التفسيرية الداخلة في النموذج، والتي أبدت تحسنا ملحوظا على ما هو عليه في النموذج الأول للوفيات (المعادلة 2)، وفيما يلي نتائج الاختبارات الإحصائية للنموذج:

- معامل التحديد للنموذج قدر بحوالي ($R^2=0.95$) ومعامل التحديد المعدل ($R^2_{adj}=0.89$) وهذا يبين أن المتغير المستقل (عدد الوفيات) يفسر 95% من المتغيرات التي تحدث للمتغير التابع وهي قيمة مرتفعة.
- اختبار المعنوية الكلية لنموذج الانحدار (F-test) بين أن القيمة المحسوبة $F_{cal}=47.06$ وهي اكبر بكثير من القيمة الجدولية $F_{cr}=2.32$ لذلك فان هناك علاقة بين وفيات الحوادث المرورية والمتغيرات التفسيرية للنموذج.
- يلاحظ من الجدول ان هناك بعض المعاملات الداخلة في النموذج ذات مستوى أهمية كبيرة، فنجد أن قيمة الاحتمال P صغيرة وتقترب من الصفر وكذلك قيمة الخطأ المعياري صغير نسبيا طبقا لأهميتها؛ وهذه المتغيرات هي (GDP/POP و MAINRD و LABOR).
- اختبار اعتدال التوزيع الاحتمالي للمتبقيات وضح ان المتبقيات تتبع التوزيع الطبيعي كما هو موضح بالشكل (1-أ) وكذلك نلاحظ ايضا من خلال الشكل بين القيم المقدرة والقيم الحقيقية صدق الفرضية الطبيعية لتوزيع المتبقيات. ومن خلال الشكل (1-ب) والذي يوضح شكل انتشار المتبقيات مع القيم المقدرة نلاحظ ان المتبقيات تأخذ شكل التوزيع المتعادل على جانبي الخط الصفري، لذا نحكم هنا بثبات التباين للنموذج.



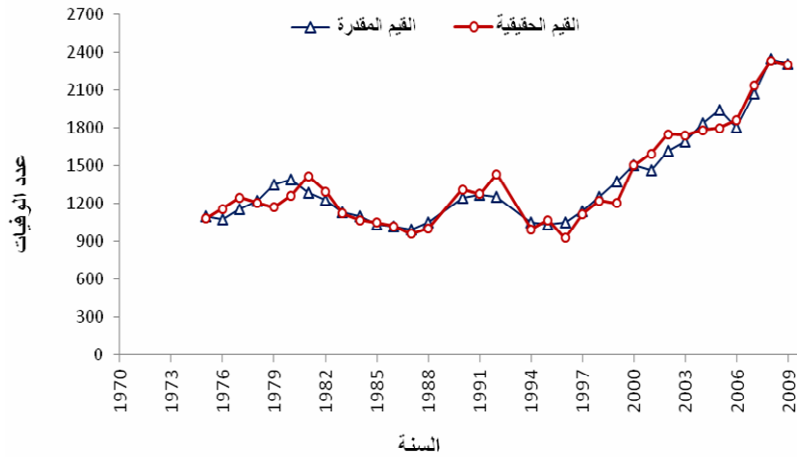
(أ)



(ب)

الشكل 1: اعتدال التوزيع الاحتمالي وانتشار المتبقيات مع القيم المقدرة لنموذج عدد الوفيات (FATAL)

من خلال الاختبارات الإحصائية السابقة، نستطيع الحكم على النموذج بأنه ملائم لتمثيل البيانات الحقيقية لوفيات الحوادث المرورية في ليبيا والتنبؤ بها في المستقبل. الشكل (2) يوضح مقارنة بين بيانات النموذج المطور لوفيات حوادث المرور والبيانات الحقيقية ويوضح أيضا الاتجاه المتزايد لوفيات المرور للسنوات المختارة، ونلاحظ أن تمثيل البيانات للنموذج المطور مقارب للبيانات الحقيقية لوفيات حوادث مرور.



الشكل 2: مقارنة بين البيانات الحقيقية والقيم المقدرة لنموذج الوفيات

ولسهولة استخدام نموذج الوفيات عمليا، تم استخدام تقنية الانحدار التدريجي (Stepwise Regression) وذلك للحصول على أكثر المتغيرات التفسيرية أهمية وللتغلب على الأخطاء التي ممكن أن تكون في النموذج (3)، ومعايير تقنية الانحدار التدريجي مبنية على (R^2 ، R^2_{adj} ، S^2 ، Mallows Cp) ومنها تم الوصول إلى النموذج التالي:

$$FATAL = 506 + 0.0488 (GDP/POP) + 11.8 (VEH/TOT) + 152 (FUEL/POP) \quad (4)$$

تبين المعادلة (4) المتغيرات الأكثر أهمية في نموذج الوفيات والتي يمكن الاعتماد عليها في التنبؤ بالحوادث المرورية في ليبيا وهي (الناتج الاجمالي القومي لكل شخص وعدد المركبات المسجلة لكل كيلومتر من الطريق ومعدل استهلاك البنزين لكل شخص) ونلاحظ أن هذه المتغيرات تربطها علاقة ايجابية مع عدد الوفيات وهو ما يفسر لنا الزيادة الكبيرة في وفيات الحوادث المرورية في ليبيا.

الخلاصة

- تم في هذا البحث تطوير نموذج للتنبؤ بوفيات الحوادث المرورية في ليبيا والذي تم ربطه بالمتغيرات الاقتصادية وذلك للفترة الزمنية من 1970 إلى 2009، بإستخدام تقنية الانحدار الخطي المتعدد.
- تم في التحليل الحصول على نتائج مهمة لنموذج وفيات الحوادث المرورية والتي يمكن الاعتماد عليها واستخدامها في التوقعات المستقبلية للحوادث المرورية.
- تبين من نتائج التحليل أن الزيادة في وفيات الحوادث المرورية في ليبيا ممكن تفسيرها بالعوامل الاقتصادية والاجتماعية.
- بينت النتائج أن الناتج الإجمالي القومي لكل شخص وعدد المركبات المسجلة لكل كيلومتر من الطريق ومعدل استهلاك البنزين لكل شخص من أهم العوامل التي تؤثر في زيادة وفيات الحوادث المرورية في ليبيا.
- من خلال تحليل نموذج الوفيات المرورية إتضح أن الناتج الاجمالي القومي لكل شخص (GDP/POP) تربطه علاقة ايجابية بالوفيات، وهذا العامل له تأثير كبير في وفيات الحوادث المرورية حيث اوضحت بعض الدراسات ان الناتج الاجمالي القومي ممكن ان يكون له تأثيرا ايجابيا او سلبيا في الحوادث المرورية ووفياتها بشكل خاص، وفي هذا النموذج، كانت العلاقة ايجابية وتفسير ذلك أنه بزيادة الناتج الاجمالي القومي يصاحبه زيادة في معدل دخل الفرد في الدولة الامر الذي يزداد معه التنقل بالمركبة وزيادة زمن الرحلة مما يسبب في ازدياد وفيات حوادث المرور.
- بينت النتائج كذلك أن عدد المركبات المسجلة لكل كيلومتر من إجمالي أطوال الطرق (VEH/TOT) له تأثير ايجابي في زيادة وفيات الحوادث المرورية ومن هنا يتبين ان زيادة كثافة المركبات على الطرق في ليبيا هو أحد الاسباب التي تؤدي الى زيادة التعرض للحوادث المرورية وازدياد الوفيات الناتجة عنها.
- تبين ايضا من خلال التحليل ان معدل استهلاك البنزين لكل شخص (FUEL/POP) له علاقة ايجابية بوفيات الحوادث المرورية في ليبيا؛ أي بزيادة معدل استهلاك البنزين تزداد الحوادث المرورية وبالتالي تزداد الوفيات نتيجة هذه الحوادث.

- تبين ان معدل البطالة (%UNEMP) كذلك له تأثيرا سلبيا في وفيات الحوادث المرورية (أي بزيادة معدل البطالة يقل التنقل بالمركبات الخاصة مما يؤدي بدوره الى نقص في وفيات الحوادث المرورية).
- اتضح ايضا من التحليل ان أطوال الطرق له تأثير إيجابي بالنسبة لوفيات الحوادث المرورية؛ سواء كانت تلك الطرق رئيسية أو ريفية.

المراجع

- [1] Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A A., Jarawan, E., Mathers, C., (ed), "The World Report on Road Traffic Injury Prevention, "World Health Organization, Geneva, 2004
- [2] World Health Organization (WHO), "Health Systems Profile-Libya," Eastern Mediterranean Regional Health Systems Observatory, 2007
- [3] الإدارة العامة للمرور، النشرات الإحصائية لحوادث المرور، طرابلس، 2010
- [4] Smeed, R. J, "Some Statistical Aspects of Road Safety Research". Journal of Royal Statistic. Soc 112 (1): 1-23, 1949
- [5] Jacobs, G. D. & Cutting, C. A., "Further Research on Accident Rates in Developing Countries," Accident Analysis & Prevention, Vol. 18, 119-127, 1986
- [6] Mekky, A., "Road traffic Accidents in Rich Developing Countries: the Case of Libya," Accident Analysis & Prevention, 16: 263-277, (1984)
- [7] Gharaybeh, Fouad A., "Application of Smeed's Formula to Assess Development of Traffic Safety in Jordan," Accident Analysis & Prevention, Vol. 26, No. 1, pp. 113-120, 1994
- [8] Andreassen, D. C, "Population and Registered Vehicle Data vs. Road Deaths," Accident Analysis & Prevention, Vol. 23, No. 5, 1991
- [9] Zlatoper, T. J., "Determinants of Motor Vehicle Deaths in the United States: A Cross-Sectional Analysis," Accident Analysis and Prevention journal, Vol. 23, No. 5, pp. 431-436, 1991
- [10] Partyka, S. C., "Simple Models of Safety Trends Revisited Seven years Later," Accident Analysis and Prevention journal, Vol. 23, No. 5, pp. 423-430, 1991.
- [11] Ameen, R. M. and Najji, A., "Causal Models for Road Accident Fatalities in Yemen," Accident Analysis and Prevention journal, Vol. 33, pp. 547-561, 2001.
- [12] Joksch, H., "The Relation between Motor Vehicle Accident Deaths and Economic Activity," Accident Analysis & Prevention, Vol. 16, No. 3, 1984.
- [13] Wagennar, A. C., "Effects of Macroeconomic Conditions on the Incidence of Motor Vehicle Accidents," Accident Analysis & Prevention, Vol. 16, No. 3, 1984.
- [14] Jacobs, G. D. and Sayer A, "Road Accident in Developing Countries," Transport and Road Research Laboratory TRRL, 1983.
- [15] الهيئة العامة للمعلومات، الكتاب الإحصائي، طرابلس، 2009.
- [16] مصرف ليبيا المركزي، النشرة الاقتصادية، طرابلس، 2009.
- [17] وزارة المواصلات، مصلحة الطرق والجسور، إحصاءات الطرق، 2009.
- [18] Hadi A., Chatterjee S., "Regression Analysis by Example," John Wiley, New York, Fourth Edition, 2000.