نمذجة حوادث المرور في الجزائر باستخدام نظرية نموذج DRAG

أ.جمال سعيداني

كلية العلوم الاقتصادية؛ جامعة خميس مليانة. saidani980@yahoo.fr

أ.د. عبد الرزاق بن حبيب

كلية العلوم الاقتصادية؛ جامعة تلمسان

الملخص:

تهدف هذه الورقة البحثية إلى تبيان أهم محددات خطر الطريق عبر عملية النمذجة القياسية لحوادث المرور بعرض نموذج **DRAG** ومحاولة تطبيقه في الجزائر (للفترة 1993-2012). إن مواجهة هذه المعضلة يتم بالتركيز على العامل البشري باعتباره المسبب الأول، ما يستلزم التوعية المرورية أكثر والعمل بنظام تنقيط لرخصة السياقة، كذلك تأمين الطرق في المناطق الريفية وانتهاج سياسة تسمح بتعويض النقل البري للمركبات بالسكك الحديدية والبواخر والاعتماد على نظام معلومات جغرافي لتسجيل الحوادث بغية إثراء المعطيات والاستغلال الأفضل.

الكلمات المفتاحية: حوادث المرور، نموذج DRAG، التعرض، الجسامة.

تصنيف JEL CODE : C30 . C51 . C52

المقدمة:

أخذت ظاهرة حوادث المرور أهمية بمكان للسلطات والأفراد، وحسب منظمة الصحة العالمية[1] فإنه يقع حوالي 90% من إجمالي الوفيات العالمية الناجمة عن الإصابات المرورية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل ومازالت هذه النسبة في تزايد بالمقارنة بانخفاض معدلاتها في البلدان ذات الدخل المرتفع. وباستمرار الاتجاهات الحالية، فبحلول عام 2020 ستنخفض معدلات الوفاة والعجز (الجسدي) السنوية بحوالي 30% في البلدان المرتفعة الدخل بينما من المتوقع أن تزداد هذه المعدلات عالمياً بحوالي 60% مما يشير إلى حدوث زيادة هائلة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل وذلك راجع لعدم قدرتها على معالجة هذه المشكلة والسيطرة عليها.

[1]: تقرير منظمة الصحة العالمية، الإصابات الناجمة عن حوادث المرور، صحيفة وقائع رقم 358، سبتمبر 2012.

إن انخفاض الحوادث المرورية في الدول مرتفعة الدخل ليس محل الصدفة ولكنه ثمرة عمل وبحث متواصل، ونظرا لأهمية الموضوع وشموليته لجميع البلدان، تم انجاز دراسات نظرية معمقة وبناء نماذج كمية، التي تقدم التحاليل والتفاسير، وهي عبارة عن تمثيل مبسط وعقلاني لظاهرة ما بإدخال جميع العوامل المؤثرة فيها على شكل متغيرات، وتكون العلاقة بين المتغيرات بصيغة رياضية، ما جعلها إحدى أقوى الوسائل لمعالجة الظواهر في ظل توفر المعطيات اللازمة والبرامج الحاسوبية؛ هذه الأخيرة تسمح بتشخيص أسباب حوادث المرور ومعالجة مسبباتها.

كانت بداية ظهور نمذجة حوادث المرور من طرف Smeed (1949) الذي ساهم في بناء نماذج التنبؤ السنوية لقتلى حوادث المرور، ولكن أعماله لم توفق في شرح انخفاض عدد القتلى المسجل في البلدان الأوروبية في أوائل السبعينيات، ونتيجة لذلك وضعت نماذج أخرى خلال سنوات ثمانينات ومع تطور المعطيات ظهر نموذج **DRAG** (**D**emande **R**outière, **A**ccidents et **G**ravité) (1984) لـ Marc Gaudry طبق في كندا، ثم تطور بعد ذلك DRAG-2 (Gaudry, 1995)، وتفرعت منه عدة نماذج كالنموذج المطبق في فرنسا TAG (**T**rafic, **A**ccident, **G**ravité)(Jaeger, 1999) وهو مطبق في عدة بلدان أخرى.

في الجزائر حسب المصادر الرسمية[1]، فإن الطريق والمحيط يساهمان بنسبة 6% من أسباب حوادث المرور، بينما المتسبب الرئيسي في الحوادث هو العامل البشري بنسبة 90% أما المركبة تؤثر بنسبة 4%. بلدنا كغيره من البلدان يتكبد الكثير من ضحايا الطرقات، علما أن الحوادث غير الجسمانية (المادية فقط) لا يتم حسابها، ما يدعون أكثر للوقوف على هذه الظاهرة، وعليه:

- **هل يقدم نموذج DRAG تفسير لحوادث المرور الجسمانية في الجزائر؟**

تهدف هذه الأوراق البحثية إلى تبيان أهم محددات خطر الطريق عبر عملية النمذجة القياسية لحوادث المرور الجسمانية في الجزائر باستخدام الإطار النظري لنموذج **DRAG**.

1. مبادئ نموذج DRAG : التعرض للحوادث وخطر الطريق

ظاهرة حوادث المرور يمكن وصفها ونمذجتها باستخدام الأبعاد الثلاثة: التعرض، خطر الطريق وجسامة الحوادث، على هذا قام نموذج DRAG لـ Gaudry (1984). عند التشخيص العام للأمن في الطرق من المهم التمييز بين مفهومين التعرض للحوادث وخطر الحوادث، إن التعرض للحوادث لكل سيارة أو مركبة تسير في الطريق يتمثل في تكرار السَير بصفة عامة، وهو يتجسد في الكيلومترات المقطوعة ويتأثر بعوامل خارجية[2]. أما خطر الطريق فيُعرف بأنه

[1]: دراسة إحصائية لحوادث المرور في الجزائر خلال سنة 2010، الصادرة عن المركز الوطني للوقاية والأمن عبر الطرق، الجزائر 2011.
[2] : التعرض للحوادث يقاس بمسافة سير المركبات التي يعبر عنها بعدد الكيلومترات المقطوعة، وهو ذو ارتباط موجب بعدد الحوادث والضحايا.

حاصل قسمة عدد الحوادث على التعرض، وكثيرا ما يستخدم لقياس مستوى سلامة الطرق المتعلقة نسبيا بالتعرض (Hakkert A.S & Braimaister L.2002). إن الهدف الرئيسي المتوخى من بناء النماذج الكلية لحوادث المرور هو تفسير على المدى البعيد لحوادث الطرق والضحايا، إن النماذج ينبغي أن تسمح لواضعي السياسات على فهم أفضل للظاهرة.

1.1. المتغيرات التابعة والمستقلة

المتغير التابع في نموذج كلي لحوادث المرور يمكن أن يكون عدد الحوادث الجسمانية أو عدد الضحايا (الجرحى والقتلى)، هذه المتغيرات يمكن التعبير عنها على شكل عدد مطلق (مثلا عدد القتلى) أو نسبة أي معدل (عدد قتلى لكل 100 ألف مركبة). إن استخدام معدل كمتغير تابع في نموذج يضمن العلاقة الخطية بين عدد الحوادث والعامل المستعمل في التقدير، وثمة مشكلة باستخدام المعدل كمتغير تابع، بَيَنَها Hoxie (1984) وهي إذا كانت المتغيرات طبيعية ذات ارتباط مع عدد القتلى أو المتغيرات المستقلة، فحينئذ يصعب إجراء الاختبارات الإحصائية للنموذج. ومنه يفضل استخدام الأعداد المطلقة للحوادث أو الضحايا كمتغيرات تابعة، وعليه فإن عامل التعرض يدرج في النموذج ضمن المتغيرات المفسِرة.

تبنى النماذج على أساس فرضيات تُفسر ظاهرة حوادث المرور، تُستمد هذه الفرضيات من نتائج تجريبية لنماذج عالمية؛ مثلا، كلما ازدادت مسافات السير فان حوادث المرور الجسمانية تزداد، مما يعني أن المزيد من التعرض (المسافة المقطوعة لكل مركبة) يزيد من احتمال وقوع حوادث المركبات. والواقع أن الدراسات التجريبية تدعم هذا الصلة الإيجابية، فرضية أخرى اختبرها Hoxie وSkinner (1985) تتعلق بخطر الطرق، حيث أنهما استنتجا أن الخطر يزداد عند السائقين الأكثر مجازفة (الشباب والسائقين عديمي الخبرة)، وكذلك السياقة الليلية وفي المناطق الريفية.

2.1. اختيار المعطيات

استخدم بعض الباحثين معطيات مقطعية، على وجه الخصوص في الولايات المتحدة الأمريكية (Loeb 1987, Sivak 1983, Peltzman 1975)، غير أن معظم الدراسات تمت باستخدام معطيات سلاسل زمنية سنوية (Peltzman 1975, Eshler 1977, Zlatoper1984 Joksch 1984, Partyka 1984)أو شهرية Cooper 1986, Wagenaar 1984, Gaudry 1984, Blum and Gaudry 1992, Jaeger (1998)، ولجأ البعض الآخر إلى المزج بين المعطيات المقطعية والسلاسل الزمنية ما يعرف بالبيانات الممزوجة (Panel Data) مثل (Fridstrom et Ingebrigtsen 1989, Fridstrom 1999).

إن الميزة الإيجابية للتحليل المقطعي هو توفر المعطيات، وإمكانية الحصول على المتغيرات وذلك عن طريق المشاهدة؛ يشْكِّل على هذا التحليل أن بعض المتغيرات تختلف طريقة حسابها من بلد إلى آخر، أو المتغيرات التي لها أثر على وتيرة وجسامة حوادث الطرق، مع العلم أن بعض المتغيرات يصعب قياسها (مثل التضاريس، المناخ، ونمط الحياة) هذا الاختلاف غير القابل للقياس قد يؤدي إلى ارتباط بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المفسِرة، مما ينقص القيمة الفعلية لنمذجة.

3.1. الصيغة القياسية لنموذج DRAG

معادلات نموذج DRAG هي نظام للمعادلات الآنية المتتابعة؛ فأي نموذج (أو معادلة) فهو يربط بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، في الجزء المسمى "الجزء النظامي"، الذي هو من أجل كل مشاهدة t، أما الجزء الثاني u_{it} فهو نموذج الخطأ المسمى "الجزء العشوائي".

$$y_{it}^{(\lambda_y)} = \left[\sum_{k=1}^{n} \beta_{ik} X_{ikt}^{(\lambda_x)} + \sum_{j=1}^{<i} \alpha_j y_{jt}\right] + u_{it} \quad \ldots\ldots\ldots (01)$$

k : عدد المتغيرات المستقلة.

i : عدد المعادلات في النظام

يوجد تحويل Box Cox للمتغيرات (يظهر في أس المتغير(λ))، الذي يستعمل في دوال الطلب على النقل (Gaudry et Wills, 1978)، يعرف كما يلي: $y^{(\lambda)} = \begin{cases} (y^{\lambda} - 1)/\lambda & ,\lambda \neq 0 \\ \ln(y) & ,\lambda = 0 \end{cases}$

هذا التحويل يشيع استخدامه في العديد من المجالات، عند انعدام أية فكرة عن العلاقة بين المتغيرات أو عندما نريد اختبار بعض الأحكام المسبقة التي تربط بين المتغيرات.

في المعادلة (1) إذا كان $\lambda_y = \lambda_x = 1$، فالدالة عبارة عن انحدار خطي وإذا كان $\lambda_y = \lambda_x = 0$ يصبح نموذجاً خطياً ذو متغيرات لوغاريتمية، وبما أن مقلوب اللوغاريتم هو الدالة الأسية، فان القيم $\lambda_x = 0$ و $\lambda_y =$ 1يعادلان : $y = \exp(\sum \beta_k X_k)$

النمذجة تقوم على تحقيق توازن بين الجزء الثابت والعشوائي. في الجزء الثابت المعطيات هي التي تحدد شكله الوظيفي (خطي، أو غيره)، أما حد الخطأ يهدف إلى الحصول على أخطاء البواقي غير مرتبطة مع الزمن (شوشرة بيضاء) وذات تباين مشترك ثابت. من أجل التأكد من هذا التوازن نحتاج إلى مرحلتين من النمذجة. في أول الأمر

نشكل نموذج الانحدار حيث غالبا ما نقدر النموذج الخطي ($\lambda_y = \lambda_x = 1$) والنموذج اللوغارتمي ($\lambda_y = \lambda_x = 0$)، ونختار النموذج الأفضل، مع إمكانية إدراج متغيرة صماء أو متغيرتين ذات القيم الثنائية (0، 1) التي تمثل تغير في تطور الظاهرة كتطبيق قانون مرور جديد أو غير ذلك.

إذا لم يكن حد الخطأ u_t شوشرة بيضاء وذات تباين مشترك ثابت نلجأ إلى نمذجة حد الخطأ التالية:

$$u_t = \left[\sqrt{\exp\left(\delta_0 + \sum_{i=1}^{I} \alpha_i Z_{it}^{(\lambda_{zi})}\right)}\right] v_i \qquad (02)$$

$$v_t = \sum^{L} P_j \, v_{i-j} + w_i \qquad (03)$$

حيث :

δ_0, P_j, α_i: هي معلمات مقدرة؛

v_t : متغير الارتباط الذاتي للأخطاء؛

Z_{it} : متغيرات تحدد التباين المشترك لحد الخطأ حتى يكون ثابت؛

w_t : شوشر بيضاء.

إن هذه النمذجة تكون في آن واحد مع المعادلة (01)، ومن أجل تعظيم هذه الدالة تتطلب خوارزميات خاصة. وقد نستعمل المعادلة رقم (03) مباشرة.

4.1. حساب الكيلومترات المقطوعة للمركبات

إن تقدير إجمالي المسافة (كيلومترات×المركبات) بناءا على مبيعات الوقود (يحول الغاز الطبيعي إلى بترين)، انطلاقا من المتوسط السنوي للمسافة المقطوعة لكل نوع من العربات، وتصحيحها باستخدام بيانات استهلاك الكلي للوقود ومتوسط استهلاك الوقود لمجموع مركبات الحظيرة، إلا أن مشكل فعالية حرق الوقود تنقص من قيمة هذا التقدير، فهي تختلف على حسب سن الحظيرة وخصائصها.

2. بناء نموذج حوادث المرور في الجزائر

إن تحليل خطر الطريق يرتكز على الثلاثية: التعرض للحوادث، عدد الحوادث والضحايا الحوادث، تستعمل كمؤشر للخطر المروري، هذا النموذج يعتمد أساسا على الأبعاد الثلاثة:

- خطر التعرض: يقاس بالكيلومترات المقطوعة ← الطلب على الطريق
- خطر الحوادث: عدد الحوادث الجسمانية
- خطر الجسامة: معدلي القتلى والجرحى } أداء الأمن المروري

حسب نموذج DRAG فان المستوى الأول يمثل معادلات الطلب على الطريق، في حين أن بقية المستويات تمثل معادلات أداء الأمن المروري. إن النموذج المستعمل في شرح ظاهرة حوادث المرور، يكتب في شكل نظام معادلات تراجعية أو ما يعرف أيضا بالمعادلات الآنية[1]. حيث في هذا النوع من النماذج، فإن المتغير التابع لمعادلة ما يدخل كمتغير مفسِر في معادلة أخرى. وهو ما أستعمل في نموذج DRAG و TAG، في حالتنا فإن النموذج يكتب على الشكل التالي:

$$Y_{1t} = f(X_{it} \ldots, U_{1t}) \quad \ldots\ldots (04)$$

$$Y_{2t} = f(X_{it} \ldots, Y_{1t}, U_{2t}) \quad \ldots\ldots (05)$$

$$Y_{3t} = f(X_{it} \ldots, Y_{1t}, Y_{2t}, U_{3t}) \quad \ldots\ldots (06)$$

حيث:

Y_{1t} : إجمالي الكيلومترات المقطوعة ..... خطر التعرض.

Y_{2t} : عدد الحوادث الجسمانية ..... خطر الحوادث.

Y_{3t} : معدل الوفيات (الجسامة الأولى) }

Y_{4t} : معدل الجرحى (الجسامة الثانية) ..... خطر الجسامة.

X_{it}: المتغيرات المفسِرة ($i=1\ldots k$).

U_{it}: الأخطاء من أجل ($i=1, 2, 31, 32$).

نلاحظ أن Y_{1t} يدخل في تحديد كل من Y_{2t}، Y_{3t} و Y_{4t}، حيث بمجرد تقدير Y_1 في المعادلة الأولى يدخل كمتغير خارجي في معادلة Y_2، ومن ثم Y_{31t} و Y_{32t} تباعا. هذه النماذج تسمى بالمعادلات التراجعية وهي بذلك تمثل نظام معادلات تراجعي، حيث أن كل متغير داخلي (تابع) يتحدد بطريقة تراجعية بالنسبة إلى متغير داخلي أخر.

[1] : Voir William Greene, économétrie, 5e Pearson, Education, France 2005, pp 365-405.

إن الفترة الزمنية للمتغيرات المدرجة تمتد من 1993 إلى 2012، بعدد مشاهدات 20، تم التقدير باستعمال برنامج Eviews4 وذلك بتطبيق طريقة المربعات الصغرى (OLS). نقوم بتقدير النماذج التالية: عدد الكيلومترات المقطوعة، عدد الحوادث الجسمانية، معدل القتلى ومعدل الجرحى باستخدام المتغيرات المدرجة الموالية:

Klm: عدد الكيلومترات المقطوعة من طرف الحظيرة الوطنية للمركبات؛

Acc : عدد حوادث المرور الجسمانية؛

Bl: عدد الجرحى في الحوادث الجسمانية؛

Gbl: معدل الجرحى للحوادث، وهو عدد الجرحى على عدد الحوادث الجسمانية؛

Tu : عدد الوفيات في الحوادث الجسمانية؛

Gtu : معدل الوفيات للحوادث، وهو عدد الوفيات على عدد الحوادث الجسمانية؛

Pact : عدد اليد العاملة؛

Pop : عدد السكان؛

Prur : عدد سكان المناطق القروية؛

Purb : عدد سكان المناطق الحضرية؛

Ven : مبيعات بنزين عادي؛

D10: متغيرة صماء بدءا من سنة 2010 الخاصة بقانون المرور 09-03.

Vess : مبيعات بنزين بدون رصاص؛

Ves : مبيعات بنزين ممتاز؛

Rrg : طول شبكة الطرق؛

Rrsa : شبكة الطرق بدون الطريق السريع؛

Pa : عدد مركبات الحظيرة الوطنية؛

Vt : عدد السيارات السياحية في الحظيرة؛

Pl : عدد مركبات الوزن الثقيل في الحظيرة ؛

Bus : عدد الحافلات في الحظيرة ؛

Tm : معدل الآلية هو عدد المركبات على عدد الأشخاص في سن القيادة؛

Tcr : معدل النمو الاقتصادي؛

Tch : معدل البطالة؛

Vcrb : مبيعات الوقود؛

Vg : مبيعات المازوت؛

D05: متغيرة صماء بدءا من سنة 2005 الخاصة بقانون المرور 04-16.

تمت عملية النمذجة بإقصاء المتغيرات غير المعنوية وتحسين نوعية النموذج بإجراء اختبارات ستيودنت و Breusch-Godfrey[5] بدل داربين-واتسون لاختبار ارتباط الذاتي للأخطاء واختبار فيشر.

1.2. تقدير نموذج المسافة المقطوعة (Klm)

لقد أفضت نتائج نمذجة المسافة المقطوعة (Klm) إلى المعادلة رقم (08) المبينة في يلي:

$$Klm = -2 \times 10^9 + 525\ Vt + 164\ Prur - 47{,}6\ Purb \quad \ldots\ldots(08)$$

Prob(t-student)=0.00 لجميع المعلمات المقدرة، Prob(F-statistic)=0.00؛ R^2=0.98؛

اختبار Breusch-Godfrey لدرجة الأولى: F=0,059 وprob=0.81 .

أ. التقييم القياسي

المتغيرات المفسِرة معنوية والنموذج ككل جد مقبول، حيث أن النموذج يفسر 98% من تغيرات المسافة المقطوعة، أما اختبار Breusch-Godfrey لدرجة الأولى يظهر غير معنوي، ما ينفي ارتباط الأخطاء وعليه فالنموذج مقبول إحصائيا.

ب. التقييم الاقتصادي

إن الجانب الاقتصادي لهذا النموذج يستوفي متغيرات مفسِرة نظريا، حيث أن الحد الثابت سالب وجد مرتفع وبما أن فترة الدراسة تمتد من 1993 حتى 2012 ونتيجة للارتفاع الهائل لمستويات استهلاك الوقود من 2006 حيث تضاعف بـــ 7.8 مرة إلى 2012 وتضاعف بـــ 1.4 مرة بين 1993 و2006، هذا الصعود الشديد -بين 2006 و2012- هو ما سبب الإشارة السالبة إضافة إلى القيمة الكبيرة 2×10^9 .

المتغير الأول هو عدد السيارات السياحية (***Vt***) معامله يساوي 525 وذلك يعود لتأثير المباشر لعدد السيارات السياحية وهي بنسبة 63% من الحظيرة الوطنية، مما يدل على أن إضافة سيارة سياحية واحدة يزيد من المسافة المقطوعة بـــ 525 كلم\سنة، وهو ما يفسر أيضا بشساعة الجزائر ما يدفع الأفراد لاكتساب سيارات سياحية. المتغير الثاني عدد سكان المناطق الريفية (***Prur***) يؤثر بصفة موجبة حيث بازدياد شخص في الناطق الريفية يزيد 164 كلم\سنة وهو ما يفسر بضرورة وكثرة التنقل، إلا أن قيمة المعامل صغيرة وذلك راجع لتدني نسبة سكان الريف في الآونة الأخيرة حيث يمثلون 36% فقط. سكان المناطق الحضرية (***Purb***) معامله سالب (47.6-) أي بازدياد شخص في النطاق الحضري ينقص المسافة المقطوعة بـــ 47 كلم\سنة مما يبرر عدم الحاجة للتنقلات الطويلة في المناطق الحضرية لاقتراب الإدارة الإقليمية والمركزية أحيانا وحتى أماكن العمل وأيضا الاستعمال الجماعي لوسائل النقل المتوفرة بصفة كبيرة ما يدني بالضرورة مسافة السير للمركبات.

2.2. تقدير نموذج عدد الحوادث الجسمانية (Acc)

في هذا المستوى نتطرق إلى نمذجة عدد الحوادث الجسمانية ، والتي تمثل أولى معادلات الأداء المروري.

$$Acc = 10^{-4}\ Klm + 1{,}25\ Bus + 0{,}8\ Rrg - 0{,}06\ Vt - 11280\ (D10) \quad \ldots.(09)$$

Prob(t-student)≤0.05 للمعلمات الخمسة، Prob(F-statistic)=0.00؛ R^2=0.88؛

اختبار Breusch-Godfrey لدرجة الأولى: F=1,26 وprob=0.28.

[5]: يعرف أيضا بداربين الموسع أنظر صالح التومي: مدخل لنظرية القياس الاقتصادي، الجزء الثاني، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1999. ص 61.

أ. التقييم القياسي

إن النموذج مقبول إحصائيا، ذلك راجع لمعنوية معلماته، والنموذج يفسر 88% من تغيرات عدد الحوادث الجسمانية. أما اختبار Breusch-Godfrey للارتباط ذاتي للأخطاء من الدرجة الأولى يظهر سلبي.

ب. التقييم الاقتصادي

إن هذا النموذج يحتوي جميع المؤثرات الاقتصادية الفعالة في تحديد عدد الحوادث الجسمانية، حيث يدخل المتغير Klm (المسافة المقطوعة) كمتغير مفسر، عدد الحافلات (Bus) وكذا الشبكة الإجمالية للطرق (Rrg)، السيارات السياحية (Vt)، إضافة إلى متغيرة صماء (D10) في سنة 2010 لتأثير قانون مرور 2010 الخاص بسحب رخصة السياقة.

إن متغير المسافة المقطوعة (Klm) له علاقة طردية مع عدد الحوادث الجسمانية حيث بزيادة Klm (المسافة المقطوعة) بمليون كلم يزيد 100 حادث جسماني، وهذا ما يتوافق مع الجانب النظري، حيث بزيادة المسافة المقطوعة يزداد احتمال التعرض للحوادث. أما المتغير الثاني عدد الحافلات (Bus)، فإن زيادة حافلة واحدة تزيد الحوادث بـــ 1.25 حادث جسماني، مما يدل على أن سائقي الحافلات يتسببون في حوادث جسمانية ويعرضون الأشخاص للحوادث الجسمانية ذلك للاستعمال المفرط في السرعة، أيضا طول مسافة بعض خطوط النقل (شرق غرب؛ شمال جنوب) يعرض السائقين لتعب شديد يؤدي إلى وقوع حوادث خطيرة، وقد تكون الحافلات ذات نوعية رديئة الصنع.

طول الشبكة الإجمالية للطرق (Rrg) هي الأخرى تساهم بـــمعامل 0.8، أي زيادة شبكة الطرق بـــ 100 كلم فذلك يزيد 80 حادث جسماني في السنة، مما يفسر على أن ازدياد شبكة الطرقات تزيد من احتمال حدوث الاصطدام وتكون تلك الطرق مجهولة لأغلب السائقين وأيضا اعتماد النشاط التجاري على شبكة النقل البرية (الطرق). أما معلمة السيارات السياحية (Vt) ذات إشارة سالبة، حيث بزيادة 100 سيارة سياحة تنقص 06 حوادث جسمانية مما يدل على أن سائقي السيارات السياحية أكثر حذر من غيرهم ما يساهم في تدني الحوادث، علما أن نسبة السيارات السياحية تشكل 63% من إجمالي حظيرة السيارات. أما المتغيرة الصماء D10 فقيمة معلمتها تساوي 11280-، ما يدل على أن تطبيق القانون ساهم بخفض عدد الحوادث الجسمانية بـــ 11280، بدليل انخفاض عدد الحوادث في سنة 2010 بأكثر من 8300 حادث (نسبة 20%) بين سنتي 2009 و2010، نتيجة تنفيذ قانون جديد لتنظيم الحركة المرورية. لكن سرعان ما عاودت الارتفاع نظرا لأسباب مرتبطة بعملية تطبيق القانون وتحايل الأشخاص.

3.2. تقدير معدل القتلى (Gtu)

تعتبر معادلة معدل القتلى ثاني معادلة لأداء الأمن المروري

$$\mathbf{Gtu = -3^{*}10^{-6}\ Acc + 3^{*}10^{-6}\ Rrg - 5.6^{*}10^{-9}\ Purb} \quad \ldots\ldots (10)$$

Prob(t-student)<0.00 للمعلمات الثلاثة، Prob(F-statistic)=0.00؛ R^2=0.83؛

اختبار Breusch-Godfrey لدرجة الأولى: F=0,01 وprob=0.91.

أ. التقييم القياسي

إن هذا النموذج يتمتع بمعنوية المتغيرات المفسِرة، والنموذج كليا يفسر 83% من تغيرات معدل القتلى وفيما يخص الإحصائية F فهي معنوية مما يجعل النموذج كليا مقبول. وأما اختبار Breusch-Godfrey للارتباط ذاتي للأخطاء من الدرجة الأولى فهو ينفي وجود ارتباط الأخطاء.

ب. التقييم الاقتصادي

إن النموذج نظريا مقبول وذلك راجع لاحتوائه على المتغيرين، عدد الحوادث الجسمانية (Acc) والذي يمثل خطر الحوادث، أما خطر التعرض فهو غير ممثل بالكيلومترات المقطوعة (Klm) بل بطول إجمالي شبكة الطرق (Rrg)، مما يعكس صراحة أن طول شبكة الطرق هو الذي يحدد خطر التعرض للحوادث الجسمانية في الجزائر.

إن المتغير عدد الحوادث الجسمانية (Acc) فقيمة معامله $-3x10^{-6}$، مما يدل على أنه بازدياد 10 ألاف حادث ينقص 3% قتيل لكل حادث، وهي قيمة أقل بكثير عن المتوسط الحسابي المقدر بـــ 0.11 قتيل لكل حادث. أما المتغير الثاني إجمالي شبكة الطرق (Rrg) معامله يساوي $3x10^{-6}$ هذا يعني أن ازدياد طول الشبكة بـــ 10 ألاف كلم يزيد 3% قتيل لكل حادث، وذلك راجع لأن معظم الطرق تشيد دون أن تكون معزولة عن العالم الخارجي. عدد سكان المناطق الحضرية (Purb) يؤثر سلبيا ذلك لازدياد الوعي المروري في الوسط الحضري من جهة وكثرة الازدحام في المدن الشيء الذي يجعل من الحوادث مادية فقط من جهة أخرى، حيث معامله يساوي $-5.6x10^{-9}$، أي بازدياد سكان المناطق الحضرية بـــ 10^7 فذلك ينقص 5.6% قتيل لكل حادث.

4.2. تقدير معدل الجرحى(Gbl)

تعتبر معادلة معدل الجرحى ثالث معادلة لأداء الأمن المروري

$$\mathbf{Gbl = -1.2*10^{-5}\ Acc - 1.3*10^{-9}\ Klm + 1.5*10^{-5}\ Bus + 1.2*10^{-5}\ Rrg} \quad \ldots..(11)$$

Prob(t-student)<0.02 للمعلمات الاربعة، Prob(F-statistic)=0.00؛ R^2=0.69؛ اختبار Breusch-Godfrey للدرجة الأولى: F=3,29 وprob=0.09.

أ. التقييم القياسي

النموذج يتميز بمعنوية المتغيرات المفسِرة، أما النموذج يفسر 69% من تغيرات المتغير التابع. يظهر اختبار Breusch-Godfrey للارتباط ذاتي للأخطاء من الدرجة الأولى غير معنوي ما ينفي وجود ارتباط الأخطاء؛ أما الإحصائية F فهي معنوية مما يجعل النموذج مقبول.

ب. التقييم الاقتصادي

إن النموذج نظريا مقبول وذلك راجع لاحتوائه على المتغيرين، عدد الحوادث الجسمانية (Acc) والذي يمثل خطر الحوادث، وعدد كيلومترات المسافة المقطوعة (Klm) الذي يمثل خطر التعرض.

إن المتغير عدد الحوادث الجسمانية (Acc) قيمة معامله $-1,2x10^{-5}$، مما يدل على أنه بازدياد 100 ألف حادث ينقص 1,2 جريح لكل حادث، وهي قيمة قريبة من المتوسط الحسابي المقدر بـــ 1.42 جريح لكل حادث. أما المتغير الثاني عدد كيلومترات المسافة المقطوعة (Klm) معامله يساوي $-1.3x10^{-9}$ هذا يدل على أن ازدياد Klm بـــ 10^8 كلم ينقص 0.13 جريح لكل حادث، وهي قيمة ضعيفة حيث أن تقدير Klm في سنة 2012 كان $5.4x10^8$، وبما أنه معنوي ما يؤكد تأثيره على معدل الجرحى.

عدد الحافلات (Bus) لها تأثير على معدل الجرحى، حيث معاملها ($1,5x10^{-5}$) يدل على أن إضافة 100 ألف حافلة يزيد 1.5 جريح لكل حادث، مما يؤكد على أن سائقي الحافلات لهم تأثير في زيادة عدد الجرحى. المتغير الأخير إجمالي شبكة الطرق (Rrg) معامله يساوي $1,2x10^{-5}$ هذا يعني أن ازدياد طول الشبكة بـــ 100 ألف كلم يزيد 1.2 جريح لكل حادث، وذلك راجع لارتفاع التعرض للحوادث لكون الطرق تكون مفتوحة دون وجود عوازل.

الخـــلاصـــة :

من خلال الدراسة النظرية لنمذجة ظاهرة حوادث المرور باستعمال مختلف العوامل المؤثرة من الجانب الاقتصادي والاجتماعي لما تلعبه من أدوار فعالة على خطر الطريق، وتطبيقها في الجزائر للفترة الممتدة من 1993 إلى 2012، يمكن القول:

* لتعرض لخطر الطريق والمتمثل في الكيلومترات المقطوعة يمكن التأثير عليه من خلال عاملين، الأول السيارات السياحية بانتهاج سياسة تسمح بتعويض النقل البري للمركبات عن طريق السكك الحديدية والبواخر لأنها أكثر أمنا، وفي نفس الوقت تساهم بخفض كثافة حركة المرور، وبصفة أخرى بتحفيز الشركات على إنشاء وحدات إنتاج أو تسويق لها عبر مختلف ربوع الوطن خاصة جنوب البلاد مع استغلال القطارات في هذا الباب، أما الثاني سكان المناطق الريفية فبتطبيق اللامركزية خاصة في مناطق ذات كثافة مرور عالية وبناء جسور المرور لقطع الطريق.
* نموذج خطر الحوادث (الحوادث الجسمانية) يبين أن المفتاح يتمثل في المتغير "**D10**" الذي هو تطبيق قـــانون ســـحب رخصـــة السياقة حيث أنه استطاع أن يخفض عدد الحوادث، مما يؤكد أن التنظيم القانوني يحد من هذه الظاهرة وأن العامل البشـــري هـــو المسبب الأول للحوادث، ما يستلزم التوعية المرورية أكثر والعمل بنظام تنقيط لرخصة السياقة، وحتى بالنسبة للحوادث الماديـــة. دون أن ننسى عامل آخر هو تأمين الطرق في المناطق الريفية وذلك بعزلها عن العالم الخارجي؛ وأيضـــا إنشـــاء محطـــات عبـــور الشاحنات محاذية للطرق (موزعة على كامل التراب الوطني) تُرخص لها بمواصلة السير، بعد مراقبة مطابقتها لشروط السير الآمن.
* معدل الوفيات الذي يعتبر مؤشر لجسامة الحوادث الجسمانية، هذا المعدل له علاقة طردية مع طول شبكة الطرق وفي الوقت نفسه له علاقة عكسية مع عدد سكان المناطق الحضرية مما يدل على أن المتضررين هم سكان الريف ما يؤكد الطرح السابق، ما يوجب الاعتماد على نظام معلومات جغرافي لتسجيل الحوادث من أجل إثراء المعطيات والاستغلال.
* معدل الجرحى هو ثاني معدل لقياس جسامة الحوادث الجسمانية، يتأثر طرديا بعدد الحافلات مما يدل على إسهامها البالغ في زيادة عدد الجرحى، أي أنها تتسبب في حوادث عدد الجرحى فيها أكبر من الوفيات؛ ما يستوجب تحسين ظروف النقل العمومي مـــع التشديد على حاملي رخصة النقل المسافرين ، وتدعيم وتطوير شبكة السكك الحديدية وحتى الخطوط الجوية؛ وتبني إســـتراتيجية لتخطيط المدن خاصة الكبرى وحتى يكون متسع للجولان داخل المدينة.

قائمة المراجع:

1. أديب محمد خضور، حملات التوعية المرورية العربية، إصدار مركز الدراسات والبحوث، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، المملكة العربية السعودية 1428هـ/2007م.
2. بوضريفة حمو، دراسة عن أساليب حوادث المرور في الجزائر، المطبعة الجامعية، الجزائر 1991.
3. بوسنة شريفة، تأثير العامل البشري على استفحال ظاهرة حوادث المرور، مذكرة ماجستير، جامعة الجزائر، قسم علم الاجتماع، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، 2004.
4. تومي صالح، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي، الجزء الأول، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1999.
5. تومي صالح، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي،الجزء الثاني، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1999.
6. جوزيف ناكورزي، أمن المرور، ترجمة سليمان عبد الهليل، مؤسسة عز الدين للطباعة و النشر، لبنان 1995.
7. سعيداني جمال، دراسة قياسية لحوادث المرور في الجزائر (نموذج DRAG)، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر 02، 2009.
8. عطية عبد القادر محمد عبد القادر، الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الطبعة الثانية، الدار الجامعية، الإسكندرية 2000.
9. غرايبية فوزي وآخرون، أساليب البحث العلمي في العلوم الاجتماعية والإنسانية، الطبعة الثالثة، دار وائل للنشر، الأردن 2002.
10. Bourbounnais Régis, économétrie, 3e édition DUNOD, France 2000.
11. Bresson Gerges et Pirotte Alian, économétrie des séries temporelles, presses universitaire de France, France 1995.
12. Cadoret Isabelle et al., économétrie appliquée, édition de boeck, Bruxelles 2004.
13. Greene William, économétrie, 5e Pearson Education, France 2005.
14. Judge George G. et al., The theory and practice of econometrics, 2ème edition John Wiley, USA. 1984.

15. Himori Slimane, Modèle théorique de suivi de l'insécurité routière en Algérie 1970-2002, thèse de doctorat d'Etat soutenue à Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed BOUDHIAF, Faculté d'architecture et de génie civil, décembre 2005
16. Laurence Jaeger, L'évaluation du risque dans le système des transports routiers par le développement du modèle TAG (**T**rafic - **A**ccident – **G**ravité), thèse de doctorat soutenue à l'Université Louis Pasteur, Strasbourg 1999.
17. Srinivas Reddy Geedipally, Analysis of Traffic Accidents before and after resurfacing (A statistical approach), Department of Science and Technology Linkoping University, Sweden 2005.
18. Rapport de séminaire régional sur les déplacements urbains en méditerranée, qualité de vie et compétitivité des villes (un défi pour les pourvoir publics), Maroc 22-23/01/2008.
19. إحصاءات حوادث المرور الجسمانية في الجزائر، المركز الوطني للوقاية والأمن عبر الطرق، وزارة النقل، 2013.
20. تقرير منظمة الصحة العالمية، الإصابات الناجمة عن حوادث المرور، صحيفة وقائع رقم 358، سبتمبر 2012.
21. الجريدة الرسمية، العدد 46، الجزائر 19 أوت 2001.
22. الديوان الوطني للإحصائيات، إحصائيات ديموغرافية، رقم 471، الجزائر.