

تطوير نموذج قبول السائق للثغرات الزمنية على التقاطعات الطرقية المنظمة بإشارات السير (تقاطعات الأفضلية)

الدكتور أكرم رستم*

الدكتورة شذى أسعد**

عبير اسماعيل***

ملخص

تشكل تقاطعات الأفضلية عنصراً مهماً في شبكات الطرق، حيث أن نسبة كبيرة من الحوادث والتأخير تحدث على هذه التقاطعات، وبالرغم من ذلك فهناك نقص في الدراسات اللازمة لتقييم وتحسين أداء هذه التقاطعات، وفهم سلوك السائقين عندها.

لقد تمت في دراسات سابقة الإشارة إلى إمكانية دراسة وتحليل هذه التقاطعات ضمن إطار "خصائص قبول السائقين للثغرات الزمنية"، والتي تحدث في اتجاه الحركة الرئيسي، وإلى أهمية أن تؤخذ بعين الاعتبار خصائص السائقين، والمركبات والرحلات، بالإضافة إلى خصائص حركة المرور، والثغرات الزمنية، ولكن قبل هذا البحث لم يتم إجراء دراسة تحليلية بهذا الشأن، ولم يتم تحديد تأثير بعض من خصائص السائقين والمركبات والرحلات على طريقة تصرف السائقين حيال قبول الثغرات الزمنية المتاحة لهم، كما أن نتائج تلك الدراسات حول آثار بعض العوامل المرورية التي تمت دراستها مختلفة إلى حد التناقض فيما بينها.

لقد توصلت هذه الدراسة إلى نتائج هامة وجديدة في هذا المجال، منها أن خصائص السائق (مثل جنسه وتجربته للحوادث والمخالفات المرورية) وخصائص الرحلات (مثل هدف الرحلة ومدتها)، والتي لم تدرس من قبل، تعتبر جميعها عوامل هامة في تفسير تصرف السائق من ناحية قبول الثغرات الزمنية.

الكلمات المفتاحية: الثغرة الزمنية، الثغرة الحرجة، Binary Logit Model.

*أستاذ مساعد - قسم هندسة النقل والمواصلات - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

**مدرس - قسم هندسة النقل والمواصلات - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

***طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة النقل والمواصلات - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Developing model for driver gap acceptance at Unsignalized intersections (priority intersection)

Dr. Akram Rustom*

Dr. Shaza Asaad **

Abeer Ismail***

□ ABSTRACT □

Priority intersection form a major element in road networks since significant portions of traffic accidents and delays occur at them. Nevertheless, there is lack in studies directed to evaluate the performance of these junctions and to understand driver behavior at them. Previous research has acknowledged that priority intersection can be studied within the context of driver gap acceptance behavior and has raised the importance of incorporating driver, vehicle, and trip attributes in gap acceptance studies related to these intersections. However, limited effort has been directed to this subject. The quantitative effects of driver, vehicle, and trip attributes were not evaluated and the reported results in studies about the effects of other typical traffic attributes are inconsistent.

In this research, we have fined significant results related to driver attributes such as driver age, sex, accident experience, and traffic violation experience, trip duration, and trip purpose were found to be significant factors in explaining driver gap acceptance behavior.

Key words: gaps , Critical gap, Binary Logit Model.

*Associate Professor, Department of Transportation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Lecturer, Department of Transportation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

***Postgraduate Student, Department of Transportation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تشكل تقاطعات الأفضلية نسبة كبيرة من تقاطعات الطرق والشوارع ضمن المدن وضواحيها، وتكون طريقة تنظيم الحركة عليها إما بإشارة "قف" أو بإشارة "تمهل أفضلية المرور للغير" الموجودة على الأذرع الثانوية للتقاطع، ونميز منها التقاطعات بثلاثة أذرع أو أربعة أو ذات الأذرع المتعددة، وتتداخل على هذه التقاطعات حركة العربات على شوارع ثانوية مع حركة العربات على شوارع رئيسية، مشكلةً بذلك أنواع متعددة لنقاط التعارض المرورية.

يعتمد مبدأ العمل على هذه التقاطعات على استغلال الثغرات الزمنية بين العربات على الشارع الرئيسي أو اتجاه الحركة الرئيسي (الذي له أفضلية المرور) من قبل العربات على الاتجاه الثانوي وذلك للقيام بعملية العبور أو الانعطاف [1]. يمكن دراسة وتحليل هذه التقاطعات ضمن إطار "خصائص قبول السائقين للثغرات الزمنية"، والتي تحدث في اتجاه الحركة الرئيسي، وسيهتم البحث بدراسة تأثير خصائص السائقين، والمركبات، والرحلات بالإضافة إلى خصائص حركة المرور، والثغرات الزمنية على سلوك السائق لقبول الثغرات، علماً أنه لم يتم قبل هذه الدراسة إجراء دراسة تحليلية بهذا الشأن، ولم يتم تحديد تأثير أي من خصائص السائقين والمركبات والرحلات على سلوك تصريف السائقين حيال قبول الثغرات الزمنية المتاحة لهم على تقاطعات الأفضلية، كما أن النتائج الموجودة في الدراسات السابقة حول آثار بعض العوامل المرورية التي تمت دراستها متناقضة نوعاً ما. لقد أجريت دراسات تحليلية سابقة أخذت بعين الاعتبار عاملين أو ثلاثة عوامل، وتم استخدام نتائج هذه الدراسات في الطرق التحليلية المستخدمة في تحديد مستوى أداء تقاطعات الأفضلية.

أهمية البحث وأهدافه:

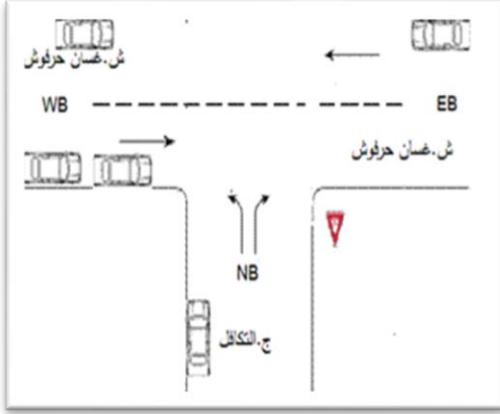
تتبع أهمية هذا البحث من كونه يسعى بشكلٍ عام لدراسة خصائص السائقين والمركبات والرحلات كعوامل مؤثرة على سلوك السائق لقبول الثغرات الزمنية، بالإضافة إلى خصائص حركة المرور والثغرات الزمنية. فمعظم الدراسات السابقة المتعلقة بدراسة سلوك السائقين لقبول الثغرات الزمنية على تقاطعات الأفضلية تطرقت للعوامل المتعلقة بحركة المرور والثغرات الزمنية وأهملت العوامل المتعلقة بالسائقين والرحلات والمركبات. ويمكن تلخيص الهدف من البحث بتطوير نموذج رياضي وصفي من نوع Binary logit model لقبول السائقين للثغرات الزمنية على تقاطعات الأفضلية، وذلك بالاعتماد على دراسة تأثير كل من خصائص السائقين والمركبات والرحلات، بالإضافة لخصائص حركة المرور والثغرات الزمنية.

طرائق البحث ومواده:

١- اختيار موقع البحث:

تم اختيار تقاطع طريقي من النوع T في مدينة اللاذقية - منطقة الرمل الشمالي - حي الجمهورية، ولم تكن عملية الاختيار عشوائية، بل تم اختيار التقاطع المدروس بعد إجراء تحريات حقلية ومسوحات استطلاعية لـ 30 موقعاً متوفراً، كما تم اختيار الموقع الذي يحقق المعايير العالمية والتي تشمل ما يلي [3]:

١. استخدامات الأراضي المجاورة: تعطى الأفضلية للتقاطعات المحاطة باستخدامات متنوعة للأراضي.
٢. خصائص حركة المرور: يجب أن تكون حركة المرور كافية ومقبولة بحيث تفي بغرض الدراسة، وبإمكانية الحصول على حجوم عينات مناسبة للدراسة.
٣. التقارب مع التقاطعات المجاورة: من الأفضل عدم وجود أي تقاطع في المنطقة المحيطة بالتقاطع المدروس، وفي حالة وجود تقاطعات فإنه من الأفضل أن لا تقل المسافة بينهما عن (250m).
٤. توفر مساحة لإجراء المقابلات الميدانية، والتقاطع المختار مبين في الشكل (1).



الشكل(1): تقاطع T



الشكل(1): خارطة للموقع المختار

٢- جمع البيانات الحقلية:

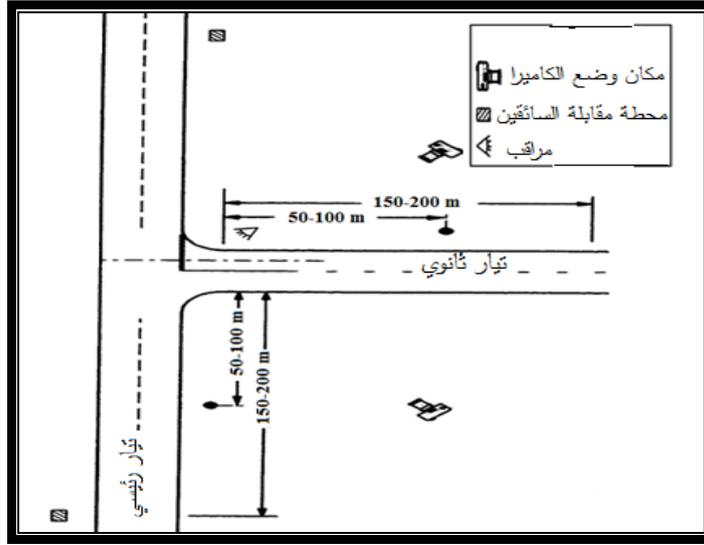
يلزم لجمع هذه البيانات إجراء دراسة مرورية عند الموقع المدروس، وبيبين الجدول (1) البيانات اللازمة في هذه الدراسة. ولجمع بيانات هذه الدراسة فقد تم استخدام الأدوات التالية:

- كاميرا فيديو وضعت في أماكن مناسبة تتيح رصد المناورات المرورية المدروسة في الموقع المدروس وتغطي مساحة كافية منه حوالي (50-100m).
- ساعة توقيت لقياس أزمنا التأخير على الشارع الثانوي وأزمنا الثغرات الزمنية التي سيتم استخراجها من أشرطة الفيديو.
- استبيانات ميدانية للسائقين منفذي المناورات المدروسة حيث تجرى المقابلات الميدانية على مسافة تتراوح ما بين (150-200m) من التقاطع.

لقد تم توظيف فريق مؤلف من (9) أشخاص لجمع البيانات اللازمة للدراسة، ويتألف الفريق من مشرف يشرف على نقل الفريق من موقع إلى موقع آخر ومراقبة أداء الفريق خلال فترة المسح، وشرطي مرور للمساعدة في توقف العربات لإجراء المقابلات الميدانية مع السائقين، وشخص يشرف على عمل الكاميرا، ومراقب يسجل أرقام لوحات عربات التيار الثانوي بالترتيب الدقيق ويسجل لونها والعلامة التجارية، وذلك لاستخدامها في عملية مطابقة البيانات التي جمعت بالمقابلات الميدانية مع البيانات المستخرجة من أشرطة الفيديو، وفريق مؤلف من 5 أشخاص لإجراء المقابلات الميدانية. ويوضح الشكل (2) فريق جمع البيانات.

الجدول (1) البيانات اللازمة للدراسة

المصدر	طريقة التقدير والواحدة	المتغير	مجموعة المتغير
استبيان	العمر الفعلي للسائق (years)	العمر	سمات وخصائص السائق
استبيان	جنس السائق (ذكر، أنثى)	الجنس	
استبيان	عدد سنوات السيفقة	تجربة السائق	
استبيان	تصنيفات	التعليم	
استبيان	عدد المرات التي يمر فيها سائق من الموقع بالأسبوع	الألفة مع الموقع	
استبيان	معايير قبول السائق للثغرة (سرعة أو مسافة) لعربة المتقدمة من التيار الرئيسي	معايير ثغرة القبول	سمات وخصائص المرور
استبيان	عدد الحوادث في السنتين الماضيتين وعدد المخلفات المرورية في لسنة الماضية	الحوادث والمخلفات المرورية المسجلة	
تسجيل فيديو	حجم حركة المرور على فترات زمنية (veh/30 sec)	حجم حركة المرور للتيار الرئيسي	
تسجيل فيديو	السرعة الفعلية (km/h)	سرعة العربة المتقدمة	
تسجيل فيديو	زمن التأخير لفعلي للرتل ومقدمة للرتل (sec)	أزمنة التأخير للتيار لثانوي (رتل - مقدمة الرتل)	
تسجيل فيديو	تصنيفات (الانعطاف الليمين - الانعطاف الليمار) من التيار الثانوي	نوع المناورة	سمات وخصائص العربة
تسجيل فيديو	حجم حركة المرور على فترات (veh/1min)	حجم حركة المرور للتيار لثانوي	
تسجيل فيديو	السرعة الفعلية للعربة لتيار الثانوي (km/h)	سرعة التيار الثانوي	
تسجيل فيديو	تصنيفات (ثقيلة، سياحية)	نوع العربة المتقدمة	
استبيان	عدد الأشخاص في عربة التيار لثانوي متضمنة لسائق	درجة اشغال العربة	
تسجيل فيديو	تصنيفات (ثقيلة، سياحية)	نوع عربة لتيار الثانوي	سمات وخصائص الثغرات
تسجيل فيديو	تصنيفات (gaps- lags)	نوع الثغرة	
تسجيل فيديو	الحجم الفعلي للثغرة (sec)	حجم الثغرة	
تسجيل فيديو	العدد الفعلي للثغرات المرفوضة من قبل السائق قبل قبوله للثغرة	عدد الثغرات المرفوضة	
تسجيل فيديو	تصنيفات	هدف الرحلة	
استبيان	تقدير السائق لزمن الرحلة (min)	طول الرحلة	سمات وخصائص الرحلة



٣- موديل التطوير:

٣-١ تصنيف الموديل: تتم نمذجة سلوك قبول السائق للثغرة على تقاطعات الأفضلية كعملية احتمالية للخيار المنفصل وفقاً لموديل Binary logit وتوابع المنفعة العشوائية كما في الصيغة العامة التالية [3]:

$$P_{gd} = \frac{1}{1 + e^{-V_{gd}}}$$

P_{gd} : احتمالية الثغرة (g) التي سيقبلها السائق (d)؛

V_{gd} : الجزء الجبري لتابع المنفعة وهو تابع خطي من الدرجة الأولى ويأخذ الشكل التالي:

$$V_{gd} = B + B_1 \times X_1 + B_2 \times X_2 + \dots + B_n \times X_n$$

معاملات الموديل ؛ B, B_1, B_2, \dots, B_n

X_1, X_2, \dots, X_n : السمات المؤثرة على السائق

٣-٢ متغيرات الموديل:

عالجت الدراسات العديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر على سلوك السائق لقبول الثغرة على تقاطعات الأفضلية، وتتضمن هذه المتغيرات تشكيلة واسعة من خصائص حركة المرور، وخصائص الثغرات الزمنية والسائقين والرحلات والمركبات.

٣-٢-١ المتغير التابع: متغير مؤشري (إما قبول أو رفض) الثغرة، ويأخذ إحدى القيمتين (0,1)، حيث يأخذ التابع القيمة (0) عندما يرفض السائق الثغرة المتاحة، ويأخذ التابع القيمة (1) عندما يقبل السائق الثغرة المتاحة [2].

٣-٢-٢ المتغيرات المستقلة: هي المتغيرات التي ستدخل في بناء الموديل وتتضمن التالي:

٣-٢-٢-١ سمات وخصائص السائق:

١. عمر وجنس السائق: أفاد باحثون بأن السائقين الشباب يقبلون ثغرات أقصر مقارنة مع السائقين المعمرين [3].

وقال البعض منهم أن طول الثغرة الحرجة للسائقات الإناث أطول مقارنة مع السائقين الذكور [9].

٢. تجربة السائقين: يوجد مقداران لتعيين تجربة السائقين، عدد سنوات السواقة، والمسافات المقطوعة خلال السنوات الماضية، حيث تزداد إمكانية القبول كلما كانت تجربة السائق أكثر [3].

٣. مستوى التعليم: يتأثر سلوك السائق بمستوى تعليمه، حيث يقبل السائقون ذوي مستويات تعليمية مختلفة مستوى المخاطرة المتعلقة بقبول الثغرة المتوفرة بصور مختلفة، وتزداد قيمة ثغرة القبول كلما زاد مستوى تعليم السائق.

٤. نوعية السائقين (التألف مع الموقع): يتأثر سلوك السائق لقبول الثغرة بمعرفته للموقع، ويمكن أن يقبل السائقون ذوو الألفة للموقع ثغرات أقصر.

٥. الحوادث والمخالفات المرورية المسجلة: يتأثر سلوك السائق لقبول الثغرة بعدد الحوادث المرتكبة وبالمخالفات المرورية المسجلة، يقبل السائقون المرتكبون للمخالفات والحوادث المرورية بمعدلات عالية ثغرات زمنية أقصر.

٣-٢-٢-٢ سمات وخصائص حركة المرور:

١. حجوم التيار الرئيسي: يتأثر قبول السائق للثغرة بتدفق حركة المرور على التيار الرئيسي، كما أن تجاهل وإهمال حجم حركة المرور للتيار الرئيسي يمكن أن يؤدي إلى نسبة 100% من الأخطاء في تقدير قيم الثغرات الحرجة [4]. وقد أشار الباحث (Neudorff, 1985) بأنه لا يوجد لتدفقات التيار الرئيسي أي تأثير على قرار السائق بقبول الثغرة، ونرى أن إدخال هذا المتغير في هذه الدراسة سيساعد على تأسيس صورة أوضح عن تأثيره.

٢. سرعة العربة القادمة (سرعة التيار الرئيسي): تؤثر قدرة سائق التيار الثانوي على تقدير سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي المشكلة للثغرة على سلوكه [3]، وأظهرت بعض الدراسات التأثير السلبي للسرعة على سلوك السائقين، ووجدت أن متوسط ثغرة القبول تنقص كلما ازدادت سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي [3]، بينما أهملت بعض الدراسات سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي لعدم وجود تأثير مهم للسرعة على قرار قبول الثغرة [8].

٣. زمن التأخير على التيار الثانوي: يعتبر زمن التأخير على التيار الثانوي واحد من العوامل القليلة التي حظيت باهتمام كبير سابقاً، وبالرغم من ذلك فإن النتائج المذكورة حول هذا العامل ليست حاسمة، فالعديد من الباحثين الذين اهتموا بدراسة هذا العامل ذكروا بأن أزمدة التأخير لها تأثير واضح على سلوك قبول السائق للثغرة، ويميل السائق لقبول الثغرات الأقصر كلما ازدادت أزمدة التأخير [6][11][3]. بينما أشار البعض من الباحثين بأنه ليس لأزمدة التأخير أهمية بالتأثير على قرار قبول السائق للثغرة [3]. لقد اقترح الباحثون مقادير مختلفة لأزمدة التأخير، فالبعض قسم أزمدة التأخير إلى زمن تأخير خط التوقف وزمن تأخير الرتل، ووجد البعض منهم أنه من الأفضل جمع كل منهما في متغير واحد يدعى (زمن التأخير الكلي).

٤. **نوع المناورة:** لقد عالج العديد من الباحثين تأثير نوع المناورة (اندماج- تصادم) على سلوك قبول السائق للثغرة، وعادةً تملك مناورات الاندماج الثغرات الحرجة الأقصر، وتملك الحركات المنعطفة الثغرات الحرجة الأعلى [6] [11]. يعتبر تأثير نوع المناورة على حجم ثغرة القبول من الأمور الثابتة، غير أنه من الممكن أن يتباين تأثير بعض من العوامل المؤثرة على سلوك السائق لقبول الثغرة تبعاً لنوع المناورة. هذه الفرضية سيتم اختبارها في هذا البحث، حيث أن موقع الدراسة هو تقاطع ثلاثي وسيتم دراسة حركتين: حركة انعطاف اليمين من الثانوي إلى التيار الرئيسي، وحركة انعطاف لليساار من التيار الثانوي إلى التيار الرئيسي، وسيتم تطوير موديلات منفصلة للمناورتين المدروستين.

٥. **حجم المرور للتيار الثانوي:** تكون الثغرات الحرجة أقصر عندما تكون حجوم مرور التيار الثانوي عالية، ويعود ذلك لإمكانية زيادة أزمنة التأخير وزيادة طول الرتل.

٣-٢-٢-٣ سمات وخصائص العربية:

١. **نوع العربية القادمة:** يكون سائقو التيار الثانوي أكثر تردداً لقبول الثغرات المتاحة عندما تكون العربية القادمة من التيار الرئيسي عربية كبيرة، وعندها يقبل سائقو التيار الثانوي ثغرات حرجة أطول [3] [2].
٢. **درجة إشغال عربية التيار الثانوي:** تؤثر درجة إشغال عربية التيار الثانوي على سلوك السائق لقبول الثغرة بشكل ذي أهمية، فكلما زادت درجة إشغال العربية، يزداد حجم ثغرة القبول، خصوصاً إذا كان ركاب العربية، هم أفراد من أسرة واحدة أو مجموعة من الأصدقاء [3].
٣. **نوع عربية التيار الثانوي:** يقبل سائقو العربات الكبيرة الثغرات الأطول، ويعود ذلك للخصائص المختلفة لتلك العربات (تسارع بطيء، عربات أطول)، ويتوقع أن يقبل سائقو عربات النقل العام (التاكسي) الثغرات الأقصر مقارنةً مع العربات الخاصة (الشخصية) [2].

٣-٢-٢-٤ سمات وخصائص الثغرة:

١. **نوع الثغرة:** اهتم بعض الباحثين بهذا المتغير، وأفادوا بأن استجابة السائقين للثغرات الزمنية من النوعين (gaps/lags) متباينة [3]. لقد ذكر بعض الباحثين بأن استجابة السائقين للثغرات الزمنية من النوع (lags) مختلفة عن استجابة السائقين للثغرات الزمنية من النوع (gaps) [10] [7]، ووجد البعض منهم أن متوسط الثغرات من النوع (lags) المقبولة أعلى من متوسط الثغرات من النوع (gaps) المقبولة [3] [11]، والحالة العامة هي استخدام كل من (lags/gaps) في بناء الموديل بدلاً من استخدام (lags) أو (gaps).
٢. **حجم الثغرة:** يعتبر حجم الثغرة من أحد العوامل المصيرية التي تؤثر على سلوك السائق لقبول الثغرة، وكلما زاد حجم الثغرة تزداد احتمالية القبول [8].

٣. **عدد الثغرات المرفوضة:** تعتبر عدد الثغرات المرفوضة من قبل السائق مقياس آخر لأزمنة التأخير.

٣-٢-٢-٥ خصائص وسمات الرحلة:

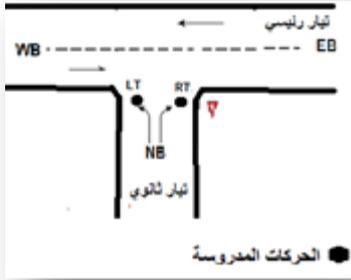
١. **هدف الرحلة:** يؤثر هدف الرحلة على حساسية واستجابة السائق للثغرات، فعندما يقوم السائق برحلة إلى المستشفى (حالة طارئة) أو إلى العمل، يكون أكثر حساسية للثغرات، ويقبل الثغرات الأقصر مقارنةً بالحالات التي يقوم فيها برحلات استجمام [8].

٢. طول الرحلة: تؤثر مسافة السفر على سلوك السائق لقبول الثغرة، ولقد ذكر أن السائقين الذين يتنقلون لمسافات قصيرة يكونون أكثر ارتباكاً عند دخول التقاطع، ويفضلون قبول الثغرات الحرجة الأكبر [3]. سيختبر هذا البحث تأثير هدف الرحلة ومدتها على سلوك السائق لقبول الثغرة.

٤- الدراسة التحليلية للبيانات:

تم جمع بيانات هذه الدراسة في تشرين الثاني لعام 2012 لتقاطع من النوع (T) كما في الشكل (3)، وكانت مدة المسح

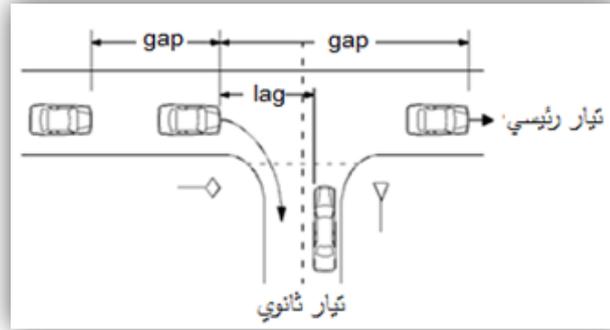
الجدول (2) حجم عينات الدراسة



البند	انعطاف اليمين (RT)	انعطاف اليسار (LT)
العدد الكلي للعربات المشاهدة على الشارع الثانوي	93	185
العدد الكلي لسائقي المقابلات الميدانية	90	183
العدد الكلي للثغرات المقيمة من قبل سائقي المقابلات الميدانية	122	283
عدد العربات المراقبة التي تحقق هدف معين من الدراسة	0	0
حجم العينة الكلي	90	183
العدد الكلي للثغرات المراقبة	122	283

الشكل (3): مخطط الحركات المدروسة

الأصغري لكل مناورة ساعتين، ومدة المسح الكلي (4) ساعات، ويبين الجدول (2) حجم عينات الدراسة. ولقد تم ترميز المتغيرات اللازمة للدراسة، والتي تم استخراجها من أشرطة الفيديو والاستبيانات الميدانية للسائقين، وذلك لاستخدامها كمرجع في النمذجة الوصفية.



الشكل (4) توضيح أنواع الثغرات

حيث أن:

Gap: الفترة الزمنية بين وصول عربتين متتاليتين في التيار الرئيسي، يطبق هذا التعريف بغض النظر عن اتجاه الحركة ولكل حارة تشغلها عربة التيار الرئيسي. أو بعبارة أخرى، هي "الفترة الزمنية بين الجهة الخلفية للعربة الأولى من التيار الرئيسي والمقدمة الأمامية للعربة التالية عندما تتجاوزان نقطة معينة.

Lag: الفاصل الزمني بين وصول عربة من الشارع الثانوي لخط التوقف والتحصير لتجاوز التقاطع ووصول الجهة الأمامية للعربة من التيار الرئيسي. أو بعبارة أخرى، هي الجزء المتبقي من الثغرة الأخيرة في التيار الرئيسي عندما تصل

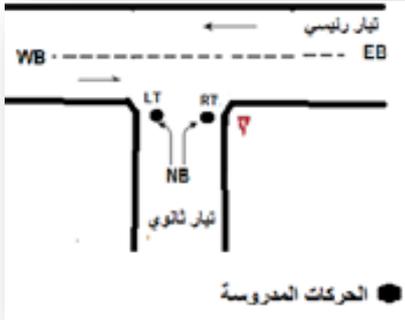
عربة من التيار الثانوي إلى التقاطع والتي تتحضر لتنفيذ المناورة المطلوبة. وفي هذا السياق، تعتبر دائماً الثغرة من النوع (lag) جزء من النوع (gap).

٤-١- تحليل بيانات القيم المتوسطة للثغرات والثغرات الحرجة:

٤-١-١ الثغرات المتوسطة:

حسبت القيم المتوسطة للثغرات المقبولة والمرفوضة من أجل مستويات مختلفة للسماة المدروسة وذلك للحركة المنعطفة للسيار في فترة الذروة، ونظمت في الجدول (3).

الجدول (3) قيم متوسطات الثغرات لمستويات مختلفة من خصائص السائقين والمركبات والرحلات وحركة المرور والثغرات



المتغير	انعطاف لليمين (RT)		انعطاف للسيار (LT)		مستوى المتغير	
	متوسط الثغرات المرفوضة (gap)(sec)	متوسط الثغرات المقبولة (gap)(sec)	متوسط الثغرات المرفوضة (gap)(sec)	متوسط الثغرات المقبولة (gap)(sec)		
اشغال العربة (OCUP)	2.2	12.44	2.43	9.66	2=>	
(passcar)	2.05	12.63	2.42	16.1	2<	
هدف الرحلة (TRPS)	2.1	10.33	2.4	13.8	Work	
	2.07	11.04	2.7	15.3	Non work	
جنس السائق (DSEX)	2.16	24.22	2.5	14.1	Male	
	2.1	11.8	2.4	14.9	Female	
مستوى التعليم (DEDU)	2.2	10.44	2.2	14.9	Secondary	
	1.86	11	3.4	13.7	University	
معيير القبول (ACTN)	2.26	8.99	2.5	12.6	Speed	
	1.77	13.81	2.4	16.1	Distance	
نقل الحركة (TRAN)	2.12	18.81	2.4	13.6	Manual	
	2	9.14	2.5	16.2	Automatic	
عدد الحوادث (ACDT)	2.2	11.76	2.5	13.9	0	
(acci2year)	1.91	7.52	2.4	15.1	1<=	
عدد المخالفات (VLTN)	2.17	11.87	2.5	12.7	0	
(viol1year)	2.12	6.48	2.5	13.4	1<=	
نوع عربة الثانوي (MNTP)	2.72	13.45	2.36	15.83	Pc	
	2.14	11.49	2.75	15.64	LV	
نوع عربة الرئيسي (MJTP)	2.12	10.7	2.42	16.06	Pc	
	0.6	10.9	2.3	13.72	LV	
زمن تأخير الكلي (TLDL)	2.1	10.86	2.52	12.06	10=>	
(sec)	2.27	9.5	2.27	16.71	10<	
نوع الثغرة (TMGP)	2.64	11.86	2.38	14.88	Gap	
	1.51	10.05	2.54	16.39	Lag	
عدد الثغرات المرفوضة (NREJ)	2	12.8	2.31	16.4	1=>	
gapldriver	2.14	11	2.45	11.8	1<	
عمر السائق الثانوي (DAGE)	2.8	11.54	2.5	12.9	40=>	
(years)	2.2	19.5	2.4	18.1	40<	
سرعة العربة المتقدمة (MGSD)	2.2	8.54	2.59	18.6	35=>	
(km/hr)	2.13	20.1	2.37	14.23	35<	
تجربة السائق (DEXP)	1.8	17.6	2.6	15.4	2>	
(years)	2.12	11.15	2.5	13.5	2-5	
	2.5	8.82	2.3	14.3	5<	
		12.1				متوسط gaplag المقبولة بالثانوي = 14.6
		2.1				متوسط gaplag المرفوضة بالثانوي = 2.47

ينتج من تحليل نتائج الجدول مايلي:

انعطاف لليمين	انعطاف للييسار
<p>الثغرات المقبولة</p> <p>١. يبلغ متوسط الثغرات المقبولة حوالي (6.48-24.22)sec والمعدل الإجمالي (12.1)sec.</p> <p>٢. لوحظت قيم عالية لمعدلات الثغرات المقبولة للسائقين المعمرين، والسرعات العالية للعربات القادمة من التيار الرئيسي وللسائقين مرتكبي مخالفات مرورية وحوادث بمعدلات قليلة، وللسائقين الجامعيين.</p> <p>٣. بشكل عام، تميل متوسط الثغرات المقبولة لـ $lags$ لاختلاف وهذا يعود لاختلاف سلوك السائقين بقبول (gaps, lags).</p> <p>٤. بعض المتغيرات لا تتوافق مع التوقعات، فمثلاً متغير هدف الرحلة (TRPS) أم متوسط الثغرات المقبولة لرحلات العمل أكبر بوضوح من متوسط الثغرات المقبولة لرحلات غير العمل وهو من غير المتوقع بما يشير إلى صعوبة وتعقيد دراسة ووصف سلوك السائق لقبول الثغرات.</p>	<p>الثغرات المقبولة</p> <p>١. يبلغ متوسط الثغرات المقبولة ما بين (9.99-18.6)sec والمعدل الإجمالي (14.6)sec.</p> <p>٢. لوحظت قيم عالية لمعدلات الثغرات المقبولة للسائقين ذوي رحلات غير العمل، والسائقين الإناث، والسائقين المعمرين وهذا يتوافق مع سلوك السائق لقبول الثغرة.</p> <p>٣. متوسط (lags) المقبولة أكبر من متوسط (gaps) المقبولة ويشير ذلك لميل السائقين لرفض (lags) مقارنة مع (gaps) بشكل أكبر.</p>
<p>الثغرات المرفوضة</p> <p>١. يبلغ متوسط الثغرات المرفوضة حوالي (0.6-2.8)sec والمعدل الإجمالي للثغرات المرفوضة (2.1)sec.</p> <p>٢. متوسط الثغرات المرفوضة لـ (lags) هو (1.51)sec وهو أقل بوضوح من متوسط الثغرات المرفوضة لـ (gaps) وهو (2.64)sec ويعود ذلك لاختلاف سلوك السائقين لقبول الثغرات.</p>	<p>الثغرات المرفوضة</p> <p>١. يبلغ متوسط الثغرات المرفوضة ما بين (2.2-3.4)sec والمعدل الإجمالي للثغرات المرفوضة (2.47)sec.</p> <p>٢. لوحظ انخفاض معدلات الثغرات المرفوضة للسائقين ذوي معدلات عالية للحوادث والمخالفات مرورية عالية، ومستويات عالية لأزمة التأخير.</p>

٤-١-٢ الثغرات الحرجة:

حسبت قيم الثغرات الحرجة من أجل مستويات مختلفة للسماح المدروسة باستخدام طريقة راف التخطيطية، وتعتمد هذه الطريقة على رسم منحني القبول للثغرات المقبولة، ومنحني الرفض للثغرات المرفوضة، وتمثل نقطة تقاطعهما الثغرة الحرجة، كما نظمت النتائج في الجدول (4).

وينتج من تحليل نتائج الجدول مايلي:

انعطاف لليمين (RT)	انعطاف للييسار (LT)
<p>١. تتراوح قيم الثغرة الحرجة ما بين (2.3 - 4.7) sec .</p> <p>٢. لا يوجد تغير ملحوظ بقيم الثغرة الحرجة لمستويات بعض المتغيرات ومنها: DAGE, MGSD, DEXP, DFAM, NREJ, VLTN, ACTN</p> <p>٣. بعض المتغيرات تتغير قيم الثغرات الحرجة تغيراً واضحاً باختلاف مستوياتها فمثلاً تنقص قيم الثغرة الحرجة للمتغير (ACDT) بازدياد مستوياته، ونلاحظ بالنسبة للمتغير (TRPS) الثغرة الحرجة لرحلات العمل أقل بوضوح من الثغرة الحرجة لرحلات غير العمل.</p> <p>٤. الثغرة الحرجة لـ (lag) أقل بوضوح من الثغرة الحرجة لـ (gap) ويبدل على اختلاف استجابة السائق لكل منهما.</p>	<p>١. تتراوح قيم الثغرة الحرجة ما بين (2.1-4.9) sec .</p> <p>٢. بعض المتغيرات تتغير قيم الثغرات الحرجة تغيراً واضحاً باختلاف مستوياتها فمثلاً تنقص قيم الثغرة الحرجة للمتغير (VLTN) بزيادة مستوياته.</p>

الجدول (4) قيم الثغرات الحرجة

المتغير	مستوى المتغير	انحطاف لليسار (LT) الثغرة الحرجة (sec)	انحطاف لليمين (RT) الثغرة الحرجة (sec)
اشغال العربية (OCUP) (pass\car)	2=>	4.4	4.4
هدف الرحلة (TRPS)	2<	3.6	2.5
	Work	3.5	2.4
	Non work	No	3
جنس السائق (DSEX)	Male	3.1	2.5
	Female	No	No
مستوى التعليم (DEDU)	Secondary	No	2.5
	University	2.6	3
معيار القبول (ACTN)	Speed	3.9	2.5
	Distance	No	2.7
عدد الحوادث (ACDT) (accil2year)	0	No	3.4
	1<=	3.38	2.5
عدد المخالفات (VLTN) (viol1year)	0	4.9	2.6
	1<=	2.2	2.5
نوع عربة الثانوي (MNTP)	Pc	3.6	2.6
	LV	No	3
نوع عربة الرئيسي (MTTP)	Pc	3.9	2.6
	LV	No	No
زمن تأخير الكلي (TLDL) (sec)	10=>	3.38	2.5
	10<	No	3.4
نوع الثغرة (TMGP)	Gap	No	4.7
	Lag	2.1	2.4
عدد الثغرات المرفوضة (NREJ) (gaps\driver)	1=>	No	2.3
	1<	3.8	2.3
عمر السائق الثانوي (DAGE) (years)	40=>	3.5	2.5
	40<	No	2.6
سرعة العربة المتقدمة (MGSD) (km\hr)	35=>	No	2.6
	35<	3.9	2.7
تجربة السائق (DEXP) (years)	5=>	3.5	2.7
	5<	No	2.6
الآلفة للموقع (DFAM) (times\week)	5=>	No	2.7
	5<	3.38	2.5

٢-٤ تطوير موديلات القبول

١-٢-٤ منهج النمذجة

إن الهدف الرئيسي من الدراسة هو دراسة تأثير خصائص السائق والعربة والرحلة على سلوك السائقين لقبول الثغرات، وسيتم في البداية كخطوة أولى صياغة موديل القبول بإدخال تأثير خصائص حركة المرور والثغرات الزمنية وأزمنة التأخير، وذلك باعتبارها من العوامل الرئيسية المؤثرة على سلوك السائق لقبول الثغرات، كما سيتم تسمية الموديل بـ (Basic model). وكخطوة ثانية سنعمل على صياغة موديل القبول بإدخال متغيرات جديدة متعلقة بخصائص السائق والعربة والرحلة، وسيتم تسمية الموديل بـ (Full model)، وسنقوم بدراسة مدى تأثير المتغيرات الجديدة على سلوك القبول، وسنعمل على صياغة الموديل باستخدام برنامج الإحصاء الرياضي المعروف spss.

٢-٢-٤ تطوير موديل القبول للحركة المنعطفة نحو اليمين (المناوره RT)

١-٢-٢-٤ الموديل الأساسي للمناورة (RT) (basic model):

لقد تم استخدام بيانات متعلقة بخصائص حركة المرور والثغرات الزمنية وأزمنة التأخير في صياغة موديل القبول، وتضم هذه البيانات: حجم الثغرة (GSEC)، سرعة العربة المتقدمة من التيار الرئيسي (MJSD)، وزمن التأخير الكلي (زمن التأخير بمقدمة الرتل وزمن تأخير الرتل) (TLDL) بفروق معنوية 5%، وملخص صياغة موديل القبول معطى بالجدول (5).

الجدول(5) موديل (Basic) للحركة المنعطفة نحو اليمين

Sig	معاملات الموديل	متغيرات الموديل
.000	1.760	(GSEC) حجم الثغرة (sec)
.047	.145	(MJSD) سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي (Kmh)
.002	-.240-	(TLDL) زمن التأخير الكلي (sec)
.584	1.515	(Constant) ثابت الموديل

معادلة الموديل:

$$P(\text{accepte}) = \frac{1}{1 + e^{-1.76GSEC - 0.145MJSD + 0.24TLDL}}$$

ينتج من تحليل نتائج الجدول(5) ما يلي:

(١) بما يتعلق باختبار فرضية وجود علاقة بين المتغير التابع (استجابة السائق للثغرات) وبين المتغيرات المؤثرة عليه (المتغيرات المستقلة):

الفرضية الصفرية: لا يوجد علاقة ذات دلالة معنوية (إحصائية) بين المتغير التابع وبين المتغيرات المستقلة.
الفرضية البديلة: يوجد علاقة ذات دلالة معنوية (إحصائية) بين المتغير التابع وبين المتغيرات المستقلة، ونلاحظ من الجدول السابق أن قيم sig لمعاملات المتغيرات المستقلة أصغر من 0.05، أي أنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، أي أننا رفضنا الفرضية الصفرية وقبلنا الفرضية البديلة، كما سيتم حذف المتغيرات التي قيمة المعنوية (sig) أكبر من 0.05، وبالتالي سيتم حذف ثابت الموديل لأن sig أكبر من 0.05، مما يدل على عدم وجود دالة معنوية بين الثابت والمتغير التابع.

(٢) بما يتعلق بمؤشرات توافق معاملات المتغيرات المستقلة مع سلوك السائق المتوقع لقبول الثغرات، فقد كان من المتوقع زيادة احتمالية القبول كلما زاد حجم الثغرة (GSEC)، وتناقص بزيادة سرعة العربة المتقدمة من التيار الرئيسي (MJSD). من الجدول تشير المؤشرات الموجبة لمعاملات المتغيرات على توافق زيادة احتمالية القبول (المتغير التابع) مع زيادة المتغيرات المستقلة، بينما تشير المؤشرات السالبة لمعاملات المتغيرات المستقلة على عدم التوافق بين زيادة احتمالية القبول مع زيادة المتغيرات المستقلة.

(٣) بما يتعلق بثابت الموديل: عندما تكون إشارة الثابت موجبة فإنه يدل على أن الأفضلية النسبية للثغرات المقبولة "accept gaps"، وعندما تكون إشارة الثابت سالبة، فإنه يدل على أن الأفضلية النسبية للثغرات المرفوضة "reject gaps".

موثوقية الموديل:

ووفقاً للجدول (6)، يعزز اختبار Hosmer and Lemeshow Test موثوقية الموديل، لأن قيمة المعنوية أكبر من 0.05، كما هو موضح في الجدول (6).

الجدول(6) اختبار Hosmer and Lemeshow

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	6.803	8	.558

٤-٢-٢-٢ دراسة تأثير خصائص السائق والعربة والرحلة على موديل القبول:

سيتم إدخال تأثير كل من خصائص السائق والعربة والرحلة على موديل القبول، ويتضمن الجدول (7) ملخص الموديل والمتغيرات الجديدة التي وجدت لها تأثير بفروق معنوية 5% على المتغير التابع وهي:

تجربة السائق للحوادث المرورية (ACDT) - جنس السائق (DSEX) - هدف الرحلة (TRPS)

الجدول (7) موديل (Full) للحركة المنعطفة نحو اليمين

Sig	معاملات الموديل	متغيرات الموديل
.000	2.360	(GSEC) حجم الثغرة (sec)
.050	.159	(MJSD) سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي (Km\h)
.006	-.231-	(TLDL) زمن التأخير الكلي (sec)
.050	1.280	(ACDT) تجربة السائق للحوادث المرورية (accil2years)
.047	1.069	(TRPS(1)) هدف الرحلة
.046	3.826	(DSEX(1)) جنس السائق
.241	-5.119-	(Constant) ثابت الموديل

معادلة الموديل:

$$P(\text{accepte}) = \frac{1}{1 + e^{-2.36GSEC + 0.159MJSD + 0.231TLDL - 1.28ACDT - 1.069TRPS - 3.826DSEX}}$$

ينتج من تحليل نتائج الجدول ما يلي:

(١) سيتم حذف ثابت الموديل لأن sig أكبر من 0.05، بما يدل على عدم وجود دالة معنوية بين الثابت والمتغير التابع.

(٢) بما يتعلق بمؤشرات توافق معاملات المتغيرات المستقلة مع سلوك السائق المتوقع لقبول الثغرات، فقد كان من المتوقع زيادة احتمالية القبول كلما زادت تجربة السائق للحوادث (ACDT) ولرحلات العمل (TRPS work) وللسائقين الذكور (DSEX man).

موثوقية الموديل:

يعزز اختبار Hosmer and Lemeshow Test موثوقية الموديل، لأن قيمة المعنوية أكبر من 0.05، كما هو موضح في الجدول (8).

الجدول (8) اختبار Hosmer and Lemeshow

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	2.108	8	.978

٤-٢-٣ تطوير موديل القبول للحركة المنعطفة نحو اليسار (المناوراة LT)

٤-٢-٣-١ الموديل الأساسي للمناورة (LT) (basic model):

تم استخدام بيانات متعلقة بخصائص حركة المرور والثغرات الزمنية وأزمنة التأخير في صياغة موديل القبول وتضم هذه البيانات: حجم الثغرة (GSEC)، سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي (MJSD)، وزمن التأخير الكلي (زمن التأخير بمقدمة الرتل وزمن تأخير الرتل) (TLDL) بفروق معنوية 5%، وملخص صياغة موديل القبول معطى بالجدول (9).

الجدول (9) موديل (Basic) للحركة المنعطفة نحو اليسار

Sig	معاملات الموديل	متغيرات الموديل
.000	1.730	(GSEC) حجم الثغرة (sec)
.042	.004	(MJSD) سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي (Kmlh)
.048	-.018-	(TLDL) زمن التأخير الكلي (sec)
.001	-8.319-	(Constant) ثابت الموديل

معادلة الموديل:

$$P(\text{accepte}) = \frac{1}{1 + e^{+8.319 - 1.73GSEC - 0.004MJSD + 0.018TLDL}}$$

ينتج من تحليل نتائج الجدول مايلي:

- (1) بما يتعلق بإختبار فرضية وجود علاقة بين المتغير التابع (استجابة السائق للثغرات) وبين المتغيرات المؤثرة عليه (المتغيرات المستقلة): نلاحظ من الجدول السابق أن قيم الـsig لمعاملات المتغيرات المستقلة أصغر من 0.05، أي أنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة.
- (2) بما يتعلق بمؤشرات توافق معاملات المتغيرات المستقلة مع سلوك السائق المتوقع لقبول الثغرات، كان من المتوقع زيادة احتمالية القبول كلما زاد حجم الثغرة (GSEC).
- (3) بما يتعلق بثابت تابع المنفعة (ثابت الموديل)، حيث أن إشارة الثابت سالبة، فإنه يدل على أن الأفضلية النسبية للثغرات المرفوضة "reject gaps".

موثوقية الموديل:

وفقاً للجدول (10)، يعزز اختبار Hosmer and Lemeshow Test موثوقية الموديل، لأن قيمة المعنوية أكبر من 0.05، كما هو موضح في الجدول (10).

الجدول (10) اختبار Hosmer and Lemeshow

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	3.917	8	.865

٤-٢-٣-٢ دراسة تأثير خصائص السائق والعربة والرحلة على موديل القبول:

سيتم إدخال تأثير كل من خصائص السائق والعربة والرحلة على موديل القبول، وملخص الموديل في الجدول (11) يبين المتغيرات الجديدة التي وجدت لها تأثيرات بفروق معنوية 5% على المتغير التابع وهي:

تجربة السائق للمخالفات المرورية (VLTN) والتي تمثل عدد المخالفات المرتكبة من قبل السائق في السنة الماضية - مدة الرحلة (TRDN) .

الجدول (11) موديل (Full) للحركة المنعطفة نحو اليسار

Sig	معاملات الموديل	متغيرات الموديل
.000	1.787	(GSEC) حجم الثغرة (sec)
.033	.009	(MJSD) سرعة العربة القادمة من التيار الرئيسي (Kml/h)
.042	-.026-	(TLDL) زمن التأخير الكلي (sec)
.037	.330	(VLTN) تجربة السائق للمخالفات المرورية (voillyear)
.032	.033	(TRDN) مدة الرحلة (min)
.006	-10.071-	(Constant) ثابت الموديل

معادلة الموديل:

$$P(\text{accepte}) = \frac{1}{1 + e^{+10.071 - 1.787GSEC_0.009MJSD + 0.0261TLDL - 0.33VLTN - 0.033TRDN}}$$

وينتج من تحليل نتائج الجدول مايلي:

(1) بما يتعلق بمؤشرات توافق معاملات المتغيرات المستقلة مع سلوك السائق المتوقع لقبول الثغرات، فإننا نلاحظ زيادة احتمالية القبول كلما زادت تجربة السائق للمخالفات المرورية (VLTN).

موثوقية الموديل:

وفقاً للجدول (12)، يعزز اختبار Hosmer and Lemeshow Test موثوقية الموديل، لأن قيمة المعنوية أكبر من 0.05، كما هو موضح في الجدول (12).

الجدول (12) اختبار Hosmer and Lemeshow

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	1.666	8	.990

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

- إن متوسط الثغرات الزمنية المقبولة من النوع (Lags) أكبر دوماً من متوسط الثغرات الزمنية المقبولة من النوع (gaps)، مما يؤكد اختلاف رد فعل السائق بالنسبة للثغرات الزمنية بنوعيهما (gaps/lags).
- الثغرة الحرجة للثغرات الزمنية من النوع (lags) أقل من الثغرة الحرجة للثغرات الزمنية من النوع (gaps) لمعظم مناورات الدراسة، ويدل على اختلاف استجابة السائق لكل منهما.

□ تعتبر خصائص السائقين (مثل جنسه وتجربته للحوادث والمخالفات المرورية)، وخصائص الرحلات (مثل هدف الرحلة ومدتها)، والتي لم تدرس من قبل، تعتبر عوامل هامة في تفسير تصرف السائقين فيما يتعلق بقبول الثغرات الزمنية.

□ أفضل موديل وصفي للحركة المنعطفة نحو اليمين هو الذي يأخذ تأثير خصائص حركة المرور والثغرات والسائقين والرحلات، والذي يعطى بالصيغة:

$$P(\text{accepte}) = \frac{1}{1 + e^{-2.36GSEC+0.159MJSD+0.231TLDL-1.28ACDT-1.069TRPS-3.826DSEX}}$$

□ أفضل موديل وصفي للحركة المنعطفة نحو اليسار، والذي يأخذ تأثير خصائص حركة المرور والثغرات والسائقين والرحلات، والذي يعطى بالصيغة:

$$P(\text{accepte}) = \frac{1}{1 + e^{+10.071-1.787GSEC_0.009MJSD+0.261TLDL-0.33VLTN-0.033TRDN}}$$

□ أكدت الاختبارات الإحصائية التي يوفرها برنامج spss الإحصائي (Hosmer and Lemeshow Test) موثوقية الموديلات المستنتجة.

التوصيات:

□ ضرورة إدخال تأثير خصائص السائقين والرحلات في موديلات قبول السائق للثغرات الزمنية على تقاطعات الأفضلية، لما لها من أهمية وتأثير على طريقة تصرف السائق أثناء مناورته.

المراجع

1. Highway Capacity Manual . Chapter 17, Unsignalized Intersection, Transportation Research Board U.S.A, 2000, 2-10.
2. Fitzpatrick, K., *Gaps Accepted at Stop-Controlled Intersections*. Transportation Research Record 1303, TRB, National Research Council, Washington, D. C. 1991, 103-12.
3. Abdel Malek Mohamad, " *Developing Behavioral models for driver gap acceptance at priority intersection*" Civil Engineering, 1997
4. Adebisi, O., " *Adaptability in Transportation System: A Case Study of Drivers Gap Acceptance Characteristics*". Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.9, N°.3, 1982a, 378-384.
5. Adebisi, O., " *Driver Gap Acceptance Phenomenon*", Journal of Transportation Engineering , Vol.108, N°.TE6, 1982b, 676-689.
6. Adebisi, O. and Sama, G. N., " *Influence of Stopped Delay on Driver Gap Acceptance Behavior*", Journal of Transportation Engineering, Vol.155, N°.3 , 1989, 305-315
7. Golias, J. and Kanellais, G.C., " *Estimation of Driver Behavior Model Parameters*", ASCE. Journal of Transportation Engineering, Vol.116, N°.2, March\April, 1990.
8. Neudorff, L.G., " *Gap-Based Criteria for Signal Warrants*", Institute of Transportation Engineers Journal, Vol.54, N°.1, 1985, 15-18.
9. Darzentas, J., " *Gap Acceptance: Myth and Reality*" , Proceedings of the 8th Intersection Symposium on Transportation and Traffic Theory, 1989.
10. Hewitt, R.H., " *A Comparison Between Some Methods of Measuring Critical Gap*", Traffic Engineering and Control, vol. N°.1, 1985.
11. Daganzo, C.F., " *Parking Studies, Gap Acceptance and the Intervening Opportunities Model: A Unified Quick Calibration\Estimation Methods*", Proceedings of 8th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, 1987, 157-174