

# تأثير المركبات الثقيلة على متغيرات التدفق المروري: حالة دراسية ، طريق الحرمين السريع ، جدة ، المملكة العربية السعودية

علي عثمان مليباري

أسماء المشرفين على الرسالة

أ. د. محمد جبير بن العالم

د. حامد عمر البار

المستخلص

لقد تزايدت شبكات الطرق ولاسيما الطرق السريعة الحضرية وكذلك عدد السيارات بشكل ملحوظ وسريع في المملكة العربية السعودية خلال العقود الثلاثة الماضية. يعتبر فهم العلاقة الداخلية بين الخصائص الأساسية لسرعة وتدفق وكثافة المركبات من الأهمية بمكان لمهندس المرور من أجل تحسين تدفق حركة المرور السريع. بالإضافة إلى ذلك فإن معرفة خصائص السرعة والتدفق والكثافة يعتبر مطلباً لتوقع سعة الطرق السريعة. تهدف الطرق السريعة بشكل عام لخدمة حركة المرور التي تتألف من السيارات والمركبات الثقيلة، لكن الخصائص التشغيلية للمركبات الثقيلة تختلف اختلافاً كبيراً عن خصائص السيارات، فالمركبات الثقيلة تسير على الطريق ببطء وتحتل مساحة أكبر من السيارات. يستخدم معادل السيارات للمركبات الثقيلة لإيجاد القيمة الحسائية لعدد السيارات المماثلة للمركبات الثقيلة الموجودة في حركة المرور ومن ثم الحصول على علاقة اجمالية بين سرعة وتدفق وكثافة السيارات.

تهدف هذه الأطروحة إلى تصميم نموذج بين متوسط التقاطر الزمني بين المركبات، نسبة المركبات الثقيلة في حركة المرور، وكثافة المركبات في حركة المرور وذلك من أجل تقدير معادل السيارات للمركبات الثقيلة في الطرق السريعة الحضرية بالمملكة العربية السعودية. بالإضافة إلى ذلك، تهدف هذه الأطروحة إلى تطوير علاقة بين سرعة وتدفق وكثافة السيارات في الطرق السريعة الحضرية بالمملكة وذلك باستخدام الإطار اللوجستي وتطبيق النهج العشوائي.

تم اختيار قسم أساسي نموذجي بطريق الحرمين السريع بمدينة جدة كحالة دراسة لجمع البيانات المطلوبة في هذه الأطروحة وهي عدد المركبات وتصنيف المركبات وسرعة المركبات لكل حارة في الطريق وذلك عند الأوقات المرورية المزدحمة والغير مزدحمة، ولقد تم جمع وتحليل هذه البيانات بواسطة كاميرات فيديو مع برنامج حاسب آلي مروري وبرنامج مونتاج.

يحتوي نموذج تقدير معادل السيارات للمركبات الثقيلة والذي تم تطويره في هذا البحث على عاملين هما نسبة المركبات الثقيلة وكثافة جميع المركبات. يعتبر الدليل الأمريكي لسعة الطرق لعام 2000م أن القيمة المتوسطة لمعادل السيارات للمركبات الثقيلة تساوي 1,5 لجميع مستويات الخدمة للطريق ، ولكن بالمقارنة فإن النموذج المقترح يقوم بإيجاد قيم مختلفة لمعادل السيارات للمركبات الثقيلة خلال الأوقات المرورية المزدهمة والغير مزدهمة والتي تغطي بشكل كامل جميع مستويات الخدمة للطريق. متوسط هذه القيم المختلفة للمعادل عند عدم الازدحام يساوي 1,48 ولكنه يساوي 3,05 عند الازدحام المروري.

يمكن الاستفادة من النموذج المستحدث في هذه الأطروحة لتقدير معادل السيارات للمركبات الثقيلة كأداة لمساعدة مهندسي المرور في تقييم تأثير المركبات الثقيلة على مجرى حركة المرور خلال الأوقات المرورية المزدهمة والغير مزدهمة. أيضاً يساعد هذا النموذج في تقدير تأثير المركبات الثقيلة على التدفق المروري عند الظروف المحلية.

نتيجة للنموذج اللوجستي الذي تم تطويره في هذه الدراسة لربط العلاقة بين سرعة وتدفق وكثافة السيارات باستخدام القيم المختلفة لمعادل السيارات للمركبات الثقيلة والتي تم تقديرها في هذه الأطروحة فإن الطاقة الاستيعابية المقدره لحارة أقصى اليمين وحارة أقصى اليسار لطريق الحرمين السريع تساوي 2089 سيارة كل ساعة ، 3102 سيارة لكل ساعة على التوالي. تعتبر هذه القيم أعلى من تلك القيم التي أوجدها النموذج اللوجستي باستخدام القيمة المتوسطة لمعادل السيارات للمركبات الثقيلة المقترحة في الدليل الأمريكي لسعة الطرق. بالإضافة إلى ذلك، فإن الطاقة الاستيعابية بقيمة 2400 سيارة لكل ساعة لكل حارة المقدره بواسطة الدليل الأمريكي لسعة الطرق لعام 2000م هي أقل من الطاقة الاستيعابية لكل حارة بطريق الحرمين السريع والمقدره بواسطة النموذج اللوجستي المستحدث ماعدا الطاقة الاستيعابية لحارة أقصى اليمين. تم تطبيق نهج العشوائية من خلال توسيع النموذج اللوجستي ليشمل متغيرات موزعة بشكل عشوائي وذلك من أجل فهم الأنماط المرورية الإجمالية بدقة أكبر.

يمكن استخدام النموذج اللوجستي العشوائي للعلاقة بين سرعة وتدفق وكثافة السيارات لتقييم الكفاءة التشغيلية وتقدير الطاقة الاستيعابية للطرق السريعة الحضرية في المملكة العربية السعودية. بالإضافة إلى ذلك، قد يتم استخدام النموذج لتوقع حجم حركة المرور التي تساعد في الإعداد للطلب على حركة المرور في المستقبل. وعلاوة على ذلك، يمكن لهذا النموذج اللوجستي العشوائي أن يستخدم لمساندة استراتيجيات إدارة الطرق السريعة وتطبيقات أنظمة النقل الذكي من خلال توقع حالات حركة المرور في المستقبل في ظل ظروف متغيرة لحركة المرور.

# **EFFECT OF HEAVY VEHICLES ON TRAFFIC FLOW PARAMETERS: CASE STUDY OF AL-HARAMAIN FREEWAY, JEDDAH, SAUDI ARABIA**

**Ali Othman Melibari**

**Supervised By  
Prof. Dr. Mohammad Jobair Bin Alam  
Dr. Hamed Omar Albar**

## **Abstract**

Roadway networks, particularly urban freeways, and number of vehicles have increased very rapidly in Kingdom of Saudi Arabia during the last three decades. In order to optimize freeway traffic flow, understanding of interrelation among basic characteristics of vehicular traffic flow, speed, and density is important to traffic engineers. In addition, knowledge of speed-flow-density characteristics is required for estimation of highway capacity. Freeways are generally designed to serve mixed traffic flow consisting of passenger cars and heavy vehicles. However, operating characteristics of heavy vehicles differ significantly from those of passenger cars as they travel relatively slowly and occupy larger space. Passenger-car Equivalent (PCE) is used to account for heavy vehicles in traffic stream for obtaining aggregate speed-flow-density relationships.

This study is aimed to model relationship among average headway, proportion of heavy vehicles in traffic stream, and traffic density in order to estimate PCE for heavy vehicles in urban freeways in Saudi Arabia. The study also aims to develop speed-flow-density relationship for urban freeways in Saudi Arabia by using logistic framework and stochastic approach.

A typical basic section within Al-Haramain Freeway, located in Jeddah, was selected as case study section. Traffic parameters including volume counts, vehicle classification, and speed were collected for each lane of the freeway during uncongested and congested traffic conditions. Samplings data were collected and analyzed using video image recorders with subsequent machine vision processing programs.

The PCE estimation model developed in this research includes proportion of heavy vehicles and traffic density to estimate PCE for heavy vehicles. While Highway Capacity Manual (HCM) of 2000 considers average value of 1.5 for PCE for all levels of service for the freeway, proposed model produces different PCE values during uncongested and congested traffic conditions covering all levels of service. Average of these PCE values during uncongestion and congestion was 1.48 and 3.05 respectively.

The PCE estimation model may be utilized as tool to help traffic engineers in assessing impact of heavy vehicles in traffic stream during uncongested and congested traffic conditions. The model will also facilitate estimation of effect of heavy vehicles on traffic flow under local condition.

Logistic speed-flow-density model, developed in this study using estimated PCE values, suggests that capacities of the right-most (shoulder) lane and the left-most (median) lane are 2089 pc/h and 3102 pc/h respectively. These values are greater than those found out based on PCE value suggested in the Highway Capacity Manual. In addition, capacity of 2400 pc/h/ln estimated by the curves of HCM 2000 is low compared to the values obtained from the logistic model for all lanes, except for the right-most lane. Stochastic behavior was incorporated by extending the logistic model to include randomly distributed parameters in order to grasp aggregate traffic stream patterns more precisely. The stochastic logistic speed-flow-density model can be used to evaluate operational efficiency and estimate capacity of urban freeways in Saudi Arabia. In addition, it may be utilized to forecast traffic volumes projections that assist in preparation for future traffic demand. Moreover, stochastic logistic model may be used to support freeway management strategies and Intelligent Transportation System (ITS) applications by forecasting future traffic conditions under variable traffic circumstances.