

استقصاء تأثيرات بعض المتغيرات المرورية على معدل التشبع للتدفق عند تقاطعات الإشارات الضوئية في مكة المكرمة

خالد عبد الرحمن أسره

المستخلص

تم تزويد دليل سعة الطرق الأمريكية في عام ٢٠٠٠ م بمعاملات ضابطة لمعرفة تأثير العوامل التشغيلية على معدل التشبع المثالي للتدفق، وبالتالي يمكن تعريف القيمة الفعلية لمعدل التشبع للتدفق عند أي تقاطع والتي لا تتناسب مع القيمة المثالية.

تهدف هذه الرسالة إلى استقصاء معدل التشبع للتدفق و بعض المعاملات الضابطة عند تقاطعات الإشارات الضوئية في مدينة مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

تم استقصاء المعاملات الضابطة لكل من: الدوران إلى الخلف، المركبات الثقيلة، عدد المسارات المخصصة للحركة المستقيمة، عرض المسار، تم جمع البيانات عند خمس تقاطعات إشارات ضوئية تقع خارج المنطقة المركزية باستخدام كاميرا فيديو تم تركيبها على أقرب عمود إنارة من مداخل التقاطعات المدروسة. تم استخلاص بيانات التقاطع من تسجيل كاميرات الفيديو باستخدام برنامج كمبيوتر يسمى (بوليد فيديو استديو) بدرجة دقة ٣٠/١ ثانية.

تم تجميع قيم التقاطع حسب فئات تعتمد على كل من نوعية المركبات (سيارات صغيرة أو مركبات ثقيلة) و نوعية حركة الالتفاف (الالتفاف إلى اليسار أو إلى الخلف)، بلغت مدة الدراسة الإجمالية حوالي ١٨.٥ ساعة، حيث بلغ حجم العينة ١٥٨٩ و ١٦٣٩ قيمة تقاطع في دراستي الالتفاف إلى الخلف والمركبات الثقيلة على التوالي، في حين اشتملت العينة على ٢٣٤، ٣٢٧، ٥٦٥، ٥٦٠ دورة إشارة صالحة للاستخدام عند مرحلة تحليل البيانات، وإجمالاً بلغ عدد مركبات الالتفاف إلى اليسار وإلى الخلف ١٠١٥ و ٥٧٤ مركبة على التوالي، بالإضافة إلى ١٢٧٧ سيارة صغيرة و ٣٦٢ مركبة ثقيلة تم إحصائها من واقع بيانات التقاطع الإجمالية في الدراسة .

عندما تسبق مركبة تلتف إلى اليسار مثيلتها في مسار الالتفاف ، يكون متوسط التقاطع بينهما ١.٩ ثانية، عندما تسبق مركبة تلتف إلى الخلف مثيلتها في مسار الالتفاف، يكون متوسط التقاطع بينهما ٢.٣٧ ثانية. أظهرت نتائج الدراسة أنه كلما ارتفعت نسبة مركبات الدوران إلى الخلف في مسار الالتفاف الأيسر ارتفع تأثير الدوران إلى الخلف على معدل التشبع للتدفق، بالإضافة إلى أنه كلما ارتفعت نسبة المركبات الثقيلة في المسار المستقيم ارتفع تأثير المركبات الثقيلة على معدل التشبع للتدفق.

عندما تسبق مركبة صغيرة مثيلتها في المسار المستقيم ، يكون متوسط التقاطع بينهما ١.٥٤ ثانية، عندما تسبق مركبة ثقيلة مثيلتها في المسار المستقيم ، يكون متوسط التقاطع بينهما ٣.٠١ ثانية. وبمقارنة النتائج وجد أن قيم المعاملات الضابطة للدوران إلى الخلف والمركبات الثقيلة متشابهة مع نظيراتها في الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية.

وجد أن قيم المعاملات الضابطة لعدد المسارات المستقيمة عند مداخل التقاطعات التي تحتوي على عدد ١، ٢، ٣ مسارات مستقيمة هي ٠.٨٦، ٠.٩٣، ٠.٩٥ على الترتيب، وجد أن قيم المعاملات الضابطة لعرض المسارات المستقيمة ذو ٣.٣ متر، ٣.٥ متر، ٣.٦ متر هي ٠.٨٤، ٠.٩٧، ١.٠٠ على التوالي. أظهرت النتائج أن معدل التشبع للتدفق يزيد بزيادة عدد المسارات المستقيمة وعرضها، كما تعتبر قيمة المعاملات الضابطة لعدد المسارات وعرضها في هذه الدراسة منخفضة مقارنة بتلك التي تم إيجادها في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تدل النتائج السابقة على السلوك الشرس للسائقين عند تقاطعات الإشارات الضوئية لأن متوسط قيم التقاطع لجميع الدراسات الأربع تعتبر منخفضة مقارنة بالتي تم إيجادها في الولايات المتحدة الأمريكية، لذا فإن معدل التشبع المثالي للتدفق في مكة المكرمة (٢٥٠٠ مركبة صغيرة/ساعة/مسار) أعلى من القيمة الموجودة في دليل سعة الطرق الأمريكية لعام ٢٠٠٠ م (١٩٠٠ مركبة صغيرة/ساعة/مسار).

تم استقصاء التقاطع المبنى على اختيار سلوك السائقين، حيث وجد أن قيم المنوال الإحصائي لتوزيع التقاطع في المسار المستقيم أعطت أفضل نموذج يمثل البيانات الميدانية.

إن المنهجية المقدمة في البحث يمكن استخدامها لتقصي تأثير العوامل الأخرى والتي تشمل نوعية استخدام الأراضي، عدد السكان، الالتفاف إلى كل من اليمين واليسار وعوامل الطقس، كما أنها تساعد في التحضير لإصدار دليل سعة الطرق في المملكة العربية السعودية، كما يمكن استخدام مخرجات الدراسة في تخطيط وتصميم الإشارات الضوئية وعلم هندسة ملامح الطرق. إن حقائق الدراسة يمكن أن تكون مفيدة لنماذج المحاكاة المرورية لتحليل الخصائص الدقيقة للتدفق المروري في السعودية.

AN INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME TRAFFIC PARAMETERS ON THE SATURATION FLOW RATE AT SIGNALIZED INTERSECTIONS IN MAKKAH ALMUKARRAMAH

Khalid Abdulrahman Osra

Abstract

Highway Capacity Manual (HCM 2000) provides adjustment factors for addressing the impacts of operational factors on the standard value of saturation flow rate. Thus, an effective value of the saturation flow rate can be assessed at any intersection that does not meet the ideal condition. This dissertation mainly aims to investigate the saturation flow rate and estimate correspondingly effect of some traffic parameters on saturation flow rate at signalized intersections in Makkah, Saudi Arabia. The adjustment factors for U-turns, heavy vehicles, number of through lanes, and lane width were investigated. Data was collected at five non CBD signalized intersections using video cameras that mount on the nearest light pole of the studied approaches. The headway data were extracted from video tapes using video-editing software with an accuracy of 1/30 sec. Headways were grouped to different categories based on both vehicle types (passenger cars or heavy vehicles) and type of turning movement (left- or U-turning vehicles). Total duration of the study was 18.5 hours. Sample size includes 1589 and 1639 successive headways of U-turn and heavy vehicles studies respectively. Valid cycles were included in the analysis for the four selected studies, which include U-turns, heavy vehicles, number of through lanes, and lane width. They were 234, 327, 564, and 560 cycles respectively. In the total, 1015 left-turn vehicles and 574 U-turn vehicles were obtained. Also, 1277 passenger cars and 362 heavy vehicles were obtained. In the analysis of left-turning vehicle preceded by a left-turning vehicle in a left-turn lane, the average headway is found to be 1.90 seconds. When a U-turning vehicle preceded by a U-turning vehicle in a left-turn lane, the average headways is found to be 2.37 seconds. Analysis reveals that the larger the percentage of U-turning vehicles, the greater the effects of U-turns on the saturation flow rates. When a passenger car preceded by a passenger car in a through lane, the average headways is found to be 1.54 seconds. When a heavy vehicle preceded by a heavy vehicle in a through lane, the average headways is found to be 3.01 seconds. In addition, the study implies that the larger the percentage of heavy vehicles in the through lanes, the greater the effect of heavy vehicles on the saturation flow rates. Based on headway distributions for different cases of vehicular movements corresponding adjustment factors are estimated at different percentages of U-turns and heavy vehicles. The results show that the adjustment factors of both U-turning vehicles and heavy vehicles are similar to other studies in the USA. The adjustment factors for number of lanes for approaches having through lanes of 1, 2, and 3 are found to be 0.86, 0.93, and 0.95 respectively. The adjustment factors for lane widths with 3.3 m, 3.5 m, and 3.6 m are found to be 0.84, 0.97, and 1.0 respectively. The results indicate that the overall saturation flow rate increases with an increasing number of through lanes and lane width in the through lane group. In addition, the adjustment factors of number of lanes and lane width in the through lane group is low compared to those developed in the USA. The average headways estimated for all the four studied parameters, are low compared to those obtained in USA. It implies that the driver behavior in Saudi Arabia is more aggressive as compared to other countries. Also, the ideal saturation flow rate in Makkah (2500 pcphpl) is higher than that was suggested in HCM 2000 (1900 pcphpl). Investigating the driver's headway choice behavior it was observed that the mode of the headway distribution, rather than the mean, is a better representation of the central tendency particularly for the through lanes. The methodological approach presented in the thesis can be utilized to investigate other factors, which include area type based on land use, area population, right-turns, left-turns, and weather. It will also help in the preparation of Saudi Arabian Highway Capacity manual. The study outcomes can be utilized in the planning and design of traffic signals and geometric features of the roadways. The findings of the study will also be useful for the traffic simulation models to analyze microscopic characteristics of the traffic flow in Saudi Arabian conditions.

