



Investigating the influencing factors on the frequency of speeding violations: A case study of citizens of Tehran

A. Farzaneh Movahed¹, A. Shafaat^{2*}, M. Habibian¹

¹Civil and Environmental Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

²Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ABSTRACT: As the most frequent driving violation, speeding has been the cause of 21% of accidents in the first three months of 1398 in Tehran. Speeding behavior has roots in drivers' attributes and attitudes toward driving, which has not been studied enough for drivers in Tehran. This study examined the association between speeding violation frequency and drivers' attributes, including socioeconomic characteristics and attitudes toward driving. A Zero-inflated negative binomial regression model developed using a cohort of 470 adult drivers. Results show that the hours of physical activity and exercise per week, some perceptions such as "other drivers move slowly" and "Traffic violations are an immoral act" affect the occurrence and the frequency of speeding. Besides, having delays in most trips that the person is driving, driving experience of less than five years, and having vehicle body insurance directly affect the frequency of speeding. Based on the results, it can be concluded that reviewing the rules can be helpful in reducing speeding violations, for instance, adding some penalties in body insurance contracts for the number of speeding violations. Also, education courses for raising public awareness toward violations can be practical, especially for drivers with more experience and speeding violations.

Review History:

Received: Apr. 17, 2020

Revised: Aug. 22, 2020

Accepted: Jun. 18, 2021

Available Online: Jun. 27, 2021

Keywords:

Driving violations

Speeding violation

Individual characteristics

Attitudes

Zero-inflated negative binomial regression model

1- Introduction

Vehicle, human factors, and the environment are the three main factors whose interactions influence road safety [1]. In Iran's major metropolises such as Tehran and Mashhad, speeding is the most frequent unsafe traffic violation [2]. Previous studies showed that human errors and traffic violations are among the most important factors in accidents [3]. This was the reason that many studies were conducted on traffic violations [4-6]. The studies found that vehicle characteristics and factors such as possessing insurance influence overspeeding.

Other studies show that in addition to other individual characteristics, the chance of speeding increases by increasing drivers' experience and capability [7, 8]. It also is emphasized in the literature that drivers typically attempt to save time, and this is one of the main reasons of traffic violation [9]. The root cause for such attempts is that they are under time pressure (as they are late), and driving in such situations increases the chance of speeding as well as other violation [10]. Moreover, studies show that anger and not trusting in traffic laws' efficiency are positively correlated with traffic violation [11]. This study investigates the relationship between personal characteristics and the number of overspeeding in a short period using a count model. The model is introduced in the methodology section.

2- Methodology

Count models were used to estimate the frequency of events and have been used widely in traffic and safety engineering. The problem is that since in many cases, the number of occurrences has excessive zero observations. The model should address this issue, otherwise; the model fitness decreases.

In such a situation, if the data has overdispersion and the mean and variance of the dependent variable are not equal, a Zero-inflated negative binomial should be used to address both issues. Finally, according to the confirmation of the conditions mentioned for the dependent variable in this study (i. e., frequency of over speeding), a zero-inflated negative binomial model was used [12]:

$$y_i = 0 \quad P = p_i + (1 - p_i) \left[\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right] \quad (1)$$

$$y_i = y \quad P = (1 - p_i) \left[\frac{r((1/\alpha) + y) u_i^{1/\alpha} (1 - u_i)^y}{r(1/\alpha) y!} \right] \quad (2)$$

*Corresponding author's email: Shafaat@outlook.com



Equation 1, calculates the probability of y_i equal to zero, and equation 2, is the probability of y_i (number of violations) equals to the y (positive numbers). To test the zero inflation assumption, Vuong statistic is computed and reported in Table 1. As can be seen, it is larger than 2.58, which shows that the data has excessive zeros.

Sample

Data was collected using a designed self-reported questionnaire. Drivers who had access to their traffic violation records were asked to participate. In Iran, drivers can inquire about traffic violations online using data on the back of their vehicle registration card. The questionnaire was distributed on paper and online. The response rate was approximately 20%, and in the end, 600 drivers participated.

According to the Cochran formula, for a population of 7 million and a significance level of 95%, the minimum sample size should be 384. After the screening procedure, 470 valid responses remained, which were used to build the model. This sample size is larger than the minimum recommendation based on calculating the Cochran formula.

3- Results and Discussion

The model was built using independent variables reported in Table 1. However, different combinations of other variables such as age, sex, education, and income level have been tested, but no significant correlation was found based on the sample data.

Table 1 reported the variables that are either related to zero violation probability for safe drivers and the variables that correlated to the number of violations. Log-likelihood was used in model estimation and the comparison between the maximum log-likelihood and restricted log-likelihood (constant only) shows the model significance.

The results show that having collision insurance; as an essential variable with a marginal effect of 0.204 increases the likelihood of over speeding. This significance maybe since people with full-option collision insurance are more confident about possible compensation.

The results consistent with previous studies reveal that drivers who believe they are late on appointment that need driving [9, 10] and drivers with more than five years of driving experience [5] are more likely to have a higher speeding violations. The marginal effect values of these two variables are equal to 0.064 and 0.152, respectively.

Three variables are also significant in the sub-model for the zero violation probability state (including duration of physical activity per week, believing that violating traffic laws is unethical, and believing that other drivers move slowly), indirectly affecting the frequency of speeding violations.

4- Conclusions

This article intended to contribute to the literature by using a relatively complete set of variables (including socioeconomic variables, vehicle characteristics, individual lifestyle, driving experience, and theoretical factors related to

Table 1. Zero-inflated negative binomial estimation of traffic violation frequency in

Variable	β	t value	Marginal effect
Negative Binomial Count Model			
Constant	-1.388	-7.98	-
Collision Insurance (1 if has the insurance, 0 otherwise)	0.580	3.29	0.204
Driver's experience (1 if it is more than 5 years, 0 otherwise)	-0.436	-1.69	-0.152
Driver believes he/she is late on appointment which need driving (0 strongly disagree, 1 disagree, 2 neutral, 3 agree, 4 strongly agree)	0.182	1.89	0.064
Zero violation probability state as logistic function			
Constant	-7.017	-1.85	-
Physical activity (hours per week)	-1.502	-1.72	0.034
Driver believe that violating traffic laws is unethical (0 strongly disagree, 1 disagree, 2 neutral, 3 agree, 4 strongly agree)	2.901	2.23	-0.066
Driver believe that other drivers move slow (0 strongly disagree, 1 disagree, 2 neutral, 3 agree, 4 strongly agree)	-1.186	-1.86	0.027
Number of observation		470	
LL		-339.03	
Restricted LL		-350.87	
α		1.35	
Chi-squared Test		18.13 (0.0004)	
Vuong statistic		3.60	

violations) and applying the zero-inflated negative binomial method. The results showed that having facilities that reassure the driver that the collision damage will be compensated leads to more speeding violations. Safety planners in this regard can restrict the use of these facilities for violators by applying the correct rules. Based on the results, having more driving experience and wrong attitudes towards driving and violations can increase the likelihood of higher speeding violations. In this way, education courses for raising public awareness toward violations can be practical, especially for drivers with more experience and speeding violations.

References

- [1] P. Roess, S. Prassas, R. Mcshane, Traffic Engineering, Pearson Prentice Hall, 2004.
- [2] [2] Speed limit violation, topmost traffic violations, in, 2018.
- [3] J. Reason, A. Manstead, S. Stradling, J. Baxter, K. Campbell, Errors and violations on the roads: a real distinction?, Ergonomics, 33(10-11) (1990) 1315-1332.
- [4] W. Elias, Y. Shiftan, Ethnic groups differences in regard to social networks, daily activity patterns, and driving behavior, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 46 (2017) 316-328.
- [5] A. Stephens, M. Nieuwesteeg, J. Page-Smith, M. Fitzharris, Self-reported speed compliance and attitudes towards speeding in a representative sample of drivers in Australia, Accident Analysis & Prevention, 103 (2017) 56-64.
- [6] G. Zhang, K.K. Yau, X. Gong, Traffic violations in Guangdong Province of China: speeding and drunk driving, Accident Analysis & Prevention, 64 (2014) 30-40.
- [7] J. Shi, Y. Bai, X. Ying, P. Atchley, Aberrant driving behaviors: A study of drivers in Beijing, Accident Analysis & Prevention, 42(4) (2010) 1031-1040.
- [8] C.-M. Tseng, Speeding violations related to a driver's social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan's male population, Safety science, 57 (2013) 236-242.
- [9] S. Salminen, E. Lähdeniemi, Risk factors in work-related traffic, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 5(1) (2002) 77-86.
- [10] Y. Xu, Y. Li, L. Jiang, The effects of situational factors and impulsiveness on drivers' intentions to violate traffic rules: Difference of driving experience, Accident Analysis & Prevention, 62 (2014) 54-62.
- [11] T. Zhang, A.H. Chan, W. Zhang, Dimensions of driving anger and their relationships with aberrant driving, Accident Analysis & Prevention, 81 (2015) 124-133.
- [12] P. Washington, G. Karlaftis, L. Mannering, Statistical and econometric methods for transportation data analysis, in: Count data models, 2011, pp. 283-302.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

A. Farzaneh Movahed, A. Shafaat, M. Habibian, Investigating the influencing factors on the frequency of speeding violations: A case study of citizens of Tehran, Amirkabir J. Civil Eng., 54(1) (2022) 27-30.

DOI: 10.22060/ceej.2021.18279.6817





بررسی اثر ویژگی‌های فردی و پنداری بر تواتر تخلف سرعت غیرمجاز: مطالعه موردی شهروندان تهران

علی فرزانه موحد^۱، علی شفاعت^{۲*}، میقات حبیبیان^۱

۱- دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۲- دانشکده مهندسی معماری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۹
بازنگری: ۱۳۹۹/۰۶/۰۱
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۸
ارائه آنلاین: ۱۴۰۰/۰۴/۰۶

کلمات کلیدی:

تخلفات رانندگی
تخلف سرعت غیرمجاز
ویژگی‌های فردی
ویژگی‌های پنداری
مدل رگرسیون شمارش پرفر صفر دو جمله‌ای منفی

خلاصه: سرعت غیرمجاز به عنوان پرتکرارترین تخلف رانندگی در شهر تهران، علت ۲۱ درصد از تصادفات سه ماهه اول سال ۱۳۹۸ استان تهران شناخته شده است. سرعت رانندگی تابع متغیرهای فردی رانندگان است که این مطلب برای شهر تهران تا کنون تنها به صورت محدود مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعه قصد دارد با بررسی تواتر تخلف سرعت غیرمجاز با استفاده از ویژگی‌های فردی و پنداری مرتبط با رانندگان، رانندگان پرخطر را شناسایی نماید. در این راستا، اطلاعات ۴۷۰ نفر از ساکنین شهر تهران در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار گرفته است. مدل شمارش پرفر صفر دو جمله‌ای منفی با سطح اهمیت ۱ درصد نشان می‌دهد که طول زمان فعالیت فیزیکی و ورزش در هفته (مثبت)، داشتن پندارهایی شامل کندرو بودن رانندگان دیگر (مثبت) و غیراخلاقی دانستن تخلف رانندگی (منفی) بر احتمال وقوع تخلف سرعت غیرمجاز اثرگذار بوده و به طور غیرمستقیم بر تواتر تخلف سرعت غیرمجاز اثر می‌گذارد. همچنین، متغیرهای تأخیر داشتن در بیشتر سفرهایی که فرد ملزم به رانندگی است (مثبت)، سابقه رانندگی کمتر از پنج سال (منفی) و داشتن بیمه بدنه خودرو (مثبت) به طور مستقیم بر تواتر تخلف سرعت غیرمجاز اثرگذار هستند. جهت بهبود وضعیت تخلفات در سطح شهر تهران پیشنهاد می‌شود با بازنگری در قوانین موجود، سخت‌گیری بیشتری برای متخلفین پرتکرار لحاظ شود و برخی از امتیازهای رایج برای آن‌ها؛ مانند بیمه بدنه، با محدودیت ادامه داشته باشد. همچنین، تشکیل ساختار آموزشی نظام‌مند در زمینه آگاه‌سازی همگانی نسبت به تخلفات به صورت دوره‌ای - به ویژه برای رانندگان با سابقه بیشتر از پنج سال - می‌تواند موثر واقع شود.

۱- مقدمه

وسیله نقلیه، انسان و محیط سه عامل اساسی محسوب می‌شوند که تعامل بین آن‌ها منجر به شکل‌گیری سطوح مختلفی از ایمنی می‌شود [۱]. مهم‌ترین مولفه بیانگر ایمنی تصادفات هستند که هزینه‌های فراوانی به جامعه تحمیل می‌کنند. در این بین دسترسی محدود به داده‌های تصادفات که شامل اطلاعات مناسب و کافی باشد و همچنین امکان کافی نبودن ارزیابی این مورد به عنوان تنها شاخص ارزیابی ایمنی، بهتر است از شاخص‌های دیگری برای تحلیل‌های لازم در این زمینه استفاده شود. از این رو، با توجه به شناخته شدن تخلفات رانندگی به عنوان یکی از اساسی‌ترین علل رخداد تصادفات، تخلفات رانندگی به عنوان یکی از شاخص‌های جایگزین برای ارزیابی ایمنی محسوب می‌شوند [۲ و ۳].

مهم‌ترین تخلفات رانندگی و رفتارهای خطرناک شناخته می‌شود. بر اساس قوانین جرایم شهری، تخلف سرعت غیرمجاز را تجاوز از سرعت مجاز معبر یا محور مورد نظر تعریف می‌کنند [۴]. بر اساس مطالعات گذشته افزایش سرعت بر زمان لازم برای انجام واکنش توسط رانندگان اثرگذار است. هر چه سرعت افزایش یابد، فاصله توقف برای فرد افزایش یافته که این سبب می‌شود که زمان لازم برای انجام واکنش کاهش یابد [۵]. بنابراین، سرعت غیرمجاز علاوه بر اثرگذاری بر شدت تصادف در وقوع آن نیز اثرگذار است [۶]. اهمیت تخلفات سرعت غیرمجاز در ایران زمانی مشخص می‌شود که بر اساس گزارش‌های پلیس در کلان‌شهرهایی مانند تهران و مشهد، سرعت غیرمجاز پرتکرارترین تخلف در بین رفتارها و تخلفات خطرناک و حادثه‌ساز شناخته می‌شود [۷].

در رابطه با تخلفات رانندگی مطالعات محدودی در داخل کشور انجام گرفته است [۸-۱۰]. در این بین، بررسی و شناخت ویژگی‌های افراد با تعداد

سرعت غیرمجاز از جمله تخلفاتی بوده که همواره به عنوان یکی از

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Shafaat@outlook.com



می‌شود [۲۰ و ۱۸ و ۱۵]. آواز و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که آگاهی‌رسانی به جامعه در کاهش تخلفات زنان اثرگذار است [۸]. همچنین، فرناندز^{۱۳} و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که هر چه خطر درک شده توسط فرد در رانندگی کمتر باشد، میزان تخلفات او بیشتر خواهد بود [۲۱]. روزنبلوم و همکاران نیز در سال ۲۰۰۹ در مطالعه‌ای نشان دادند اگر فرد نسبت به وقوع حوادث در محلی (مانند جاده‌های برون‌شهری) آگاهی داشته باشد، تعداد تخلف کمتری انجام می‌دهد [۱۳]. علاوه بر این، مطالعات اثرگذاری جنبه‌های دیگری از زندگی فردی مانند فعالیت‌های مذهبی، رانندگی به هدف تفریح و افزایش هیجان، فعالیت بدنی و ورزش را بر تخلفات رانندگی نشان داده‌اند [۲۴-۲۲ و ۲۰].

در ادامه تعامل بین فرد و جامعه و در نهایت پندارهایی که فرد نسبت به تخلفات پیدا می‌کند، اهمیت زیادی در انجام تخلف و تکرار آن دارد. در این زمینه متغیرهای فراوانی در مطالعات مختلف ارائه شده که نتایج متفاوتی نیز ارائه کرده‌اند. در مطالعه‌ای توسط الیسون^{۱۴} و همکاران نشان داده شد، اگر فرد مطمئن باشد که در صورت انجام تخلف در یک محل مشخص توسط دیگران شناخته نخواهد شد، احتمال اقدامات پرخطرگراانه (شامل تخلفات و رفتارهای پرخطر رانندگی) توسط وی بیشتر خواهد بود [۲۵]. در نقطه مقابل، روزنبلوم و همکاران در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ نشان دادند که رانندگان در اطراف محل زندگی خود تعداد تخلف بیشتری انجام می‌دهند [۲۶ و ۱۳]. پانتانجی^{۱۵} در مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۰ نشان داد درک سخت‌گیری بیشتر در اجرای قوانین توسط افراد منجر به کاهش تخلفات سرعت غیرمجاز آن‌ها می‌شود [۲۷].

در مطالعه دیگری نشان داده شده که صرفه جویی در زمان سفر مهم‌ترین دلیل انجام تخلفات رانندگی است [۲۸]. این امر که به دلیل محدودیت زمانی (تأخیر داشتن) در رسیدن به مقصد اتفاق می‌افتد، غالباً منجر به انجام تخلفات رانندگی به ویژه تجاوز از سرعت مجاز می‌شود [۱۹]. این نتیجه به نوعی نشان می‌دهد رانندگان در شرایط اضطرار به خود اجازه می‌دهند که قوانین رانندگی را نقض نمایند. در مطالعه دیگری نیز مشخص گردید در صورتی که رانندگان سخت‌گیری در اجرای قوانین رانندگی را درک نمایند، تعداد تخلف کمتری خواهند داشت [۲۹]. آواز و همکاران در سال ۲۰۱۴ طی مطالعه‌ای نشان دادند که مردان با پندار قوی‌تر نسبت به اینکه قوانین راهنمایی و

تخلف سرعت غیرمجاز بیشتر به جهت اتخاذ تصمیمات صحیح برای بهبود وضعیت ایمنی موجود اهمیت پیدا می‌کند. از این رو، این مطالعه دو هدف اصلی را دنبال می‌کند. با توجه به وجود مطالعات محدود در زمینه تخلفات افراد در داخل کشور و عدم انجام مطالعه‌ای در زمینه تواتر تخلفات پرخطر، هدف اول این مطالعه بررسی اثرگذاری ویژگی‌های فردی و پنداری مرتبط با رانندگی بر تعداد تخلفات سرعت غیرمجاز شهروندان شهر تهران است. هدف دوم نیز بررسی معناداری مدل شمارش پیرسفر دو جمله‌ای منفی^۱ برای ارزیابی تعداد تخلفات سرعت غیرمجاز است.

۲- مطالعات پیشین

خطاهای انسانی^۲ و تخلفات^۳ همواره از مهم‌ترین دلایل رخداد تصادفات شناخته می‌شوند. در این زمینه، تخلفات رانندگی را خطاهای عمده‌اند افراد در نقض قوانین مربوط به رانندگی تعریف می‌کنند [۱۱]. مطالعات مختلفی در سال‌های گذشته به بررسی عوامل موثر بر وقوع تخلفات رانندگی از جمله سرعت غیرمجاز پرداخته‌اند. مطالعات اسمیت^۴ و همکاران در سال ۲۰۰۹، شی^۵ و همکاران در سال ۲۰۱۰، روزنبلوم^۶ و همکاران در سال ۲۰۰۹، ژانگ^۷ و شیانگ‌پو^۸ در سال ۲۰۱۲، تی‌سنگ^۹ در سال ۲۰۱۳، استفنس^{۱۰} و همکاران در سال ۲۰۱۷ و الیاس^{۱۱} و شیفتان^{۱۲} در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که ویژگی‌های فردی شامل جنسیت، سن، میزان تحصیلات و درآمد بر رفتار رانندگی و تخلفات افراد اثرگذار هستند [۱۸-۱۲]. البته مطالعات دیگری وجود دارند که عدم معناداری ارتباط بین این متغیرها و تخلفات را نشان داده‌اند که دلیل آن می‌تواند مرتبط با تفاوت در فرهنگ مناطق مختلف باشد [۱۹]. ویژگی‌های وسیله نقلیه هم در بعضی مطالعات وارد شده که معناداری ارتباط بین تخلف سرعت غیرمجاز و داشتن بیمه شخص ثالث در مطالعه ژانگ و شیانگ‌پو نشان داده شده است [۱۷].

علاوه بر ویژگی‌های فردی، در مطالعات دیگری نشان داده شد که توانایی و تجربه بالای راننده منجر به ثبت تخلف سرعت غیرمجاز بیشتری

- 1 Zero-Inflated Negative Binomial Regression Model
- 2 Human Errors
- 3 Violations
- 4 Smith
- 5 Shi
- 6 Rosenbloom
- 7 Zhang
- 8 Xiangpu
- 9 Tseng
- 10 Stephens
- 11 Elias
- 12 Shifatan

13 Fernandes
14 Ellison
15 Pantangi

[۳۱]. اثر حاشیه‌ای به صورت میزان تغییرات در متغیر وابسته به ازای یک واحد تغییر در متغیر مستقل تعریف می‌شود. بر این اساس می‌توان اهمیت متغیرهای معنادار شده در مدل را مقایسه نمود.

در این مطالعه به دلیل تعداد بالای عدم وقوع تخلفات سرعت غیرمجاز برای افراد و عدم برابری واریانس و میانگین این متغیر، از مدل پرفر دو جمله‌ای منفی استفاده شده است. شکل کلی معادلات مدل پرفر دو جمله‌ای منفی مطابق با رابطه‌های (۱) و (۲) است [۳۱].

$$\text{if } y_i = 0 \text{ then} \\ P = p_i + (1 - p_i) \left[\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right] \quad (1)$$

$$\text{if } y_i = y, \quad y = 1, 2, 3, \dots \text{ then} \\ P = (1 - p_i) \left[\frac{r \left((1/\alpha) + y \right) u_i^{1/\alpha} (1 - u_i)^y}{r \left(\frac{1}{\alpha} \right) y!} \right] \quad (2)$$

در این دو رابطه بیانگر احتمال این است که امکان رخ دادن پدیده وجود نداشته باشد. و به ترتیب بیانگر تعداد دفعات وقوع پدیده در بازه مورد نظر و میزان پراکندگی تعداد دفعات وقوع بوده و مقدار از رابطه (۳) قابل محاسبه است. حال برای افرادی که امکان رخداد پدیده وجود داشته باشد، احتمال تعداد وقوع برابر صفر از رابطه (۱) و احتمال تعداد دفعات بالاتر از صفر از رابطه (۲) قابل دستیابی است.

$$u_i = \frac{(1/\alpha)}{\left[(1/\alpha) + \lambda_i \right]} \quad (3)$$

پس از فرآیند ساخت مدل مقدار که شاخص پراکندگی تعداد دفعات رخداد پدیده بوده، تخمین زده می‌شود. سپس با استفاده از آزمون نظریه فرضیه مطابق با رابطه (۴) باید معناداری تفاوت بین مقدار به دست آمده با عدد صفر مقایسه شود.

رانندگی کارآیی لازم را ندارد، تخلفات بیشتری خواهند داشت [۸]. ژانگ^۱ و همکاران نیز در مطالعه‌ای پیچیدگی ارتباط مثبت بین تخلفات رانندگی پرخطر با احساس خشم در رانندگی را نشان دادند [۳۰ و ۱۲].

۳- روش پژوهش

داده‌های شمارشی، داده‌های صحیح و غیرمنفی بوده که تعداد دفعات وقوع و رخداد یک پدیده را می‌شمارند. برای مدل‌سازی این داده‌ها از مدل‌های رگرسیون شمارشی استفاده می‌شود. مدل‌های رگرسیون شمارشی پواسون و دو جمله‌ای منفی، مدل‌های پرکاربرد در این زمینه هستند. مدل پواسون که رواج بیشتری داشته حالت خاصی از مدل دو جمله‌ای منفی محسوب می‌شود. پیش‌فرض اولیه استفاده از مدل پواسون برابری میانگین و واریانس تعداد دفعات وقوع پدیده مورد نظر است. در صورتی که مقادیر واریانس و میانگین به طور معناداری با هم تفاوت داشته باشند، داده‌ها دارای پراکندگی هستند. در این شرایط امکان استفاده از مدل پواسون وجود نداشته و باید از مدل دو جمله‌ای منفی استفاده نمود. در این مدل فرض برقراری تساوی بین میانگین و واریانس داده‌ها وجود ندارد [۳۱].

در داده‌های شمارشی وقوع یک پدیده، ممکن است حالت عدم وقوع آن پدیده، تکرار زیادی داشته باشد. به طور کلی داده‌های صفر که بیانگر عدم وقوع پدیده مورد نظر هستند، می‌تواند ناشی از دو حالت مختلف باشد [۳۱]. حالت اول مربوط به شرایطی است که پدیده مورد نظر نمی‌توانست اتفاق بیفتد که به آن حالت صفر گویند. پس تعداد دفعات وقوع پدیده برای مشاهده مورد نظر برابر صفر قرار می‌گیرد. حالت دوم مربوط به شرایطی است که امکان وقوع و رخداد پدیده وجود داشته ولی در بازه زمانی مورد نظر تعداد دفعات وقوع آن صفر بوده است. برای این حالت مدل‌های شمارشی پرفر گزینه مناسبی برای مدل‌سازی به حساب می‌آیند [۳۱]. این مدل‌ها به طور مجزا به بررسی حالت‌های صفر و غیرصفر می‌پردازند. ابتدا با استفاده از زیر مدل انتخاب (مانند پروبیت و لوجیت دو جمله‌ای) مشاهداتی که امکان وقوع پدیده برایشان وجود ندارد شناخته شده و عوامل موثر بر آن‌ها ارزیابی می‌گردد. سپس زیر مدل شمارشی (مانند مدل پواسون و دو جمله‌ای منفی) تنظیم می‌شود تا عوامل موثر بر تواتر وقوع پدیده مورد نظر نیز بررسی شود. هر دو دسته عواملی که در زیر مدل‌های انتخاب و شمارشی معنادار شده‌اند، می‌توانند به صورت غیرمستقیم و مستقیم بر تواتر پدیده اثرگذار باشند که نحوه اثرگذاری آن‌ها با محاسبه اثر حاشیه‌ای ارزیابی می‌شود

۴- مطالعه موردی

بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵، شهر تهران با جمعیت ۸/۷ میلیون نفر پرجمعیت‌ترین شهر ایران به حساب می‌آید [۳۳]. مطابق با گزیده آمار و اطلاعات حمل و نقلی شهر تهران در سال ۱۳۹۴، روزانه ۱۸/۳ میلیون سفر در شهر تهران انجام شده که نزدیک به ۴۰ درصد آن مربوط به سواری شخصی می‌شود [۳۴]. همچنین، بر اساس گزارشات ارائه شده توسط پلیس راهنمایی رانندگی، سرعت غیرمجاز به عنوان پرتکرارترین تخلف پرخطر در سفرهای درون شهری وسایل نقلیه شخصی در شهر تهران در سال‌های اخیر شناخته می‌شود [۷]. علاوه بر این، گزارشات سامانه حوادث سازمان راهداری کشور در سه ماهه ابتدای سال ۱۳۹۸ نشان می‌دهد که ۶۸۱ تصادف در استان تهران و آزادراه‌های ورودی به آن ثبت شده که علت وقوع ۲۱ درصد از آن سرعت غیرمجاز است [۳۵]. با توجه به این اطلاعات، اهمیت بررسی بیشتر تخلف سرعت غیرمجاز به عنوان یک تخلف پرخطر و حادثه‌خیز در شهر تهران مشخص می‌شود.

برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسش‌نامه‌ای برای تشخیص عوامل موثر بر تخلف سرعت غیرمجاز افراد استفاده شده است. در این پرسش‌نامه علاوه بر مشخصات فرد و وسایل نقلیه، اطلاعاتی پیرامون تعداد تخلفات فرد، پندارها و دیدگاه‌های او درباره رانندگی و تخلفات رانندگی جمع‌آوری شده است. مهم‌ترین این متغیرها به همراه آمار توصیفی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. در ادامه برای تعیین تعداد حداقل اعضای نمونه مورد بررسی از رابطه ارائه شده توسط کوکران استفاده شده [۳۶] که در رابطه (۷) گزارش شده است.

$$n = \frac{(Nt^2)p(1-p)}{(N-1)d^2 + t^2p(1-p)} \quad (7)$$

در این رابطه n اندازه نمونه، N جمعیت جامعه، p نسبت تخمینی از اعضای جامعه که یک ویژگی در آن حاضر بوده و معمولاً برابر با ۰/۵ فرض شده، t آماره سطح اطمینان و بیانگر نصف سطح اهمیت قابل قبول است. با توجه به اینکه تعداد افراد دارای گواهینامه در شهر تهران نزدیک به هفت میلیون نفر بوده و سطح اهمیت قابل قبول برای تعیین تعداد اعضای نمونه ۵ درصد در نظر گرفته شده که آماره سطح اطمینان برابر با ۱/۹۶ و d

$$H_0 : Var(y_i) = E(y_i) \quad (4)$$

$$H_A : Var(y_i) = E(y_i) + \alpha g(E(y_i))$$

در صورتی که این مقدار از نظر آماری به طور معناداری با صفر تفاوت نداشته باشد، فرضیه H_0 را نمی‌توان در سطح اهمیت α رد نمود. از این رو، میانگین و واریانس تعداد رخداد پدیده مورد نظر در سطح اطمینان بیان شده از نظر آماری تفاوتی نداشته و مدل دو جمله‌ای منفی کارآمد نبوده و باید از مدل پواسون استفاده نمود. در نقطه مقابل معناداری تفاوت مقدار α با عدد صفر نشان دهنده مناسب بودن مدل دو جمله‌ای منفی برای داده‌های مربوطه است [۳۱].

علاوه بر آزمون فوق که باید پس از ساخت مدل مورد ارزیابی قرار گیرد، خوبی برازش مدل از دیگر خروجی‌های مدل‌سازی بوده که مورد بررسی قرار می‌گیرد. با این حال، شاخصی با این عنوان برای مدل ذکر شده در مراجع آماری وجود ندارد [۳۲] و جهت بررسی معناداری مدل پرفر از مقدار ضریب وانگ استفاده می‌شود که از رابطه (۵) به دست می‌آید با مقدار Z توزیع نرمال در سطح اطمینان مورد نظر مقایسه گردد [۳۱]. در این رابطه n اندازه نمونه، m_i آماره‌ای است که مطابق با رابطه (۶) برای هر یک از اعضای نمونه تعریف شده و متوسط مقادیر m_i برای کل اعضای نمونه است.

$$V = \frac{\sqrt{n} \left[(1/n) \sum_{i=1}^n m_i \right]}{\sqrt{(1/n) \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}} \quad (5)$$

$$m_i = Ln \left(\frac{f_1(y_i | x_i)}{f_2(y_i | x_i)} \right) \quad (6)$$

در رابطه (۶) $f_1(y_i | x_i)$ بیانگر تابع توزیع احتمال مدل شماره یک و $f_2(y_i | x_i)$ نشان دهنده تابع توزیع احتمال مدل شماره دو است. مقدار Z در سطح اهمیت ۱ درصد برابر با ۲/۵۸ است. در صورتی که مقدار ضریب وانگ از ۲/۵۸ بیشتر باشد، مدل به دست آمده در سطح اهمیت ۱ درصد معنادار شده است.

جدول ۱. معرفی متغیرهای بررسی شده در فرآیند مدل‌سازی

Table 1. Introduction of variables used in the modeling process

نام متغیر	توضیحات	نوع متغیر	میانگین	واریانس	بازه
y	تعداد تخلف سرعت غیرمجاز در سه ماه مشخص (متغیر وابسته مدل‌سازی)	عددی	۰/۳۵	۰/۹۰	۱۰-۰
AGE	سن راننده	عددی	۳۶	۱۶۶	۱۸-۸۰
GEN	جنسیت، ۱: مرد، ۰: در غیر این صورت	ساختگی	۰/۸۱	-	۰-۱
VOW	مالکیت وسیله نقلیه	عددی	۱/۷۷	۰/۷۲	۰-۴
CIN	داشتن بیمه بدنه، ۱: بلی، ۰: در غیر این صورت	ساختگی	۰/۵۶	۰/۲۷	۰-۱
DEX5	سابقه رانندگی، در صورتی که سابقه رانندگی فرد کمتر از ۵ سال باشد ۱ در غیر این صورت ۰	ساختگی	۰/۲۲	-	۰-۱
EDU	تحصیلات راننده، تحصیلات غیر دانشگاهی باشد ۱ در غیر این صورت ۰	ساختگی	۰/۳۴	-	۰-۱
FAT	فرد طی تصادفی یکی از آشنایان خود را از دست داده باشد، ۱: بلی، ۰: در غیر این صورت	ساختگی	۰/۱۵	-	۰-۱
PHA	ساعات فعالیت بدنی، تحرک و ورزش در هفته	عددی	۳/۷۷	۲۵	۰-۳۰
ANX	فرد می‌پندارد که در حین رانندگی احساس اضطراب دارد.	رتبه‌ای	۰/۵۷	۰/۶۵	۰-۴
TIPR	فرد می‌پندارد که در قرارهایی که ملزم به رانندگی است، تأخیر دارد.	رتبه‌ای	۰/۹۵	۱/۰۴	۰-۴
FLS	فرد می‌پندارد که رانندگان دیگر کند حرکت می‌کنند.	رتبه‌ای	۱/۹۸	۱/۱۴	۰-۴
SIN	فرد می‌پندارد که از محل استقرار دوربین‌های کنترل سرعت و پلیس در مسیر تردد روزانه خود اطلاع دارد.	رتبه‌ای	۲/۱۸	۱/۵۴	۰-۴
IMM	فرد می‌پندارد که انجام تخلف رانندگی عملی غیراخلاقی است.	رتبه‌ای	۲/۸۳	۱/۱۹	۰-۴
TOU	فرد می‌پندارد که نحوه اجرای قوانین راهنمایی و رانندگی سخت‌گیرانه است.	رتبه‌ای	۱/۶۱	۱/۳۲	۰-۴
STR	فرد می‌پندارد که در سه ماه گذشته در زندگی حرفه‌ای یا شخصی استرس داشته است.	رتبه‌ای	۱/۸۲	۱/۴۹	۰-۴
ANG	فرد می‌پندارد که هنگام انجام فعالیت‌های روزانه احساس خشم می‌کند.	رتبه‌ای	۱/۱۸	۱/۰۲	۰-۴

تعداد تخلفات ثبت شده ۱۰ مورد بوده و حداقل این موارد عدم وقوع تخلف سرعت غیرمجاز توسط فرد است. از نمونه مورد ارزیابی ۸۱ درصد افراد مرد بوده و متوسط سن کل افراد ۳۶ سال است. ۲۲ درصد از کل نمونه سابقه رانندگی کمتر از پنج سال داشته و ۳۲ درصد تحصیلات غیردانشگاهی دارند. سایر اطلاعات و جزئیات متغیرهای طرح شده در مدل‌سازی مطابق با جدول ۱ است.

۵- نتایج و بحث

بر اساس جدول ۱ عدم برابری میانگین و واریانس تعداد تخلف سرعت غیرمجاز به عنوان متغیر وابسته مشخص است. از طرف دیگر برای ۷۶ درصد از افراد در نمونه مورد بررسی تخلف سرعت غیرمجاز ثبت نشده است.

برابر با ۰/۰۲۵ خواهد بود. بر این اساس، حداقل تعداد اعضای نمونه جهت بررسی ۳۸۴ نفر به دست می‌آید. در نهایت پس از جمع‌آوری بیش از ۶۰۰ پرسش‌نامه و پاکسازی‌های لازم بر داده‌ها ۴۷۰ پرسش‌نامه معتبر حاصل گردید که از حداقل تعداد لازم مقدار بیشتری است.

بازه جمع‌آوری اطلاعات در ماه‌های آبان تا دی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و به صورت تصادفی انجام شده و پرسش‌نامه توسط خود افراد تکمیل شده است. افراد پاسخ دهنده همگی ساکن شهر تهران بوده و دارای گواهینامه هستند. برای ثبت تعداد تخلف سرعت غیرمجاز افراد، لازم بوده که آن‌ها به صورت برخط به سایت راهور ۱۲۰ مراجعه کرده و تعداد تخلفات ثبت شده برای خودرو در سه ماه گذشته را در صورتی که توسط فرد انجام شده است، در پرسش‌نامه درج نمایند. همانطور که از جدول ۱ مشخص است حداکثر

جدول ۲. مدل پرفسر دو جمله‌ای منفی تواتر تخلف سرعت غیرمجاز

Table 2. Zero-Inflated Negative Bionomial Regression Model for speeding

متغیر	ضریب تخمینی	t آماره	اثر حاشیه‌ای
مدل شمارش دو جمله‌ای منفی			
مقدار ثابت مدل	-۱/۳۸۸	-۷/۹۸	-
فرد می‌پندارد که در قرارهایی که ملزم به رانندگی است، تأخیر دارد.	۰/۱۸۲	۱/۸۹	۰/۰۶۴
فرد با سابقه رانندگی کمتر از ۵ سال، ۱: بلی، ۰: در غیر این صورت	-۰/۴۳۶	-۱/۶۹	-۰/۱۵۲
داشتن بیمه بدنه، ۱: بلی، ۰: در غیر این صورت	۰/۵۸۷	۳/۲۹	۰/۲۰۴
مدل پروبیت دو جمله‌ای برای حالت صفر			
مقدار ثابت مدل	-۷/۰۱۷	-۱/۸۵	-
ساعات فعالیت فیزیکی و ورزش فرد در هفته	-۱/۵۰۲	-۱/۷۲	۰/۰۳۴
فرد می‌پندارد که انجام تخلف رانندگی عملی غیراخلاقی است.	۲/۹۰۱	۲/۲۳	-۰/۰۶۶
فرد می‌پندارد که رانندگان دیگر کند حرکت می‌کنند.	-۱/۱۸۶	-۱/۸۶	۰/۰۲۷
تعداد مشاهدات	۴۷۰		
لگاریتم تابع درست نمایی مدل	-۳۳۹/۰۳		
آماره آزمون مربع کای (احتمال معناداری مدل)	۱۸/۱۳(۰/۰۰۰۴)		
آماره α	۱/۳۵		
آماره Z آزمون وانگ	۳/۶۰		

شده است. همچنین با توجه به آماره وانگ مشخص شده است که ساختار در نظر گرفته شده مدل شمارش پرفسر دو جمله‌ای منفی ساختار مناسبی به حساب می‌آید. مقدار شاخص لگاریتم تابع درست نمایی برای این مدل برابر با $-۳۳۹/۰۳$ حاصل شده است.

مطابق با جدول ۲، سه متغیر به همراه ضریب ثابت در مدل رگرسیون شمارش دو جمله‌ای منفی معنادار شده‌اند. آماره Z معناداری تمامی متغیرها بزرگ‌تر از $۱/۶۴$ به دست آمده که نشان می‌دهد همه متغیرها در سطح اهمیت ۱۰ درصد معنادار شده‌اند. افرادی که می‌پندارند در بیشتر سفرهایی که ملزم به رانندگی بوده تأخیر داشته‌اند، به طور معناداری تعداد تخلف سرعت غیرمجاز بیشتری دارند. نتیجه حاصل شده برای این متغیر منطبق با مطالعات گذشته بوده [۲۸ و ۱۹] با این توصیف که افرادی که در سفرهای روزمره خود با سواری شخصی تأخیر دارند، سعی می‌کنند با سرعت بیشتری رانندگی کرده تا با حفظ زمان در موعد مقرر به مقصد برسند. از این رو، از

از این رو، با توجه به تکرار زیاد عدم وقوع تخلف سرعت غیرمجاز در اعضای نمونه، استفاده از مدل شمارش پرفسر دو جمله‌ای منفی پیشنهاد مناسبی به نظر می‌رسد. برای ساخت مدل از متغیرهای ارائه شده در جدول ۱ استفاده شده است.

همانطور که از جدول ۲ مشخص است، مدل رگرسیون شمارشی پرفسر دو جمله‌ای منفی شامل دو زیرمدل می‌شود. مدل اول بیانگر مدل رگرسیون شمارش دو جمله‌ای منفی بوده و مدل دوم نشان دهنده مدل انتخاب پروبیت دو جمله‌ای است. مدل رگرسیون شمارش دو جمله‌ای منفی عوامل موثر بر فراوانی تخلف سرعت غیرمجاز رانندگان شهر تهران را نشان می‌دهد. مدل پروبیت دو جمله‌ای نیز بیانگر ویژگی‌های افرادی است که مرتکب تخلف سرعت غیرمجاز نمی‌شوند و یا در حالت صفر مدل قرار می‌گیرند. به طور کلی آماره آزمون مربع کای بیانگر معناداری کلی مدل بوده که مقدار آن برابر با $۱۸/۱۳$ به دست آمده که نشان می‌دهد مدل در سطح اهمیت ۱ درصد معنادار

رانندگان می‌دهد که می‌توانند رفتارهای پرخطر بیشتری انجام دهند و در صورت بروز حادثه با پشتیبانی تعهد شده توسط بیمه، خسارات وارده را پرداخت می‌کنند. در مجموع افرادی که خودروهای آن‌ها بیمه بدنه دارد، به احتمال بیشتری تعداد تخلف سرعت غیرمجاز بیشتری در سه ماه گذشته خود داشته‌اند. اثر حاشیه‌ای محاسبه شده برای این متغیر ۰/۲۰۴ به دست آمده که از نظر عددی نسبت به متغیرهای دیگر دارای اثر بزرگ‌تری است. به بیان دیگر، مهم‌ترین متغیر اثرگذار بر تواتر تخلفات داشتن بیمه بدنه خودرو است که اگر افراد دارای خودرو با بیمه بدنه باشند به میزان ۰/۲۰۴ تعداد تخلفات سرعت غیرمجاز آن‌ها افزایش می‌یابد. ضریب ثابت نیز با علامت منفی در مدل معنادار شده است. این نشان می‌دهد که متغیرهای دیگری بر روی تواتر تخلف سرعت غیرمجاز اثرگذار هستند که مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند.

در مدل انتخاب پروبیت دو جمله‌ای سه متغیر و ضریب ثابت معنادار شده‌اند. متغیرهای وارد شده در این مدل نیز همگی در سطح اهمیت ۱۰ درصد معنادار شده‌اند. بر اساس مدل ارائه شده افرادی که ساعات بیشتری در هفته به ورزش پرداخته و فعالیت بدنی با این هدف داشته باشند، به احتمال کمتری در حالت صفر مدل قرار می‌گیرند. به عبارتی احتمال اینکه این افراد مرتکب تخلف سرعت غیرمجاز نشوند، کمتر خواهد بود. این نتیجه سازگار با مطالعات دیگری بوده [۲۴ و ۱۰] و علت آن می‌تواند از این بابت باشد که افرادی که ساعات زیادی ورزش و تحرک دارند، از پویایی بیشتری برخوردار هستند. با توجه به پویایی و فعالیت بدنی بیشتر این افراد و اینکه به طور غالب زیر ۲۵ سال سن دارند، میل بالایی برای انجام کارهای پرخطر و هیجان‌انگیز در آن‌ها در انجام فعالیت‌های روزانه وجود دارد. از این رو، این میل به کارها و امور پرخطر در رانندگی آن‌ها نیز نمود پیدا کرده و باعث می‌شود به احتمال بیشتری پتانسیل ارتکاب تخلفات پرخطری مانند سرعت غیرمجاز داشته باشند.

نتایج مدل نشان می‌دهد هر چه افراد بیشتر می‌پندارند که تخلف رانندگی عملی غیراخلاقی است، به احتمال بیشتری در حالت صفر مدل قرار می‌گیرند. به بیان دیگر احتمال امکان وقوع تخلف سرعت غیرمجاز برای این افراد بسیار کم خواهد بود. این خروجی در راستای پیش‌فرض‌های اولیه مدل‌سازی بوده، زیرا هر چه افراد پندار بیشتری به این جمله داشته باشند، نشان می‌دهد از نظر رفتاری محدودیت‌های بیشتری برای خود در زمان رانندگی قائل هستند. این محدودیت‌های رفتاری سبب می‌شود که فرد نتواند خود را مجاب به انجام تخلف نماید. به نوعی اهمیت پندارها نسبت به تخلفات به طور مستقیم در وقوع تخلف مشخص می‌شود.

مدل نهایی مشخص است که هر چه افراد در بیشتر سفرهایی که رانندگی می‌کنند برای رسیدن به مقصد تأخیر داشته باشند، احتمال اینکه تعداد تخلف سرعت غیرمجاز آن‌ها بیشتر باشد افزایش می‌یابد. مقدار اثر حاشیه‌ای این متغیر بر تواتر تخلفات ۰/۰۶۴ به دست آمده است. به عبارتی به ازای هر سطح افزایش در میزان تأخیر در سفرهای سه ماه گذشته فرد که در مقیاس پنج تایی مورد سوال قرار گرفته بود، تعداد تخلف سرعت غیرمجاز فرد ۰/۰۶۴ افزایش می‌یابد.

به طور کلی افراد با سابقه رانندگی کمتر از پنج سال نسبت به قوانین رانندگی آشنایی داشته ولی در عین حال به دلیل تجربه و اعتماد به نفس کمتر، خطرپذیری کمتری دارند. در نقطه مقابل رانندگان با سابقه رانندگی بیش از پنج سال با دور شدن از فضای آموزشی، آگاهی کمتر نسبت به قوانین و اعتماد به نفس بیشتر در رانندگی تواتر تخلف سرعت غیرمجاز بیشتری دارند. در این تحقیق سابقه رانندگی در دو سطح افراد با سابقه رانندگی کمتر از پنج سال و افراد با سابقه رانندگی پنج سال و بیشتر تعریف شده است. نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد که سطح اول تعریفی برای سابقه رانندگی بر تواتر تخلفات سرعت غیرمجاز تأثیر می‌گذارد. مقدار اثر حاشیه‌ای این متغیر برابر با ۰/۱۵۲- محاسبه شده است. این یعنی اگر فرد سابقه رانندگی کمتر از پنج سال داشته باشد، تعداد تخلفات ثبت شده سرعت غیرمجاز در سه ماه برای او به اندازه ۰/۱۵۲ کمتر خواهد بود. این نتیجه مطابق با مطالعات پیشین بوده به گونه‌ای که افراد در سطح اول (با سابقه رانندگی کمتر از پنج سال) تجربه کمتری نسبت به سایر رانندگان داشته که این امر منتهی به خطرپذیری کمتر آن‌ها به دلیل عدم وجود اعتماد به نفس کافی است [۳۷، ۲۰، ۱۶، ۱۵، ۱۱]. از این رو، منطقی است که تواتر تخلف سرعت غیرمجاز این افراد کمتر باشد.

دیگر متغیر معنادار شده در مدل رگرسیون شمارش دو جمله‌ای منفی، دارا بودن بیمه بدنه خودرو است. این متغیر به صورت محدود در مطالعات پیشین دیده شده بود و اثرگذاری بیمه شخص ثالث بر تخلف سرعت غیرمجاز در مطالعه ژانگ و شیون‌پو دیده شده بود [۱۷]. به طور کلی دو نوع بیمه شامل بیمه شخص ثالث و بیمه بدنه در داخل کشور برای خودروها رواج بیشتری دارند. بیمه شخص ثالث برای خودروها اجباری بوده و تعهدات شرکت‌ها برای این نوع بیمه شونندگان با محدودیت‌های زیادی همراه است. در مقابل، بیمه بدنه خودرو با تعهدات بیشتری که به مشتری می‌دهد در صورتی که فرد در حوادث رانندگی پیش آمده مقصر باشد، غالب خسارات توسط شرکت بیمه پشتیبانی می‌شود. بیمه بدنه خودرو به نوعی این اطمینان خاطر را به

هر چه فرد در حین رانندگی بیشتر این احساس را داشته باشد که سرعت دیگر رانندگان کند است، احتمال اینکه این فرد در حالت صفر مدل قرار گیرد کاهش می‌یابد. افرادی که سرعت دیگر خودروها را کم ارزیابی می‌کنند، پتانسیل بالایی برای رانندگی با سرعت بیشتر نسبت به سرعت معمولی جریان ترافیک دارند. زیرا پندار آن‌ها نسبت به رانندگی متناسب با جریان ترافیک منفی بوده و توقع دارند که رانندگان باید از سرعت بالاتری برای رانندگی استفاده کنند. این تمایل به سرعت بیشتر در بسیاری از موارد نیز منجر به این می‌شود که افراد میل به رانندگی با سرعت غیرمجاز پیدا کنند. از این رو، این افراد به احتمال بیشتری مرتکب تخلف سرعت غیرمجاز می‌شوند. محاسبه مقادیر اثر حاشیه‌ای سه متغیر اشاره شده بر تواتر تخلف سرعت غیرمجاز نشان می‌دهد اعتقاد بیشتر به غیراخلاقی بودن تخلفات رانندگی مهم‌ترین متغیر اثرگذار در این زمینه به حساب می‌آید. به بیان دیگر، با افزایش یک سطح در میزان موافق بودن با گزاره "انجام تخلف رانندگی عملی غیراخلاقی است" که در مقیاس پنج‌تایی مورد ارزیابی قرار گرفته، تواتر تخلف سرعت غیرمجاز فرد ۰/۰۶۶ کاهش می‌یابد.

۶- جمع‌بندی

تخلفات رانندگی یا خطاهای عامدانه افراد در نقض قوانین مربوط به رانندگی به عنوان یکی از شاخص‌های جایگزین برای تصادفات به جهت ارزیابی ایمنی استفاده می‌شود. در این بین، تخلفات پرخطر؛ مانند سرعت غیرمجاز، در تصادفات نقش مهمی دارند. در شهر تهران سرعت غیرمجاز نه تنها به عنوان پرخطرترین تخلف پرخطر شناخته شده است بلکه تنها در سه ماهه اول سال ۱۳۹۸ علت ۲۱ درصد از تصادفات استان تهران معرفی شده است. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف اولیه تفکیک رانندگان کم‌خطر و پرخطر و در مرحله بعد شناسایی رانندگان با فراوانی تخلف سرعت غیرمجاز بیشتر انجام شده است. برای بررسی موارد بالا از اطلاعات ۴۷۰ راننده در شهر تهران و حومه استفاده شد. با توجه به عدم برابری واریانس و میانگین فراوانی تخلفات در کل نمونه و عدم ثبت تخلف برای ۷۶ درصد از افراد، از مدل شمارش پرفرمد دو جمله‌ای منفی استفاده گردید. معناداری مدل به دست آمده با استفاده از ضریب وانگ مورد ارزیابی قرار گرفت که در نهایت مشخص گردید مدل در سطح اهمیت ۱ درصد معنادار شده است.

بر اساس نتایج این تحقیق و متغیرهای معنادار شده در زیرمدل پروبیت دو جمله‌ای، رانندگان کم‌خطر طول زمان فعالیت فیزیکی و ورزش کمتری در هفته دارند. همچنین، داشتن پندارهای قوی‌تر نسبت به غیراخلاقی

دانستن تخلف رانندگی از ویژگی‌های رانندگان پرخطر محسوب می‌شود. دیگر ویژگی رانندگان پرخطر این است که پندارهای ضعیف‌تری نسبت به کندرو بودن رانندگان دیگر دارند. این سه متغیر به طور غیرمستقیم نیز بر تواتر تخلفات نیز اثرگذار خواهند بود. به نوعی، مسائل پنداری در کم‌خطر و پرخطر شناخته شدن افراد اهمیت بیشتری نسبت به ویژگی‌های فردی دارند. بر اساس زیرمدل شمارش دو جمله‌ای منفی، تاخیر در بیشتر سفرهایی که ملزم به رانندگی بوده، سابقه رانندگی کمتر از پنج سال و دارا بودن بیمه بدنه برای خودرو، متغیرهای معنادار شده هستند. در مجموع بر اساس مقدار اثر حاشیه‌ای متغیرهای معنادار شده مشخص شد که دو متغیر داشتن بیمه بدنه خودرو و سابقه رانندگی مهم‌ترین نقش در تعیین تواتر تخلف سرعت غیرمجاز دارند. در زمینه سابقه رانندگی پیشنهاد می‌شود با انجام اصلاحاتی در قوانین مربوط به تخلفات رانندگی، سخت‌گیری بیشتر برای رانندگان با تواتر تخلف بیشتر اعمال شود. برای نمونه با افزایش تعداد دفعات تخلف فرد در یک مورد خاص، جریمه نقدی اعمال شده برای فرد به صورت خطی یا نمایی افزایش یافته و در صورت عدم توجه فرد امتیاز منفی برای گواهینامه مالک ماشین ثبت شود. علاوه بر این، برگزاری کلاس‌های آموزشی به صورت دوره‌ای (برای مثال هر ۵ یا ۱۰ سال) و الزام افراد دارای گواهینامه به شرکت در این دوره‌ها به جهت بالا بردن سطح دانش شهروندان نسبت به تخلفات رانندگی نیز می‌تواند تأثیر مثبتی در کاهش تواتر تخلفات افراد با سابقه داشته باشد. برای کنترل اثر بیمه بدنه، پیشنهاد می‌شود که با بازنگری در قوانین راهنمایی و رانندگی برای رانندگان پرخطر که تعداد تخلف پرخطر زیادی در رانندگی دارند، استفاده از بیمه بدنه خودرو با کاهش سطح تعهدات توسط شرکت‌ها انجام شود. به نوعی راننده پرخطر در صورتی که در حال انجام تخلف مرتکب تصادف یا حادثه شود، دیگر پشتیبانی‌های مالی لازم به مانند قبل از وی صورت نگیرد. پیش‌بینی می‌شود با این کار، افراد در عملکرد رانندگی خود تغییراتی را اعمال نمایند که منجر به بهبود وضعیت ایمنی رانندگان خواهد شد.

در مجموع با توجه به نتایج حاصل از مدل شمارش پرفرمد و اثرگذاری متغیرهای معنادار شده بر تواتر تخلف سرعت غیرمجاز مشخص می‌شود که با در نظر گرفتن مشخصات پنداری افراد، ویژگی‌های فردی شامل جنسیت، سن، تحصیلات و درآمد در مدل معنادار نشده‌اند. این نتیجه در مطالعات دیگری نیز نشان داده شده بود [۱۹ و ۱۸]. در مجموع از نتایج فوق می‌توان این نتیجه را برداشت نمود که مسائل روانی و پنداری از اهمیت بیشتری نسبت به ویژگی‌های فردی برخوردار هستند. علاوه بر این، در

- [5] L. Aarts, I. Van Schagen, Driving speed and the risk of road crashes: A review, *Accident Analysis & Prevention*, 38(2) (2006) 215-224.
- [6] B. Charbotel, J.L. Martin, M. Chiron, Work-related versus non-work-related road accidents, developments in the last decade in France, *Accident Analysis & Prevention*, 42(2) (2010) 604-611.
- [7] Speed limit violation, topmost traffic violations, in, 2018.
- [8] Z. Avaz, M. Habibian, S. Moridpour, Sociological Study of the Influence of Citizen's Traffic Ethics on Driving Violations Case Study Tehran, *Journal of Traffic and Logistics Engineering Vol*, 2(1) (2014).
- [9] S. Mohamadi, A. Faghani, H. Khaksar, Investigated methodology of the effect of increasing rate fines for reduced violations of the rate of unauthorized, in: *Traffic and Transportation Engineering*, Tehran, 2016.
- [10] A. Tavakoli Kashani, S. Dabirinejad, The effect of some recreational aspects of life on driving violations and errors, in: *Traffic and Transportation Engineering*, Tehran, 2017.
- [11] J. Reason, A. Manstead, S. Stradling, J. Baxter, K. Campbell, Errors and violations on the roads: a real distinction?, *Ergonomics*, 33(10-11) (1990) 1315-1332.
- [12] W. Elias, Y. Shiftan, Ethnic groups differences in regard to social networks, daily activity patterns, and driving behavior, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 46 (2017) 316-328.
- [13] T. Rosenbloom, A. Ben-Eliyahu, D. Nemrodov, A. Biegel, A. Perlman, Committing driving violations: an observational study comparing city, town and village, *Journal of Safety Research*, 40(3) (2009) 215-219.
- [14] J. Shi, Y. Bai, X. Ying, P. Atchley, Aberrant driving behaviors: A study of drivers in Beijing, *Accident Analysis & Prevention*, 42(4) (2010) 1031-1040.
- [15] S.S. Smith, M.S. Horswill, B. Chambers, M. Wetton, Hazard perception in novice and experienced drivers: The effects of sleepiness, *Accident Analysis & Prevention*, 41(4) (2009) 729-733.
- [16] A. Stephens, M. Nieuwesteeg, J. Page-Smith, M.

تفسیر معناداری این متغیرها نیز نوع پندارها و طرز تفکر افراد نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند. به نوعی عوامل روانی و پنداری به طور مستقیم و غیرمستقیم مهم‌ترین نقش در ثبت تخلف سرعت غیرمجاز بیشتر دارند. از این رو، بر اساس نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود در امر فرهنگ‌سازی و اصلاح پندارها فعالیت بیشتری صورت گیرد. این مسائل می‌تواند برای رانندگان تازه‌کار در مراحل ابتدایی دریافت گواهینامه و برای دیگر رانندگان با برگزاری دوره‌های آموزشی بعد از تخلف و یا تبلیغات شهر انجام گردد.

جهت توسعه بیشتر مطالعات در زمینه تخلفات رانندگی پیشنهاداتی ارائه می‌شود. با توجه به محدودیت مطالعه کنونی، سرعت غیرمجاز شامل سرعت غیرمجاز در معابر شهری و برون‌شهری می‌شود. در حالی که ماهیت این دو نوع با هم تفاوت دارد. از این رو، پیشنهاد می‌شود که تخلفات سرعت غیرمجاز به دو حالت در مسیرهای شهری و برون‌شهری تفکیک شوند. سپس، با تعیین عوامل اثرگذار بر این دو حالت، مقایسه‌ای بین این دو انجام شود که آیا تفاوت معناداری بین این دو و عوامل اثرگذار بر آن‌ها وجود دارد یا خیر. به منظور ترکیب متغیرهای مختلف نمایانگر تخلفات؛ مانند تواتر و امکان رخداد، از ساختارهای دیگری مانند معادلات ساختاری برای تحلیل‌های بیشتر استفاده شود. همچنین، با توجه به محدودیت مطالعات داخلی بر روی تخلفات رانندگی، پیشنهاد می‌شود که ساختار و روند مدل‌سازی ارائه شده در این مطالعه برای سایر تخلفات رانندگی نیز بررسی شود و ارزیابی شود کدام عوامل به طور مشترک در تمامی تخلفات رانندگی اثرگذار بوده و برای اصلاح آن‌ها سیاست‌گذاری شود.

منابع

- [1] P. Roess, S. Prassas, R. Mcshane, *Traffic Engineering*, Pearson Prentice Hall, 2004.
- [2] J. De Winter, D. Dodou, The Driver Behaviour Questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis, *Journal of safety research*, 41(6) (2010) 463-470.
- [3] C.D. Fitzpatrick, S. Rakasi, M.A. Knodler Jr, An investigation of the speeding-related crash designation through crash narrative reviews sampled via logistic regression, *Accident Analysis & Prevention*, 98 (2017) 57-63.
- [4] M. Mehrabi, P. Gholizade, *Driving Violations Law approved in 2011*, 2016.

- study, *Journal of Social Behavior and Personality*, 10(1) (1995) 265.
- [26] T. Rosenbloom, A. Perlman, A. Shahar, Women drivers' behavior in well-known versus less familiar locations, *Journal of safety research*, 38(3) (2007) 283-288.
- [27] S.S. Pantangi, G. Fountas, P.C. Anastasopoulos, J. Pierowicz, K. Majka, A. Blatt, Do high visibility enforcement programs affect aggressive driving behavior? An empirical analysis using naturalistic driving study data, *Accident Analysis & Prevention*, 138 (2020) 105361.
- [28] S. Salminen, E. Lähdeniemi, Risk factors in work-related traffic, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 5(1) (2002) 77-86.
- [29] C.-q. Xie, D. Parker, A social psychological approach to driving violations in two Chinese cities, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(4) (2002) 293-308.
- [30] T. Zhang, A.H. Chan, W. Zhang, Dimensions of driving anger and their relationships with aberrant driving, *Accident Analysis & Prevention*, 81 (2015) 124-133.
- [31] P. Washington, G. Karlaftis, L. Mannering, Statistical and econometric methods for transportation data analysis, in: *Count data models*, 2011, pp. 283-302.
- [32] J. Liu, Y. Ma, J. Johnstone, A goodness-of-fit test for zero-inflated Poisson mixed effects models in tree abundance studies, *Computational Statistics & Data Analysis*, 144 (2020) 106887.
- [33] *General Population and Housing Census*, (2017).
- [34] *Tehran's Transportation Statistics and Information*, 2016.
- [35] *Iran Transportation Incidents Comprehensive Information System*, in, 2019.
- [36] W. Cochran, *Sampling techniques*, 3 ed., John Wiley & Sons, New York, 1977.
- [37] F.P. McKenna, R.A. Stanier, C. Lewis, Factors underlying illusory self-assessment of driving skill in males and females, *Accident Analysis & Prevention*, 23(1) (1991) 45-52.
- Fitzharris, Self-reported speed compliance and attitudes towards speeding in a representative sample of drivers in Australia, *Accident Analysis & Prevention*, 103 (2017) 56-64.
- [17] G. Zhang, K.K. Yau, X. Gong, Traffic violations in Guangdong Province of China: speeding and drunk driving, *Accident Analysis & Prevention*, 64 (2014) 30-40.
- [18] C.-M. Tseng, Operating styles, working time and daily driving distance in relation to a taxi driver's speeding offenses in Taiwan, *Accident Analysis & Prevention*, 52 (2013) 1-8.
- [19] Y. Xu, Y. Li, L. Jiang, The effects of situational factors and impulsiveness on drivers' intentions to violate traffic rules: Difference of driving experience, *Accident Analysis & Prevention*, 62 (2014) 54-62.
- [20] C.-M. Tseng, Speeding violations related to a driver's social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan's male population, *Safety science*, 57 (2013) 236-242.
- [21] R. Fernandes, J. Hatfield, R.S. Job, A systematic investigation of the differential predictors for speeding, drink-driving, driving while fatigued, and not wearing a seat belt, among young drivers, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 13(3) (2010) 179-196.
- [22] Y. Alver, M. Demirel, M. Mutlu, Interaction between socio-demographic characteristics: Traffic rule violations and traffic crash history for young drivers, *Accident Analysis & Prevention*, 72 (2014) 95-104.
- [23] C. Atombo, C. Wu, M. Zhong, H. Zhang, Investigating the motivational factors influencing drivers intentions to unsafe driving behaviours: Speeding and overtaking violations, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 43 (2016) 104-121.
- [24] M. Møller, N.P. Gregersen, Psychosocial function of driving as predictor of risk-taking behaviour, *Accident Analysis & Prevention*, 40(1) (2008) 209-215.
- [25] P.A. Ellison, J.M. Govern, H.L. Petri, M.H. Figler, Anonymity and aggressive driving behavior: A field

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

A. Farzaneh Movahed, A. Shafaat, M. Habibian, *Investigating the influencing factors on the frequency of speeding violations: A case study of citizens of Tehran*, *Amirkabir J. Civil Eng.*, 54(1) (2022) 113-124.

DOI: 10.22060/ceej.2021.18279.6817



