

بر آورد هزینه سوانح ترافیکی با به کارگیری روش تمایل به پرداخت در

رانندگان وسایل نقلیه

(مطالعه موردی رانندگان شهر تهران)

حمیدرضا بهنود^۱، بهزاد رفیعی^۲، سیدمحمد سیدحسینی^۳

از صفحه ۱۳۷ تا ۱۶۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: سوانح ترافیکی، یکی از مهم ترین علل مرگ در دنیا محسوب می شود که بار اقتصادی زیادی را بر جوامع تحمیل می کند و بر آورد هزینه ناشی از این سوانح دارای اهمیت است. هدف از پژوهش حاضر، بر آورد هزینه های ناشی از تصادفات با به کارگیری رویکرد تمایل به پرداخت در رانندگان وسایل نقلیه با شرایط گوناگون و برای تصادفات با شدت های متفاوت می باشد و برای این منظور به مطالعه در معابر شهری تهران پرداخته شده است.

روش: بر این اساس به هزینه های ناشی از تصادفات برای رانندگان وسایل نقلیه و در نهایت ارائه مدلی برای دستیابی به آن پرداخته شده است. متغیرهای پژوهش شامل مشخصات فردی مانند سن، جنسیت و میزان تحصیلات است. ارزش آماری زندگی، مؤلفه مهمی در پژوهش های تمایل به پرداخت بوده است.

یافته ها و نتیجه گیری: ارزش آماری زندگی برای یک مورد مرگ که بر اساس میانگین تمایل به پرداخت رانندگان و بر حسب میزان کاهش خطر مرگ از ۲۶/۵ در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت به نصف آن کاهش یابد، معادل ۲۹/۶ میلیارد ریال بر آورد گردید. بر این اساس، برای کل تلفات ترافیکی، رقم کل ۶۰۳/۵ هزار میلیارد ریال به دست آمده است. این مقدار برای مصدومیت با توجه به میانگین پرداخت روزانه برای هر مصدومیت معادل ۳/۶ میلیارد ریال شده و با توجه به تعداد موارد مصدومیت حدود ۳۱۹ هزار نفر در سال به میزان ۱۱۵۳/۷ هزار میلیارد ریال شده است. بر این اساس و با توجه به آمار و اطلاعات موجود، در حدود ۶/۵ درصد از درآمد ناخالص ملی مربوط به هزینه سوانح ترافیکی است که در این سوانح از بین می رود.

کلیدواژه ها: سوانح ترافیکی، تمایل به پرداخت، ارزش گذاری مشروط، ترجیح بیانی، ترجیح آشکار.

۱. استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه بین المللی امام خمینی، (نویسنده مسئول)، Behnood@eng.ikiu.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۳. استاد دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران.

مقدمه

سوانح ترافیکی، یکی از مهم‌ترین علل مرگ در دنیا محسوب می‌شود که بار اقتصادی زیادی را بر جوامع تحمیل می‌کند. هدف از پژوهش حاضر، برآورد هزینه‌های ناشی از تصادفات با به‌کارگیری روش تمایل به پرداخت در رانندگان وسایل نقلیه با شرایط گوناگون و برای تصادفات با شدت‌های متفاوت می‌باشد و برای این منظور، به مطالعه در معابر شهری تهران پرداخته شده است. براین اساس به هزینه‌های ناشی از تصادفات برای رانندگان وسایل نقلیه و درنهایت ارائه مدلی برای دستیابی به آن پرداخته شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان راهکاری به‌منظور ارزیابی هزینه تصادفات و مدیریت آن مورد استفاده قرار گیرد. روش تمایل به پرداخت بر مبنای رویکرد ارزش‌گذاری مشروط (CV)^۱، یک روش مناسب برای افزایش رفاه اجتماعی با کاهش مصدومیت و مرگ است. با توجه به مؤلفه‌های متعددی که در تعیین هزینه واقعی سوانح ترافیکی وجود دارد، پژوهش دقیق‌تری برای برآورد واقعی هزینه سوانح ترافیکی مورد نیاز است. مرگ حدود ۲۵۰ هزار نفر ایرانی، طی ۱۰ سال گذشته به‌دلیل سوانح ترافیکی و آسیب و معلولیت میلیون‌ها نفر طی این مدت، به‌تنهایی می‌تواند این برآورد را در فهرست مهم‌ترین اولویت‌های مرتبط با سلامت کشور قرار دهد. در این مطالعه، برای برآورد هزینه ناشی از سوانح ترافیکی از «روش تمایل به پرداخت» استفاده می‌شود که روش کاربردی در پژوهش‌های حوزه حمل‌ونقل است. روند اجرایی این پژوهش با در نظرگیری رانندگان وسایل نقلیه و ارائه مدلی برای آن‌ها ادامه پیدا می‌کند.

پیشینه پژوهش

در این بخش از پژوهش به بررسی مطالعات پیشین در رابطه با روش تمایل به پرداخت بر مبنای رویکرد ارزش گذاری مشروط پرداخته می شود. در این رویکرد، عموماً از مفاهیم ترجیح بیانی (SP)^۱ و ترجیح آشکار (RP)^۲ استفاده می شود. در روش ترجیح بیانی با در نظر گرفتن سناریوهای فرضی برای فرد و برحسب آن‌ها، تمایل به پرداخت فرد محاسبه می شود. در رویکرد ترجیح آشکار نیز تمایل به پرداخت فرد در وضعیتی واقعی برآورد می شود؛ مانند استفاده از کیسه هوا یا سایر تجهیزات ایمنی و یا انتخاب وسیله نقلیه ایمن تر. در علم اقتصاد، تمایل به پرداخت به بالاترین قیمتی گفته می شود که یک فرد حاضر است برای یک خدمت یا کالا پرداخت کند. این روش در واقع مدل سرمایه انسانی منفعت جلوگیری از مرگ زودرس با ارزش فعلی درآمد افراد است که در اثر مرگ از دست می رود (ویلسون و همکاران^۳، ۲۰۱۷).

عینی و همکارانش (۱۳۹۳) به برآورد هزینه سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از روش تمایل به پرداخت پرداختند. هدف این مطالعه، تعیین هزینه ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل وایبول و با روش تمایل به پرداخت بود. هزینه برای کل موارد فوت در سال ۱۳۹۲ بر اساس ۲۰۴۰۸ مورد مرگ، ۴۰۲/۳ هزار میلیارد ریال بود. این میزان برای مصدومیت بر اساس حجم ترافیک سالانه در سال ۱۳۹۲ برای هر مصدومیت، ۲/۴ میلیارد ریال و برای کل مصدومان در این سال به میزان ۷۶۹/۱ هزار میلیارد ریال و در مجموع موارد فوت و جرح به میزان ۱۱۷۱/۵ هزار میلیارد ریال بود. یافته‌ها نشان داد که هزینه سوانح ترافیکی در ایران، سهم قابل توجهی از درآمد ناخالص ملی را شامل می شود. در سال ۱۳۹۶ نیز محاسبه هزینه فوت و

1. Stated Preference
 2. Revealed Preference
 3. Wilson et al

جرح ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل بیزی به روش تمایل به پرداخت مورد بررسی قرار گرفت (عینی و همکاران، ۱۳۹۶). یافته‌ها با استفاده از مدل بیزی نشان داد که تمایل به پرداخت با سن، درآمد متوسط و بالا، لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافرکش و سرنشین، ارتباط معناداری دارد.

هنشر و همکارانش^۱ (۲۰۰۹) به تخمین تمایل به پرداخت و میزان کاهش خطر برای اشغال خودروها در محیط راه پرداختند. این پژوهش، چهارچوبی را توسعه می‌دهد که به شناخت ناهمگونی درجات ترجیحات افراد (کاربران راه شامل رانندگان یا مسافران) در تمایل به پرداخت منجر می‌شود. سونسون و یوهانسون^۲ (۲۰۱۰) به بررسی تمایل به پرداخت برای ایمنی راه عمومی و شخصی در مطالعات ترجیح بیانی پرداخته و اختلاف بین آن‌ها و دلیلش را بررسی کردند. در این پژوهش، بر اساس رویکرد ترجیح بیانی برای نشان دادن تمایل به پرداخت، کاهش خطر شخصی سه برابر بیشتر در مقایسه با کاهش خطر عمومی ارزش داشته است. چاتورابونگ و همکارانش^۳ (۲۰۱۱) به تحلیل هزینه‌های تصادفات موتورسیکلت‌ها در تایلند با استفاده از روش تمایل به پرداخت پرداختند. در این پژوهش، روش تمایل به پرداخت برای ارزیابی هزینه تصادفات انتخاب شده است. در این پژوهش، هزینه تصادفات موتورسیکلت‌ها مورد توجه قرار گرفته و دلیل آن، سهم بالای تصادفات آن‌ها در بین وسایل نقلیه عبوری در تایلند بوده است. پرسشنامه‌ای برای تعیین هزینه‌ای که هر موتورسیکلت‌سوار برای کاهش خطر از دست دادن زندگی‌اش در تصادفات خرج خواهد کرد، طراحی شد. براین اساس، تعداد ۱۵۰ موتورسیکلت‌سوار

1. Hensher et al

2. Svensson & Johansson

3. Chaturabong et al

در بانکوک و نواحی اطراف موردپرسش‌گری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارزش آماری عمر و ارزش آماری به‌ترتیب در محدوده ۵/۵ میلیون بت تا ۷ میلیون بت معادل ۰/۱۷ میلیون دلار تا ۰/۲۱ میلیون دلار و همچنین ۲/۶ میلیون بت تا ۳/۴ میلیون بت معادل ۰/۰۸ میلیون دلار تا ۰/۱۰ میلیون دلار بودند. عوامل سن، جنسیت، وضعیت اشتغال، درآمد و کلاه ایمنی، مؤلفه‌های مؤثری بودند که تمایل به پرداخت موتورسیکلت‌سواران برای کاهش خطر مرگ‌ومیر را تحت‌تأثیر قرار می‌دادند.

لی و همکارانش^۱ (۲۰۱۱) به تخمین هزینه‌های تصادفات با استفاده از رویکردهای تمایل به پرداخت با یک مطالعه موردی در سنگاپور پرداختند. این پژوهش، یک بررسی میدانی را بیان می‌کند که بیش از ۴۰۰۰ پرسش‌شونده سنگاپوری را شامل می‌شود؛ روش‌های ارزش‌گذاری مشروط و ترجیح بیان‌شده نشان داد که هزینه‌های تصادفات در مفاهیم سفرهای شهری، کاربردی و مفید هستند. ساکاشیتا و همکارانش^۲ (۲۰۱۲) به‌کارگیری رویکرد ارزش‌گذاری مشروط برای حصول تمایل به پرداخت در ایمنی راه‌ها را موردبررسی قرار دادند. در این پژوهش، به بررسی و چالش‌های موجود در روش‌های تمایل به پرداخت به‌ویژه برای ایمنی راه پرداخته شد و متدولوژی و محدودیت‌های روش CV در ایمنی راه تشریح شد. ماکادو و همکارانش^۳ (۲۰۱۴) به تجربه رویکرد ترجیح بیانی برای درک خطر توسط رانندگان پرداختند. این پژوهش، فاکتورهای کلیدی مؤثر بر درک خطر رانندگان را مشخص می‌کند. با استفاده از رویکرد ترجیح بیان‌شده، به جمع‌آوری داده‌ها در مورد درک خطر از ۵ فاکتور رفتاری پرداخته شد. ۷۷ نفر به‌صورت آنلاین از دانشگاه گرانادا اسپانیا موردپرسش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قوانین و رانندگی افراد، فاکتورهای مؤثر بر درک خطر توسط رانندگان هستند.

1. Le et al

2. Sakashita et al

3. Machado et al

مفادل و همکارانش^۱ (۲۰۱۵)، هزینه‌های تصادفات عابران پیاده در سودان را با استفاده از روش تمایل به پرداخت موردتحلیل قرار دادند. این پژوهش، تمایل هزینه‌ای به ارزیابی ارزش عمر آماری را برای تمامی کاربران راه‌ها با ایجاد یک تحلیل پایه‌ای هزینه - فایده برای ایمنی راه موردبررسی قرار داد. در این پژوهش، از روش تمایل به پرداخت و با رویکرد ارزش‌گذاری مشروط برای تعیین میزان هزینه‌ای که عابران پیاده در سودان تمایل به پرداخت برای کاهش خطر مرگ‌ومیرشان داشتند، استفاده شد. تأثیر مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی، سطوح خطر و رفتارهای عابران پیاده در راه‌رفتن بر تمایل پرداخت آن‌ها برای کاهش خطر مرگ‌ومیر ارزیابی شد. نتایج نشان داد که تمایل به پرداخت برای عابران پیاده سودانی برای کاهش خطر کشته‌شدن، توسط عواملی چون سن، درآمد خانوار، سطح تحصیل، درک ایمنی و متوسط زمان سپری‌کردن در فعالیت‌های اجتماعی با خانواده و افراد جامعه افزایش می‌یابد. باهموند برایک و همکارانش^۲ (۲۰۱۵) با انجام مطالعه مروری به تعیین ارزش آماری عمر در مفهوم ایمنی راه پرداختند و این پژوهش به ارائه روش‌های انتخاب بیان‌شده و ارزش آماری عمر و غیره در روش تمایل به پرداخت منجر شد.

در سال ۲۰۱۶ میلادی، هاداک^۳ (۲۰۱۶) به تخمین تمایل به پرداخت برای بهبود ایمنی راه‌ها پرداخت. در این پژوهش از جامعه آماری بالای ۱۸ سال در سال ۲۰۱۲ میلادی استفاده شد و ۲۲۱۶ نفر به‌صورت تلفنی موردپرسش قرار گرفتند. مطالعه موردی در شهر لیون فرانسه بود و این مطالعه بر اساس رویکرد ارزش‌گذاری مشروط در قالب روش تمایل به پرداخت به کاهش تصادفات ترافیکی می‌پردازد. پرسشنامه‌ها شامل ۵ سؤال اصلی بوده که شامل تجربه‌ی شخص در تصادفات ترافیکی، رفتار رانندگی و درک خطر تصادفات ترافیکی، استفاده از مفاهیم حمل‌ونقل، مشخصات

1. Mofadal et al

2. Bahamonde-Birke et al

3. Haddak

کلی اجتماعی - اقتصادی و تمایل به پرداخت به کاهش خطر خسارات غیرفوتی مبتنی بر تصادفات ترافیکی می‌شود. در این مطالعه، از مدل‌های لجیت و تویت برای تخمین فاکتورهای مؤثر بر روش تمایل به پرداخت استفاده شد. در بین عوامل مؤثر، تجربه تصادفات ترافیکی، یک نقش بسیار مهم را بازی می‌کند و تأثیر زیادی روی خسارات غیرفوتی دارد. افراد جوان تمایل بیشتری به ایمنی راه‌ها و بهبود آن‌ها دارند. این مطالعه بر اساس تئوری اقتصادی پیش‌بینی‌شده، ارتباط بین سطوح درآمد و تمایل به پرداخت را نشان داده است.

یانگ و همکارانش^۱ (۲۰۱۶) به تخمین ارزش اجتماعی عمر آماری با استفاده از روش تمایل به پرداخت در شهر ناجینگ چین پرداختند و از یک مطالعه ترجیح بیانی برای تعیین تمایل به پرداخت برای کاهش خطر استفاده کردند. برای دو گروه از جامعه مورد مطالعه، از مدل‌های لجیت باینری و لجیت ترکیبی استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل لجیت ترکیبی می‌تواند برای ثابت کردن ضرایب مدل لجیت باینری مورد استفاده قرار گیرد. فاکتورهای مؤثر بر تمایل به پرداخت افراد در کاهش خطر شامل درآمد، تحصیلات، جنسیت، سن، اشتغال، کاهش در نرخ مرگ‌ومیر و تغییر در هزینه سفر بودند. روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای تولید توزیعات ارزش آماری عمر استفاده شد. نیرومند و همکارانش^۲ (۲۰۱۷) به تخمین ارزش عمر، خسارت و زمان سفر ذخیره‌شده با استفاده از چهارچوب ترجیح بیان‌شده پرداختند. در این پژوهش به ارائه یک روش انتخاب بیان‌شده برای شناخت ترجیحات و تعامل رانندگان خودروها در شمال قبرس برای بهبود زمان سفر، هزینه‌های سفر و ایمنی پرداخته شد. برای مدل انتخاب مسیر از مدل‌های لجیت ترکیبی برای تعیین محدوده ویژگی‌های مسیرها که کاربران انتخاب می‌کنند، استفاده شد. این تخمین‌ها برای تعیین

1. Yang et al

2. Niroomand et al

برآورد هزینه سوانح ترافیکی با به‌کارگیری روش تمایل به پرداخت در رانندگان وسایل نقلیه

تمایل به پرداخت افراد برای اجتناب از خسارات و مرگ‌ومیرها و ذخیره زمان سفر انجام گرفت. سپس به استفاده از نتایج برای تعیین تخمین‌های گسترده ارزش آماری عمر ذخیره‌شده و ارزش خسارت جلوگیری‌شده و ارزش هر ساعت زمان سفر ذخیره‌شده پرداخته شد. در جدول ۱، جمع‌بندی و مقایسه نتایج کارهای انجام‌شده در رابطه با روش تمایل به پرداخت بر مبنای رویکرد ارزش‌گذاری مشروط ارائه شده است.

جدول ۱. جمع‌بندی و مقایسه نتایج کارهای انجام‌شده در رابطه با روش تمایل به پرداخت در برآورد هزینه سوانح ترافیکی

عنوان پژوهش	نویسندگان	سال	نتایج مطالعه
برآورد هزینه سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از روش تمایل به پرداخت	عینی و همکاران	۱۳۹۳	تعیین هزینه ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل وایبول و با روش تمایل به پرداخت معادل ۱۱۷۱/۵ هزار میلیارد ریال برای مجموع موارد فوت و جرح.
محااسبه هزینه فوت و جرح ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل بیزی به روش تمایل به پرداخت	عینی و همکاران	۱۳۹۶	تمایل به پرداخت با سن، درآمد متوسط و بالا، لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافرکش و سرنشین در ارتباط معنادار بود.
Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment	هنشر و همکاران	۲۰۰۹	این پژوهش، چهارچوبی را توسعه می‌دهد که منجر به شناخت ناهمگونی درجات ترجیحات افراد در تمایل به پرداخت شامل رانندگان یا مسافران (کاربران راه) می‌شود.
Willingness to pay for private and public road safety in stated preference studies: why the difference?	سونسون و یوهانسون	۲۰۱۰	بر اساس رویکرد ترجیح بیانی برای نشان‌دادن تمایل به پرداخت، کاهش خطر شخصی سه برابر بیشتر در مقایسه با کاهش خطر عمومی ارزش داشته است.
Analysis of Costs of Motorcycle Accidents in Thailand by Willingness-to-Pay Method	چاتورابونگ و همکاران	۲۰۱۱	ارزش آماری عمر در محدوده ۰/۱۷ میلیون دلار تا ۰/۲۱ میلیون دلار قرار داشت. عوامل سن، جنسیت، وضعیت اشتغال، درآمد و کلاه ایمنی، پارامترهای مؤثری بودند که تمایل به پرداخت موتورسیکلت‌سواران برای کاهش خطر مرگ‌ومیر را تحت تأثیر قرار می‌دادند.
Deriving Accident Costs using Willingness-to-Pay Approaches-A Case Study for Singapore	لی و همکاران	۲۰۱۱	یک بررسی میدانی را بیان می‌کند که بیش از ۴۰۰۰ پرسش‌شونده سئنگاپوری را شامل می‌شود؛ روش‌های ارزش‌گذاری مشروط و ترجیح بیان‌شده نشان داد که هزینه‌های تصادفات در مفاهیم سفرهای شهری، کاربردی و مفید هستند.
The application of contingent valuation surveys to obtain willingness to pay data in road safety research: methodological review and recommendations	ساکاشیتا و همکاران	۲۰۱۲	به بررسی چالش‌های موجود در روش‌های تمایل به پرداخت به‌ویژه برای ایمنی راه پرداخته شد و متدولوژی و محدودیت‌های روش CV در ایمنی راه تشریح شد.

با استفاده از رویکرد ترجیح بیان‌شده به جمع‌آوری داده‌ها در مورد درک خطر از ۵ فاکتور رفتاری پرداخته شد. ۷۷ نفر به صورت آنلاین از دانشگاه گرانا اسپانیا مورد پرسش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قوانین و رانندگی افراد، فاکتورهای مؤثری بر درک خطر توسط رانندگان هستند.	۲۰۱۴	ماکادو و همکاران	A stated preference experiment for understanding drivers' risk perception
تمایل به پرداخت برای عابران پیاده سودانی برای کاهش خطر کشته‌شدن، توسط عواملی چون سن، درآمد، خانوار، سطح تحصیلات، درک ایمنی و متوسل زمان سپری کردن در فعالیت‌های اجتماعی با خانواده و افراد جامعه افزایش می‌یابد.	۲۰۱۵	مفادل و همکاران	Analysis of pedestrian accident costs in Sudan using the willingness-to-pay method
به تعیین ارزش آماری عمر در مفهوم ایمنی راه با انجام مطالعه مروری پرداختند و این پژوهش به ارائه روش‌های انتخاب بیان‌شده و ارزش آماری عمر و غیره در روش تمایل به پرداخت منجر شد.	۲۰۱۵	باهموند بریک و همکاران	The value of a statistical life in a road safety context—a review of the current literature
در بین عوامل مؤثر، تجربه تصادفات ترافیکی، نقشی بسیار مهم و تأثیر زیادی روی خسارات غیرفوتی دارد. افراد جوان تمایل بیشتری به ایمنی راه‌ها و بهبود آن‌ها دارند. این مطالعه بر اساس تئوری اقتصادی پیش‌بینی‌شده، ارتباط بین سطوح درآمد و تمایل به پرداخت را به نشان داده است.	۲۰۱۶	هاداک	Estimating the willingness-to-pay for road safety improvement
مدل لوجیت ترکیبی برای ثابت کردن ضرایب مدل لوجیت باینری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. فاکتورهای مؤثر بر تمایل به پرداخت افراد در کاهش خطر شامل درآمد، تحصیلات، جنسیت، سن، اشتغال، کاهش در نرخ مرگ‌ومیر و تغییر در هزینه سفر بودند. از روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای تولید توزیعات ارزش آماری عمر استفاده شد.	۲۰۱۶	یانگ و همکاران	Estimation of social value of statistical life using willingness-to-pay method in Nanjing, China
به ارائه یک روش انتخاب بیان‌شده برای شناخت ترجیحات و تعامل رانندگان خودروها در شمال قبرس برای بهبود زمان سفر، هزینه‌های سفر و ایمنی پرداخته شد. برای مدل انتخاب مسیر از مدل‌های لوجیت ترکیبی برای تعیین محدوده ویژگی‌های مسیرها که کاربران انتخاب می‌کنند، استفاده شد. این تخمین‌ها برای تعیین تمایل به پرداخت افراد برای اجتناب از خسارات و مرگ‌ومیرها و ذخیره زمان سفر انجام گرفت.	۲۰۱۷	نیرومند و همکاران	Estimating the value of life, injury, and travel time saved using a stated preference framework

روش پژوهش

روش مطالعه این پژوهش، مطالعه توصیفی برآورد هزینه ناشی از سوانح ترافیکی با استفاده از روش تمایل به پرداخت است. جامعه آماری آن، کلیه رانندگان وسایل نقلیه شهر تهران هستند. در این مطالعه، نمونه‌های مورد بررسی به شکل تصادفی از بیسن رانندگان وسایل نقلیه انتخاب شده و در قالب پرسشنامه‌ای، مورد پرسش قرار گرفتند.

پرسشنامه طرح شده به‌همراه سناریوی رانندگان وسایل نقلیه جمع‌آوری شد. در نهایت برای هر راننده وسایل نقلیه، مدلی ارائه شد تا به تعیین هزینه‌های تصادفات در شبکه‌های شهری منجر شود.

نمونه‌گیری از جامعه آماری به صورت تصادفی و از بین تمامی رانندگان وسایل نقلیه انجام شد. داده‌های موردنیاز از رانندگان محدوده تقاطع‌ها و میدان‌های پرتردد شهر تهران جمع‌آوری گردید. با توجه به تصادفات منجر به فوت ناشی از تصادفات ترافیکی و سوانح رانندگی و بر اساس گزارش جهانی ایمنی راه سال ۲۰۱۵ میلادی که برای ایران استخراج شده است، سهم رانندگان وسایل نقلیه ۳۰ درصد بوده است. با توجه به حجم نمونه در مطالعات مشابه و همچنین عدم پاسخ‌گویی کامل برخی از افراد جامعه آماری، تعداد ۱۰۰۰ نمونه بر اساس درصد‌های فوق جمع‌آوری شد که با حذف موارد عدم پاسخ‌گویی مناسب، تعداد مطلوبی پاسخ به دست آمد. پرسشنامه استاندارد برای روش تمایل به پرداخت با در نظرگیری خطرهای موجود در کشور، تهیه و روایی و پایایی آن تعیین گردید. معیار ورود به مطالعه، داشتن حداقل تحصیلات دبیرستانی و محدوده سنی ۱۸ تا ۶۵ سال بود.

متغیرهای پژوهش شامل مشخصات فردی مانند سن، جنسیت، میزان تحصیلات، شغل، میزان درآمد، هزینه استفاده از وسایل نقلیه، دارا بودن وسایل نقلیه، استفاده یا عدم استفاده از کلاه ایمنی، داشتن سابقه تصادفات رانندگی، هزینه رفت و آمد ماهیانه، هزینه سوانح ترافیکی رانندگان وسایل نقلیه و نوع وسیله نقلیه و کیلومتر سفر است. در این بخش با توجه به پرسشنامه طرح شده، تعداد ۸۴۶ پرسشنامه به صورت کامل پر شد.

مدل‌های رگرسیون لجستیک می‌توانند برای دسته‌بندی متغیرهای پاسخ دوتایی مانند متغیرهایی با دو جواب مورد استفاده قرار گیرند. همچنین می‌توان آن‌ها را برای متغیرهای پاسخ با ۲ طبقه بندی (۲ می‌تواند بزرگ‌تر از ۲ باشد) نیز مورد استفاده قرار

داد. به دلیل اینکه در این پژوهش، متغیر پاسخ به صورت اسمی (و نه ترتیبی) است، مدل لجستیک تعمیم یافته، مدل مناسب تری است. این مدل ها، $r=1$ مدل لجیت را برای متغیرهای پاسخ قالب بندی می کنند تا بتوانند هر کدام از طبقه بندی های متغیر پاسخ را با طبقه بندی مرجع مقایسه نمایند.

در مدل های رگرسیون لجستیک، آماره والد، معنی دار بودن حضور هر متغیر مستقل در معادله را نشان می دهد. مقدار آماره والد از رابطه ۱ محاسبه می شود.

$$wald(x_i) = \left[\frac{\beta_i}{S.E.\beta_i} \right]^2 \quad (1)$$

که در رابطه فوق، β_i ضریب متغیر x_i و S.E. خطای استاندارد آن است.

در واقع آماره والد، فرض صفر مبنی بر صفر بودن ضرایب رگرسیون (β ها) را برای یک متغیر مستقل در مدل می آزماید. در صورت رد این فرض در سطح اطمینان مورد نظر ($sig < 0/05$)، می توان گفت که حضور متغیر مستقل مورد نظر در مدل معنی دار است. توزیع آماره والد مطابق توزیع کای دو^۱ با درجه آزادی، برابر تعداد سطوح متغیر منهای یک برای هر متغیر و برابر یک برای هر سطح متغیر می باشد. معنی داری آماره والد از طریق مقایسه مقدار آن با توزیع کای دو برای هر متغیر و سطوح آن به دست می آید.

در رگرسیون لجستیک، برای تعیین میزان تأثیر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته، از آماره های به نام نسبت بخت ها (OR) استفاده می شود. نسبت بخت ها، در واقع نسبت دو بخت به همدیگر است و به معنای نسبت احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه اول به احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه دوم می باشد؛ به عبارت دیگر، نسبت بخت ها نشان دهنده یک واحد تغییر در بخت های وقوع یک پیامد به ازای یک واحد تغییر در متغیر مستقل است. از این رو

1. Chi-Square

در رگرسیون لجستیک، نسبت بخت‌ها را می‌توان معادل ضریب β_1 در رگرسیون خطی دانست که بر اساس فرمول زیر و از طریق تقسیم دو بخت بر همدیگر به صورت رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$OR = \frac{\frac{P_1}{1-P_1}}{\frac{P_2}{1-P_2}} \quad (2)$$

که در آن، P_1 برابر احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه اول و P_2 احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه دوم است. در مدل‌های رگرسیون لجستیک، نسبت بخت‌ها برای هر متغیر برابر با $\text{Exp}(\beta_1)$ می‌باشد.

از آنجایی که در مدل رگرسیون لجستیک، متغیر وابسته دارای دو مقدار ۰ و ۱ می‌باشد، نمی‌توان از روش حداقل مربعات^۱ به منظور برآورد ضرایب مدل استفاده کرد. از این رو از روش حداکثر درست‌نمایی^۲ به منظور برآورد تابعی که بیشترین توانایی در پیش‌بینی احتمال متغیر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل را داشته باشد، استفاده می‌شود. آزمون ضریب درست‌نمایی بر اساس ضریب $-2LL$ است. بر اساس این ضریب می‌توان معنی‌داری تفاوت بین مدل ساخته‌شده و مدل پایه را که در آن، فقط مقدار ثابت وجود دارد، بررسی کرد. در صورتی که برابری بین دو مدل در سطح اطمینان ۰/۰۵ و یا کمتر معنی‌دار نباشد، مدل پایه قابلیت پیش‌بینی احتمالات را دارد و هیچ‌یک از متغیرهای مستقل، اثری در احتمال متغیر وابسته ندارند.

از آنجایی که در رگرسیون لجستیک، محاسبه دقیق مقدار ضریب تعیین دشوار است؛ بنابراین از ضرایب تعیین‌شده پزودو به منظور نشان دادن اینکه متغیرهای مستقل تا چه میزان توانسته‌اند واریانس متغیر وابسته را تبیین کنند، استفاده می‌شود. تعداد ضرایب

1. Least Squares
2. Maximum Likelihood (ML)

تعیین پژوهی بسیار زیاد است؛ اما دو ضریب شناخته شده تر از بین آن‌ها، ضرایب تعیین کاکس و نل^۱ و ضریب تعیین نیجل کرک^۲ می‌باشند. ضریب تعیین کاکس و نل از رابطه^۳ محاسبه می‌شود.

$$R_{C\&C}^2 = 1 - \exp\left(-\frac{2}{n} \left(LL(B) - LL(0) \right) \right) \quad (3)$$

که در این رابطه، n برابر با حجم نمونه، LL(B) برابر با لگاریتم حداکثر درست‌نمایی برای مدل و LL(0) برابر لگاریتم درست‌نمایی در حالت فرض صفر (همه ضرایب مدل برابر با صفر) می‌باشد. حداکثر مقدار این ضریب کوچک‌تر از یک است و قضاوت قطعی را نمی‌توان با توجه به این ضریب انجام داد. به این جهت، ضریب تعیین نیجل کرک معرفی شد که در واقع اصلاح شده این ضریب بوده و مقدار آن بین صفر و یک تغییر می‌کند. ضریب تعیین نیجل کرک مطابق رابطه^۴ می‌باشد.

$$R_N^2 = \frac{R_{C\&C}^2}{1 - \exp\left(2 \binom{-1}{N} LL(0)\right)} \quad (4)$$

پارامترهای استفاده شده در این رابطه مطابق رابطه اخیر می‌باشند. مقادیر ضریب تعیین نیجل کرک بین صفر و یک تغییر کرده و مقادیر بالاتر از ۰/۱۵ برای این ضریب، نشان‌دهنده برازش قابل قبول مدل می‌باشد.

1. Cox and Snell R Square
2. Nagelkerke R Square

یافته‌های پژوهش

تحلیل توصیفی داده‌ها

با توجه به پرسش‌های انجام‌شده از افراد، میانگین سنی پرسش‌شوندگان ۳۰ سال است. مردان ۸۸/۵ درصد و زنان ۱۱/۵ درصد از کل جمعیت موردبررسی را تشکیل داده و بُد خانوار به‌صورت متوسط ۵ نفر بوده است. در حدود ۷۸/۳ درصد از جمعیت موردبررسی، پیشینه تصادف داشته‌اند. نسبت ۵۰ درصد جمعیت دارای ليسانس و ۴۲/۳ درصد فوق‌لیسانس و ۷/۷ درصد هم دیپلم هستند. همچنین در حدود ۸۴/۶ درصد از جمعیت مورد مطالعه، مجرد و در حدود ۱۵/۴ درصد افراد متأهل بوده‌اند. علاوه‌براین می‌توان دریافت که ۱۱/۵ درصد شغل آزاد، ۵۳/۸ درصد کارمند و ۳۴/۶ درصد دانشجو هستند.

به‌صورت ماهیانه، میانگین پرداخت جمعیت موردبررسی برای رفت‌وآمدهای ماهانه معادل ۲۵۵،۵۵۰ تومان بوده و حداقل آن ۴۰ هزار تومان و حداکثر آن ۱ میلیون تومان بوده است. در حدود ۷۲ درصد از افراد جمعیت موردبررسی با هدف تجارت و کسب درآمد و شغل خود به سفر می‌پردازند و ۲۸ درصد نیز برای تحصیل اقدام به سفر می‌کنند. هزینه نگهداری وسیله نقلیه در جمعیت موردبررسی نشان داد که هزینه بیمه، بالاترین مقدار را داشته و همچنین کمترین میزان در هزینه عوارضی بوده است. هزینه وام و تعمیر و سوخت بعد از هزینه بیمه، میزان بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند.

نیمی از افراد با شدت سانحه منجر به جرح، به‌صورت سرپایی درمان و نیمی دیگر در بخش ویژه یا همان اورژانس پذیرش شده بودند. در حدود ۳۹/۱ درصد از جمعیت موردبررسی، بیمه عمر داشته و از طرفی ۵۲/۲ درصد از جمعیت موردبررسی دارای بیمه تکمیلی بودند.

تمامی جمعیت موردبررسی گواهینامه رانندگی داشته و ۸۱/۸ درصد از افراد جمعیت از کمر بند ایمنی استفاده می‌کردند. به منظور ارتقای ایمنی و کاهش خطر نیاز است تمایل به پرداخت برای ایمنی بیشتر خانواده‌های جمعیت موردبررسی را موردپرسش قرار داد که با پرسش انجام شده، به صورت میانگین ۷۰۰ هزار تومان بابت این امر تمایل به پرداخت نشان داده شد و حداقل آن ۱۰ هزار تومان و حداکثر آن ۳ میلیون تومان بود. این مورد، جزو ارکان ترجیح آشکار است. همچنین نتایج نشان داد که پرداخت به ایمنی از مواردی همچون تمایل به پرداخت روزانه بیشتر است. علاوه بر این، پرسش دیگری در رابطه با ارزش زمان سفر بر اساس هریک از وسایل نقلیه به شرح جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. وضعیت ارزش زمان سفر در یک دقیقه برای رانندگان انواع وسیله نقلیه در جمعیت موردبررسی برحسب تومان

نوع وسیله نقلیه	میانگین	حداقل	حداکثر
سواری	۳۷۸	۰	۱۰۰۰
اتوبوس	۱۴۲	۰	۱۰۰۰
تاکسی	۲۴۵	۰	۳۰۰۰

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده، میانگین ارزش زمان در یک دقیقه برای جمعیت موردبررسی در سواری بالاترین میزان و معادل ۳۷۸ تومان را داشته و در اتوبوس کمترین میزان و معادل ۱۴۲ تومان را به خود اختصاص داده است. علاوه بر ترجیح آشکار، ارزش‌گذاری مشروط در کاهش خطر در جمعیت موردبررسی با سؤالی همراه بود که نتایج آن به شرح جدول ۳ به دست آمده است.

جدول ۳. وضعیت اجزای ارزش‌گذاری مشروط در کاهش خطر در جمعیت موردبررسی برحسب تومان

رده تمایل به پرداخت	میانگین	حداقل	حداکثر
پرداخت روزانه	۲۵,۳۲۱	۰	۴۵,۰۰۰
کاهش ۵۰ درصدی	۴۷۵,۱۱۱	۰	۱,۰۰۰,۰۰۰
کاهش ۲۰ درصدی	۱۷۲,۹۴۴	۰	۱,۰۰۰,۰۰۰
تمایل به پرداخت رانندگان	۴۹۴,۷۳۶	۰	۲,۰۰۰,۰۰۰

برآورد هزینه سوانح ترافیکی با به‌کارگیری روش تمایل به پرداخت در رانندگان وسایل نقلیه

با توجه به جدول ۳ می‌توان دریافت که تمایل به پرداخت رانندگان بین سایر موارد پرداخت، بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده است؛ درحالی‌که پرداخت روزانه، کمترین مقدار را دارد. به‌منظور تعیین اجزای روش ترجیح بیان‌شده، موارد استخراج‌شده از پرسشنامه به شرح جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. اجزای ترجیح بیان‌شده در کاهش خطر در جمعیت موردبررسی

پارامتر ترجیح بیان‌شده	میانگین	حداقل	حداکثر
تعداد روزهای کاری	۶	۱	۷
تعداد ساعات کار در روز	۹	۲	۱۴
کیلومتر سفر در روز	۵۰	۲	۱۰۰
پرداخت عوارض به‌صورت ماهیانه	۵۶۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰۰
مدت‌زمان پیاده‌روی	۱۰	۵	۳۰
مدت‌زمان اتلاف وقت	۱۲	۳	۳۰
طول کل سفر (دقیقه)	۸۰	۱۰	۱۵۰
کرایه روزانه (تومان)	۴۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰۰
طول مدت رفتن به مقصد	۴۵	۱۵	۱۵۰
طول مدت برگشت از مقصد	۴۵	۱۵	۱۵۰
ترجیح به روانی ترافیک (درصد)	۲۰	۰	۴۰
پرداخت در موقع انسداد مسیر (درصد)	۱۰	۰	۳۰
پرداخت بیشتر برای نداشتن ترافیک (درصد)	۳۵	۰	۱۰۰
هزینه کاهش زمان در سفر (تومان)	۱۸۰۰	۰	۲۰۰۰
زمان گذشته از آخرین تصادف (ماه)	۲۰	۱	۱۰۰
طول درمان تصادف (ماه)	۴	۰	۱۵

در جدول ۵، تمایل به پرداخت در کاهش خطر با روش ارزش‌گذاری مشروط برحسب رانندگان وسایل نقلیه در جمعیت موردبررسی ارائه شده است.

جدول ۵. تمایل به پرداخت در کاهش خطر با روش ارزش‌گذاری مشروط برای رانندگان وسایل نقلیه در جمعیت موردبررسی (برحسب تومان)

پرداخت روزانه برای کاهش خطر	کاهش ۵۰ درصد خطر	کاهش ۲۰ درصد خطر	تمایل به پرداخت در کاهش
مصدومیت	مرگ	مرگ	مرگ
۵۰۰،۵۷۰	۱۷۲،۲۴۲	۳۴۴،۷۸۷	۲،۸۵۲

جدول ۵ نشان می‌دهد که میانگین تمایل به پرداخت در پرداخت روزانه برای کاهش مصدومیت در رانندگان، از دیگر کاهش‌های ۵۰ و ۲۰ درصدی و همچنین

کاهش مرگ بالاتر است. این مورد نشان می‌دهد که افراد جمعیت مورد بررسی فقط می‌خواهند برای مصدومیت‌ها هزینه کنند و درک بالایی از خطر منجر به مرگ نداشته‌اند.

یافته‌های مربوط به ارزش آماری زندگی

ارزش آماری زندگی، مؤلفه مهمی در پژوهش‌های تمایل به پرداخت بوده و ارزش آماری زندگی که برای یک مورد مرگ بر اساس میانگین تمایل به پرداخت رانندگان و برحسب میزان کاهش خطر مرگ از ۲۶/۵ در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت به نصف آن کاهش یابد، ۲۹/۶ میلیارد ریال برآورد گردید. براین اساس برای کل تلفات ترافیکی، رقم کل ۶۰۳/۵ هزار میلیارد ریال به دست آمده است. این مقدار برای مصدومیت با توجه به میانگین پرداخت روزانه برای ۲۵۰ روز کاری برای هر مصدومیت، معادل ۳/۶ میلیارد ریال می‌شود و با توجه به تعداد موارد مصدومیت حدود ۳۱۹ هزار نفر در سال، مقدار ۱۱۵۳/۷ هزار میلیارد ریال به دست می‌آید.

در مجموع موارد مرگ و مصدومیت به مقدار ۱۷۵۷/۲ هزار میلیارد ریال می‌رسد. براین اساس و با توجه به آمار و اطلاعات موجود، در حدود ۶/۴۶ درصد از درآمد ناخالص ملی مربوط به هزینه سوانح ترافیکی است که در این سوانح از بین می‌رود. این در حالی است که در مطالعه حاضر، مقدار ارائه شده بر اساس روش تمایل به پرداخت هزینه موارد مرگ و میر و مصدومیت ناشی از سوانح ترافیکی است و اگر به درصد‌های ارائه شده در مطالعات آیتی توجه شود، هزینه سوانح ترافیکی مجموع هزینه‌های موارد مرگ و مصدومیت ۶۱/۲ درصد و سایر هزینه‌ها شامل اوقات تلف شده ۱/۵ درصد، خسارات به وسایل نقلیه ۱۷/۴ درصد، کاهش ظرفیت عملکردی مجروحان، اختلال در جامعه و محل کار در جایگزینی افراد ۵ درصد، خسارات وارده به اشیاء معادل ۱ درصد و هزینه اداری پلیس و بیمه، قوه قضائیه، پزشکی قانونی ۱۳/۷ درصد و هزینه‌های اصلاحی ۰/۲ درصد و در کل ۳۸/۸ درصد

است. با توجه به سهم ۶ درصدی هزینه سوانح ترافیکی در ایران در سال ۱۳۹۵، نتایج حاصل از تمایل به پرداخت به میزان حدود ۷ درصد تولید ناخالص ملی می‌شود. این مورد نشان‌دهنده گزارش‌دهی بالاتر روش تمایل به پرداخت می‌باشد که امری طبیعی است و این روش معمولاً مقداری بیشتر از روش سرمایه انسانی را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از مدل‌سازی آماری برای رانندگان

این بخش شامل مدل برآورد هزینه ناشی از سوانح ترافیکی برای رانندگان وسایل نقلیه با استفاده از روش تمایل به پرداخت می‌شود. در مدل‌های آماری، اگر متغیرها دارای سطح معناداری مناسب ($sig < 0/05$) نباشند، از مدل حذف می‌شوند و براین‌اساس در این بخش از پژوهش، تنها متغیرهای دارای سطح معناداری در مدل ارائه شده است. مؤلفه‌های مدل آماری در جدول ۶ برای رانندگان ارائه شده است. مدل کلی برای رانندگان نیز به شرح رابطه ۵ است.

جدول ۶. ضرایب و سطح معنایی برای متغیرها و تعاملات معنی‌دار آن‌ها برای رانندگان

B	Std. Error	Wald	Sig.	OR (Exp(B))	۹۵ درصد حد پایین	۹۵ درصد حد بالا	Category	متغیر
۴۲۸/۰	۱۸۲/۰	۵۳۰/۵	۰۰۱/۰	۵۳۴/۱	۰۲۱/۰	۹۴۳/۱	مرد	جنسیت
-۰/۴۸۶	۱۸۰/۰	۲۹۰/۷	۰۰۰/۰	۶۱۵/۰	۰۱۰/۰	۷۶۹/۴	مینی‌بوس	وسیله نقلیه
۴۹۸/۰	۰۶۲/۰	۵۱۷/۶۴	۰۰۱/۰	۶۴۵/۱	۰۱۱/۰	۲۰۹/۲	متوسط	لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ
۰۸۵/۰	۰۱۸/۰	۲۹۹/۲۲	۰۰۰/۰	۰۸۹/۱	۰۱۸/۰	۲۰۹/۴		لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان
۰۳۱/۰	۰۰۷/۰	۱۸۶/۰	۰۰۰/۰	۰۳۱/۱	۰۰۹/۰	۲۰۹/۱		لگاریتم پرداخت بیشتر برای ترافیک کمتر

$$LN (Cost) = ۰/۴۲۸jensiat - ۰/۴۸۶vehicles + ۰/۴۹۸Log(pardakhtkاهش) + ۰/۰۸۵Log(pardakhtzaman) + ۰/۰۳۱ Log(pardakhttraffice)$$

از جدول ۶ می‌توان نتایج را برای هریک از متغیرهای مستقل مؤثر در هر دسته به صورت زیر مورد بحث و تحلیل قرار داد:

جنسیت: ضریب این متغیر مثبت است. نتایج نشان می‌دهد که در هزینه‌های رانندگان، احتمال ایجاد تصادف فوتی نسبت به جرحی در حدود ۱/۵۳۴ برابر می‌باشد (OR=۱/۵۳۴).

وسیله نقلیه: ضریب این متغیر در مدل منفی است. نتایج نشان می‌دهد که برای رانندگان این گروه، احتمال ایجاد تصادف جرحی نسبت به فوتی در حدود ۱/۶۲۶ برابر است (OR=۱/۶۲۶).

لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ: ضریب این متغیر مثبت است. نتایج نشان می‌دهد که در هزینه‌های سرنشینان، احتمال ایجاد تصادف منجر به مرگ و میر نسبت به منجر به مصدومیت در حدود ۱/۶۴۵ برابر است (OR=۱/۶۴۵).

لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان: ضریب این متغیر مثبت است. نتایج نشان می‌دهد که در هزینه‌های سرنشینان، احتمال ایجاد تصادف فوتی نسبت به جرحی در حدود ۱/۰۸۹ برابر می‌باشد (OR=۱/۰۸۹).

لگاریتم پرداخت بیشتر برای ترافیک کمتر: ضریب این متغیر مثبت است. نتایج نشان می‌دهد که در هزینه‌های سرنشینان، احتمال ایجاد تصادف فوتی نسبت به جرحی در حدود ۱/۰۳۱ برابر است (OR=۱/۰۳۱).

نتایج ارزیابی و اعتبارسنجی مدل

جدول ۷، نتایج مربوط به دو آماره لگاریتم درست‌نمایی و ضرایب تعیین پزودو (شامل ضریب تعیین کاکس و اسنل و ضریب تعیین نیجل کرک) را نشان می‌دهد.

هرچقدر مقدار آماره لگاریتم درست‌نمایی کمتر باشد، نشان‌دهنده توانایی مدل در پیش‌بینی واریانس متغیر وابسته است. مقادیر ضرایب تعیین‌پزودو بین صفر و یک تغییر کرده و مقادیر بالاتر از ۰/۱۵ برای این ضرایب، نشان‌دهنده برازش قابل قبول مدل است.

جدول ۷. نتایج مربوط به دو آماره لگاریتم درست‌نمایی و ضریب تعیین‌پزودو

Nagelkerke R Square	Cox & Snell R Square	-2 Log Likelihood
۴۱۲/۰	۳۹۳/۰	۰۲۸/۸۷۷

از آنجایی که در مدل رگرسیون لجستیک، متغیر وابسته دارای دو مقدار ۰ و ۱ است، نمی‌توان از روش حداقل مربعات^۱ برای برآورد ضرایب مدل استفاده کرد. از این رو از روش حداکثر درست‌نمایی^۲ به منظور برآورد تابعی که بیشترین توانایی در پیش‌بینی احتمال متغیر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل را داشته باشد، استفاده می‌شود. مقادیر ضریب تعیین نیجل کرک بین صفر و یک تغییر کرده و مقادیر بالاتر از ۰/۱۵ برای این ضریب نشان‌دهنده برازش قابل قبول مدل می‌باشد. ضرایب کاکس و اسنل با مقدار ۰/۳۹۳ و نیجل کرک با ۰/۴۱۲ نشان می‌دهند که میزان پیش‌بینی مدل از لحاظ تبیین و پیش‌بینی متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل به این میزان ارائه شده‌اند.

نتیجه‌گیری

میزان تمایل به پرداخت متأثر از سن، درآمد، پرداخت روزانه برای کاهش خطر مرگ‌ومیر و جراحات، تمایل به پرداخت رانندگان وسایل نقلیه برای کاهش زمان سفر در این پژوهش بود. هزینه سوانح ترافیکی نیز در حدود ۷ درصد درآمد ناخالص ملی را شامل شد. آمار نشان می‌دهد که این میزان از آمارهای جهانی بیشتر است و نشان

1. Least Squares

2. Maximum Likelihood (ML)

می‌دهد که هنوز نیاز به انجام اقدامات اصلاحی جهت کاهش مرگ‌ومیر و بهبود وجود دارد و نیاز است تا تخصیص منابع برای این اقدامات به‌درستی انجام گیرد. نتایج پژوهش حاضر که برای تعیین ارزش آماری زندگی افراد جامعه نیز انجام گرفت، می‌تواند اهمیت هرچه بیشتر ارزش زندگی هر فرد را نشان داده و دید بهتری به سیاست‌گذاران در این حوزه دهد.

پیشنهاد می‌شود که دو روش مدل سرمایه انسانی و روش تمایل به پرداخت را به صورت یک‌جا تحلیل کرده و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شود. همچنین از روش تمایل به پرداخت با توجه به داده‌های پزشکی قانونی و پروژه‌های پژوهشی مربوط به رشته‌های بهداشت به صورت تلفیقی با رشته حمل و نقل استفاده شود. در روش تمایل به پرداخت، درک جمعیت موردبررسی و نیز درک پاسخ خانواده به تمایل به کاهش خطر مرگ‌ومیر و خسارات، هزینه مربوطه را به وضوح منعکس خواهد کرد. در محاسبات هزینه مرگ‌ومیر و خسارات منجر به جرح می‌توان با اطمینان از روش تمایل به پرداخت در پژوهش‌های این‌چنینی استفاده نمود.

منابع

- صفارزاده، م؛ فامیلی، س؛ برزگر ملایوسفی، ع. (۱۳۹۳)، ساخت و پرداخت مدل‌های لوجیت دوگانه تغییر مسیر رانندگان در سفرهای دانشگاهی، به تفکیک هدف سفر: مطالعه موردی شهر تهران، *مجله مهندسی حمل و نقل*، ۵ (۴)، ۵۳۲-۵۲۱.
- عینی، ا؛ سوری، ح؛ گنجعلی، م؛ باغفلکی، ت. (۱۳۹۳)، برآورد هزینه سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از روش تمایل به پرداخت، *مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها*، ۲ (۳).
- عینی، ا؛ سوری، ح؛ گنجعلی، م؛ باغفلکی، ت. (۱۳۹۶)، محاسبه هزینه فوت و جرح ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل بیزی به روش تمایل به

پرداخت، مجله مهندسی حمل و نقل، ۸ (۴)، ۶۶۹-۶۵۷.

- Abdallah, N. M., El Hakim, A. S., Wahdan, A. H., & El Refaeye, M. A. (2016). Analysis of Accidents Cost in Egypt Using the Willingness-To-Pay Method. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 5(1), 10-18.
- Andersson, H. (2013). Consistency in preferences for road safety: An analysis of precautionary and stated behavior. *Research in transportation economics*, 43(1), 41-49.
- Bahamonde-Birke, F. J., Kunert, U., & Link, H. (2015). The value of a statistical life in a road safety context—a review of the current literature. *Transport Reviews*, 35(4), 488-511.
- Carlsson, F., Daruvala, D., & Jaldell, H. (2010). Preferences for lives, injuries, and age: A stated preference survey. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1814-1821.
- Chaturabong, P., Kanitpong, K., & Jiwattanakulpaisarn, P. (2011). Analysis of Costs of Motorcycle Accidents in Thailand by Willingness-to-Pay Method. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2239), 56-63.
- Dionne, G., & Lanoie, P. (2004). Public choice about the value of a statistical life for cost-benefit analyses: The case of road safety. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 38(2), 247-274.
- Haddak, M. M. (2016). Estimating the willingness-to-pay for road safety improvement. *Transportation Research Procedia*, 14, 293-302.
- Hensher, D. A., Rose, J. M., de Dios Ortúzar, J., & Rizzi, L. I. (2009). Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment. *Transportation research part A: policy and practice*, 43(7), 692-707.
- Le, H., van Geldermalsen, T., Lim, W. L., & Murphy, P. (2011, September). Deriving Accident Costs using Willingness-to-Pay Approaches-A Case Study for Singapore. In *Australasian Transport Research Forum (ATRF)*, 34th.
- Liu, W. G., & Zhao, S. C. (2011). The Value of a Statistical Life in Road Safety: Findings from a Contingent Valuation Study in Dalian, China. In *ICTIS 2011: Multimodal Approach to Sustained Transportation System Development: Information, Technology, Implementation* (pp. 1061-1067).
- Machado, J. L., de Oña, J., de Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2014). A stated preference experiment for understanding drivers' risk perception. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 162, 263-272.
- Milligan, C., Kopp, A., Dahdah, S., & Montufar, J. (2014). Value of a statistical life in road safety: a benefit-transfer function with risk-analysis guidance based on developing country data. *Accident Analysis & Prevention*, 71, 236-247.
- Mofadal, A. I., Kanitpong, K., & Jiwattanakulpaisarn, P. (2015). Analysis of pedestrian accident costs in sudan using the willingness-to-pay method. *Accident Analysis & Prevention*, 78, 201-211.
- Niroomand, N., & Jenkins, G. P. (2016). Estimating the value of life, injury, and

travel time saved using a stated preference framework. *Accident Analysis & Prevention*, 91, 216-225.

- Rizzi, L. I., & de Dios Ortúzar, J. (2003). Stated preference in the valuation of interurban road safety. *Accident Analysis & Prevention*, 35(1), 9-22.
- Sakashita, C., Jan, S., & Ivers, R. (2012, October). The application of contingent valuation surveys to obtain willingness to pay data in road safety research: methodological review and recommendations. In *Australian Road Safety Research, Policing and Education Conference*.
- Svensson, M., & Johansson, M. V. (2010). Willingness to pay for private and public road safety in stated preference studies: why the difference?. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1205-1212.
- Wilson, N., Sanchez-Riera, L., Prieto-Alhambra, D., Cooper, C., Dreinhöfer, K., Woolf, A., ... & Halbout, P. (2017). AB1102 Low bone mineral density is a major contributor in the european health burden due to road traffic accidents in people aged 50 years and above.
- Yang, Z., Liu, P., & Xu, X. (2016). Estimation of social value of statistical life using willingness-to-pay method in Nanjing, China. *Accident Analysis & Prevention*, 95, 308-316.

