مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
بهار ۱۳۹۸، دوره ۱۷، شماره اول، صفحه ٤٦- ۲۹

مقاله پژوهشی

ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر ناشی ازسوانح ترافیکی در سال ۱۳۹٦

آمینه نادری: دانشجوی دوره دکتری، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
شهرام فتاحی: دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران- نویسنده رابط: sh_fatahi@yahoo.com
سمیه اعظمی: استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/٦/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱

چکیده

زمینه و هدف: بده-بستان بین ثروت پولی و خطرات مرگبار توسط مفهوم ارزش آماری زندگی بیان می‌شود. ابزاری کارآمد که بطور گسترده برای ارزیابی پروژه‌ها و تخصیص مناسب منابع در جهت ایمنی جاده‌ای به کار می‌آید. در این راستا این مطالعه با استفاده از روش انتخاب بیان شده ارزش آماری زندگی را در جهت بهبود ایمنی جاده‌های درون شهری اردبیل برآورد کرده است.

روش کار: داده‌های این تحقیق در سال ۱۳۹٦ با استفاده از پرسشنامه از بین ۳۰۰ راننده که بنا به اهداف خاصی روزانه در سطح شهر تردد دارند، جمع‌آوری شده و نتایج مطالعه با استفاده از متد ترجیحات بیان شده و مدل لاجیت ادغامی برآورد شده است. در این راستا، ابتدا هدف مصاحبه به رانندگان توضیح داده شده و بعد از اعلام رضایت آن‌ها، مصاحبه انجام گرفته است. هم‌چنین، نویسندگان متعهد شده‌اند که اطلاعات افراد به صورت محرمانه باقی بماند.

نتایج: بر اساس نتایج، ارزش آماری زندگی و ارزش آماری مصدومیت در جهت بهبود ایمنی جاده‌های درون شهری اردبیل به ترتیب ۱۰۷۷۵۵۱۰۰۰ و ۱۱۷۸۵۷۰ ریال برآورد شده است. هم‌چنین، افراد ثروتمندتر، مسن‌ترو دارای تحصیلات دانشگاهی تمایل بیشتری برای پرداخت هزینه در جهت بهبود ایمنی جاده‌ای دارند.

نتیجه گیری: یکی از راهکارها برای سرمایه‌گذاری اقتصادی در بهبود ایمنی جاده می‌تواند اجرای طرح‌های پژوهشی مشترک با سایر نهادها و استفاده از تجربیات دیگر کشورهای موفق در این زمینه باشد و نیز پروژه‌های بهبود ایمنی به منظور افزایش جذب سرمایه می‌توانند افراد ثروتمندتر را هدف بگیرند.

واژگان کلیدی: ارزش آماری زندگی، تمایل به پرداخت، کاهش ریسک مرگ و میر، مدل لاجیت ادغامی

مقدمه

مرگ و میر ناشی از حوادث ترافیکی در ایران با بروز سالیانه ۳۲/۱ مورد در صد هزار نفر، باعث هدررفت ٦٪ از درآمد ملی می‌شود و نیز، دلیل ۵٪ از معلولیت‌ها (۱)، دومین علت مرگ و میر و اولین علت عمر به هدر رفته در کشور ما محسوب می‌شود (۲). طبق مطالعات، بیشتر تصادفات در محدوده‌های درون شهری از جمله بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی شهر رخ می‌دهد (۳) و از نظر موقعیت متوفیان حوادث ترافیکی بر اساس آمارهای سازمان پزشکی قانونی کشور، بیشترین نسبت قربانیان حوادث رانندگی، رانندگان بوده‌اند اما سهم عمده‌ای از قربانیان نیز عابران پیاده می‌باشند. نکته مهم و قابل توجه این است که با وجود روند کاهشی در تعداد مرگ‌های سرنشینان وسایل نقلیه، تعداد مرگ‌های رانندگان روند افزایشی داشته و تعداد مرگ‌های عابران دارای روند ثابتی بوده است (٤). لذا نمود این مشکل در عرصه بهداشت و سلامت در ایران یک حقیقت انکار ناپذیر بوده و زنگ خطری برای مسئولین ذیربط می‌باشد. بنابراین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

ضروریست که در زمینه‌های مختلف به منظور کاهش چنین خطراتی اقداماتی صورت گیرد و لازم است که سرمایه-گذاری‌های بهینه‌ای در این راستا انجام شود. طرح‌های سرمایه‌گذاری در بهبود ایمنی جاده‌ها، معمولا مزایایی چون صرفه جویی در زمان و کاهش تلفات را به همراه دارند و لذا برای مقایسه هزینه‌ها و منافع آن‌ها، محاسبه ارزش پولی پروژه‌ها امری ضروری است. اما بسیاری از دولت‌ها در تمامی جهان با این سوال مواجهند که: با بودجه اختصاص یافته، بهترین تخصیص منابع برای کاهش تلفات چیست؟ آیا بودجه برای کاهش تلفات ناشی از تصادفات کافیست؟ بودجه تخصیص یافته در کدام پروژه می‌بایست خرج شود؟ (۵ ، ٦).

واضح است که دولت، نقش مهمی در گسترش و توسعه سیستم حمل و نقل ایمن ایفا می‌کند که این امر مستقل از اثرات جانبی پولی و غیر پولی است. لذا، بهتر است یک پایه‌ی تصمیم گیری قوی و قابل اعتماد بر اساس ارزش پولی ایمنی جاده‌ها ایجاد شود به طوریکه ارزیابی اندازه‌گیری به طور مناسب تعریف و از نظر تجربی قابل ارزیابی باشد (۷، ۸). در این راستا، روش ارزش آماری زندگی (Value of Statistical Life (VSL در ترافیک جاده‌ای شاخصی مهم برای ارزیابی پروژه‌های ایمنی جاده است. در واقع، تعامل و بده–بستان (trade-off) بین ثروت پولی و خطرات مرگبار به طور خلاصه با مفهوم ارزش آماری زندگی بیان می‌شود که به طور گسترده برای ارزیابی سیاست‌های عمومی در زمینه‌های پزشکی، محیط زیست و ایمنی کاربرد دارد. یک مسئله‌ی کلیدی برای شروع بحث، معنای دقیق ارزش آماری زندگی است که شاید به نظر تعجب آور باشد. واقعیت این است که ما حاضریم تمامی ثروت خود را برای جلوگیری از، از دست دادن زندگی خود بپردازیم. لذا، هیچ محدودیتی در تعریف ارزش زندگی وجود ندارد. با این حال در حال حاضر، تمامی افراد ریسک می‌کنند که بخشی از آن می‌تواند توسط زمان جبران شود. وقتی که ما بخشی از ثروت خود را برای جلوگیری از خطرات کشنده صرف می‌کنیم یا حاضریم مبلغی پول در ازای قبول ریسک دریافت کنیم، در واقع به طور ضمنی معاوضه و یا به اصطلاح بده–بستان بین ثروت و احتمال ریسک مرگ و میر را تعریف کرده‌ایم. چه بخواهیم و چه نخواهیم، نسبت ثروتی که حاضریم با یک تغییر کوچک در احتمال مرگ و میر عوض کنیم به صورت واحدهای پولی (بر حسب ریال یا دلار) به ازای هر مرگ و میر، یا ارزش دلاری یا ریالی مرگ و میر بیان می‌شود که به این معاوضه اغلب ارزش آماری زندگی یا ارزش آماری جان گفته می‌شود که نقشی مهم در ارزیابی پروژه‌های ایمنی جاده، اولویت بندی پروژه‌ها و تخصیص بودجه در این زمینه دارد (٦).

لذا برای بهبود ایمنی جاده و جلوگیری از سرمایه‌گذاری کورکورانه‌ی دولت در پروژه‌های ایمنی جاده، ضروریست بررسی علمی و موجهی از پروژه‌های ایمنی جاده و چگونگی دستیابی به حفظ زندگی انسان‌ها از طریق کاهش خطرات مرگ و میر تصادفی صورت گیرد که مسئله‌ای مهم و قابل توجه برای اهل علم و فن و دولت است. در حال حاضر VSL یک شاخص و مولفه‌ی غیر قابل چشم پوشی در بررسی‌های هزینه–فایده در پروژه ایمنی جاده و اولویت بندی پروژه‌هاست. اما با وجود اهمیت این شاخص، مطالعات کمی در کشورهای در حال توسعه و به خصوص کشور ما صورت گرفته است. در این راستا، هدف مطالعه حاضر برآورد شاخص VSL در میان رانندگان خودرو در شهر اردبیل در سال ۱۳۹٦ می‌باشد؛ تا سیاست‌گذاران را در جهت بهبود ایمنی جاده‌ها، اولویت بندی درست پروژهای مربوط به ایمنی جاده و تخصیص بودجه مناسب در زمینه ایمنی جاده یاری دهد؛ چرا که اگر سیاست‌گذاری‌ها و اختصاص منابع بر اساس شواهد علمی بنا شود، می‌توان با کاهش میزان مرگ و میر و مصدومیت ناشی از سوانح ترافیکی، مبلغ هنگفتی از سرمایه کشور را ذخیره کرد. این مطالعه در ٦ بخش تهیه شده است. بعد از مقدمه، ادبیات موضوع و مقالات و مطالعات مرتبط بررسی شده است. سپس روش آماری مورد استفاده در تحقیق و مدل تحقیق معرفی شده و سپس، نتایج مدل برآوردی تحلیل شده و پیشنهادات مرتبط با نتایج ارائه شده است و

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

سرانجام، فهرست منابع مورد استفاده در تحقیق آورده شده است.

ادبیات موضوع: ارزش آماری زندگی، به صورت مجموع تمایل به پرداخت افراد Willingness to Pay (WTP) برای بهبود ایمنی و یا مجموع تمایل به پذیرش افراد Willingness to Accept (WTP)، برای جبران خسارت سطوح ریسک افزایشی محاسبه می‌شود و لذا مبنای محاسبه ارزش آماری زندگی یکی از این دو رویکرد است. تمایل به پرداخت به صورت ماکزیمم مقدار پولی که افراد حاضرند برای اجتناب از ریسک مرگ و میر یا حراحات به دلیل انجام فعالیت‌های مخاطره‌آمیز که در این مورد ترافیک جاده‌ای مد نظر ماست بپردازند، تعریف می‌شود (۹). رویکرد تمایل به پرداخت برای ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر، توسط Dreze معرفی شد. مقاله وی در فرانسه منتشر شد و این مفهوم به طور وسیعی، بعدا با مقاله Schelling، شناخته شد (۱۰).

از آنجا که کاهش ریسک مرگ و میر کالایی بازاری نیست ما مجبور هستیم برآوردی غیر بازاری برای تخمین VSL داشته باشیم. از جمله تکنیک‌های معروف در برآورد ارزش آماری زندگی، تکنیک انتخاب بیان شده Stated Preferences (SC) می‌باشد. روش SC، تستی است که در آن از افراد خواسته می‌شود بین ترکیبات مختلف جایگزین راه انتخاب کنند. لذا به طور ضمنی، SCM، رفتار واقعی مردم را نشان می‌دهد و یک روش بسیار مناسب برای ارزیابی ناملموس است (۱۱). پایه نظری مفهوم با استفاده از چارچوب مطلوبیت انتظاری توسط Mishan و Jones Lee گستردگی پیدا کرد (۹) و سپس این تکنیک، در مطالعات بسیاری توسط De Blaeij، Iraguen and Ortuzar، Hensher و همکاران. Hojman و همکاران به کار گرفته شد (۱۲). روش انتخاب بیان شده، روش نسبتا جدیدتری است که دو مزیت برقراری ارتباط ریسک آسان‌تر و ساده‌تر و نتایج برآورد قابل اعتمادتری دارد (۱۳). روش SCM، که سناریوهای فرضی را برای انتخاب به مخاطب معرفی می‌کند، به طور ضمنی تمام اطلاعات پس زمینه‌ای مورد نیاز برای تصمیم-گیری و انتخاب شامل مسیرهای جایگزین، عوارض، زمان و تصادفات و مانند این‌ها را در اختیار مخاطب قرار می‌دهد (۱٤). هدف اصلی این روش، برآورد ساختار مصرف کنندگان با تاکید بر اهمیت نسبی ویژگی‌هاست. برای دستیابی به این هدف از فرد خواسته می‌شود که یکی از چند گزینه‌ای را که در یک مجموعه انتخاب گرد آمده است را انتخاب کند و مطلوبیتی که فرد از یک گزینه خاص در یک مجموعه انتخاب به دست می‌آورد، به وسیله مطلوبیت فرد از سطوح هر یک از ویژگی‌های مورد نظر در گزینه انتخاب شده محاسبه می-شود (۱۵).

پیشینه تحقیق: در مطالعه‌ای که در فرانسه توسط Haddak و همکاران در سال ۲۰۱۰ انجام شده است به بررسی عوامل تاثیر گذار بر تمایل به پرداخت خانوارهای فرانسوی با استفاده از مدل‌های لاجیت و توبیت پرداخته شده است و نتایج مطالعه حاکی از تاثیر مثبت شدت جراحات و تجربه تصادف افراد بر تمایل به پرداخت افراد برای کاهش ریسک جراحات ناشی از تصادفات است (۱٦). یک بررسی توسط Mofadal و همکاران در سودان در سال ۲۰۱٤ برای مطالعه میزان تمایل به پرداخت عابران پیاده برای کاهش ریسک مرگ و میر نشانگر رابطه مثبت تمایل به پرداخت با سن، درآمد خانوار، سطح تحصیلات و میانگین زمان سپری شده در فعالیت‌های اجتماعی با خانواده است. این مطالعه که به دلیل آمار بالای ٤۰٪ کشته‌های تصادف از میان عابران پیاده انجام گرفته است، ارزش آماری زندگی را برای عابران پیاده در محدوده ۰/۰۱۹ تا ۰/۱۰۱ میلیون دلار برآورد کرده است (۱۷). مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۵ توسط Mohamed در کشور عربستان جهت برآورد تمایل به پرداخت و ارزش آماری زندگی، انجام گرفته است، میزان متوسط VSL را در نمونه مورد مطالعه ۳/٤ میلیون دلار و هزینه‌ی تصادفات ترافیکی شامل مرگ و میر و جراحت در حدود ٥٤/۹ میلیون دلار برآورد شده است (۱۱). در سال ۱۳۹۳ در مطالعه‌ای که در ایران توسط عینی و همکاران با استفاده از مدل وایبول (Veibul Model) انجام گرفته است، نشان داده شده که تمایل به پرداخت برای افرادی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

که برای کاهش زمان سفر پرداخت اضافه داشتند و نیز افراد با هزینه‌ی رفت و آمد بیشتر و تحصیلات بیشتر، بالاتر است. هم‌چنین، در این مطالعه، ارزش آماری زندگی برای یک فوت بر اساس میانگین تمایل به پرداخت برای کاهش ریسک مرگ و میر ۱۹۷۱۳۵۸۴۹۰۶ریال معادل ٦/٤٦٪ درآمد برآورد شده است (۲). در حالی که در مطالعه‌ای که توسط آیتی و واحدی در سال ۱۳۸٦ انجام گرفته است، هزینه سوانح ترافیکی مجموع هزینه‌های موارد فوت و جرح در ایران ٦۱/۲٪ درآمد ملی گزارش شده است (۱۸). در مطالعات گفته شده از روش ارزشگذاری مشروط برای محاسبه هزینه سوانح ترافیکی استفاده شده است.

در سال ۲۰۱۳، مطالعه‌ای که در یکی از شهرهای چین توسط Wenge و Shongchuan انجام شد برآوردی معادل ۳٦۰۰۰۰ RMB (واحد پول چین) برای VSL ترافیک جاده‌ای را نشان داده است و گزارش شده است که ارزش آماری زندگی تاثیرپذیر از ویژگی‌هایی چون درآمد ماهانه، مخارج ترافیکی، بیمه اتومبیل و پیشینه تحصیلات است (۱۹). نیرومند و همکارش در تحقیقی که در سال ۲۰۱٤ در قبرس شمالی با استفاده از مدل لاجیت انجام دادند، میزان تمایل به پرداخت افراد برای جلوگیری از مرگ و میر، جراحت و صرفه جویی در زمان را به ترتیب برابر ۷۱۷۰۰۰، ۱٦۸۸۵ و ۱۱۸۵ یورو برآورد کردند (۲۰). نتایج بررسی WTP و VSL در جاده‌های روستایی و شهری یونان در سال ۲۰۱٤ توسط Antonion ، با استفاده از مدل پروبیت نشان می‌دهد که مقادیر WTP و VSL برای جاده‌های روستایی به ترتیب، ۳/٦ و ۱/۸ برابر بیشتر از جاده‌های شهری است که از دلایل آن ناامنی و ریسک بالای تصادفات در جاده‌های روستایی ذکر شده است (۲۱). در مطالعه‌ای توسط Yang و همکاران در شهر نانجینگ چین یک بررسی در سال ۲۰۱۵، که از طریق مصاحبه چهره به چهره در ایستگاه‌ها، مراکز خرید، مدارس و پارک‌ها در محدوده‌های مختلف شهر انجام گرفت؛ نتایج مدل لاجیت مختلط بیانگر تاثیر متغیرهای درآمد، تحصیلات، جنسیت، سن و شغل بر میزان تمایل به پرداخت افراد برای کاهش ریسک است. هم‌چنین، این مقاله میانگین ارزش آماری زندگی را حدود ۷ میلیون RMB محاسبه کرده است (۵).

روش کار

طراحی پرسشنامه: از آنجایی که این مطالعه از تکنیک انتخاب بیان شده برای برآورد ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت استفاده می‌کند، می‌بایست سناریوهای فرضی در اختیار افراد قرار گیرد که افراد بتوانند برحسب شاخصه‌های متعددی چون تعداد تلفات، تعداد مجروحان، زمان و هزینه سفر و مانند این‌ها برای دو جاده فرضی، یک مسیر را برای رانندگی انتخاب کنند. لذا، برای مشخص کردن و انتخاب ویژگی‌ها و شاخصه‌های مهم تاثیرگذار بر انتخاب مسیر رانندگان، که بر اساس آن پرسشنامه با هدف بررسی بهبود ایمنی، طراحی گردد. ادبیات و مطالعات صورت گرفته در زمینه برآوردهای آماری زندگی و تمایل به پرداخت برای کاهش ریسک مرگ و میر مطالعه گردید. بنا بر ادبیات موضوع و مشورت با متخصصان و کارشناسان سازمان ترافیک و پلیس راهنمایی و رانندگی و بررسی مطالعات انجام گرفته، تعداد ٦ ویژگی با سطوحی که مورد توجه عموم بوده و بر گزینش افراد تاثیر می‌گذارد و از طرف دیگر، با برنامه‌های سیاسی منطقه، شهر و کشور هماهنگی داشته و برای غالب پاسخگویان، قابل درک و با اهمیت هستند؛ گزینش شدند. یک نمونه از این ویژگی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

برای ویژگی‌های اول و ششم، ٤ سطح و برای ویژگی‌های دیگر دو سطح تعریف شده است. در این تحقیق مجموعه انتخاب با استفاده از تکنیک طراحی تغییریافته (Shifted Design) ایجاد شده است. رویکرد مرسوم برای این کار، طراحی متعامد یا قائم است (۲۰). اگر از طراحی فاکتوریل کامل استفاده شود که اجاز می‌دهد تمامی ترکیبات سطوح ویژگی‌ها و اثرات اصلی و اثرات متقابل اتفاق افتد، مجموعه انتخاب‌ها با توجه به دو ویژگی ٤ سطحی و ٤ ویژگی ۲ سطحی، امکان ایجاد ۲٥٦ ($۲^{٤}\times٤^{۲}$) انتخاب را فراهم می‌آورد. اما تعداد زیاد حالات، جوابدهی برای پاسخ‌دهنده را مشکل می‌کند. لذا طراحی فاکتوریل کسری متعامد با ۳۲ مورد (۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

مجموعه انتخاب)، از فاکتوریل کامل به منظور کاهش انتخاب‌ها استخراج شده است. هم‌چنین، از آنجایی که در این مطالعه ناهمگنی ترجیحات افراد در برآورد مدل لحاظ می‌شود؛ طراحی متعامد بهترین گزینه برای مشخص کردن ویژگی‌ها و سطوح آن‌هاست (۲۲). در این مطالعه، تعداد سطوح برای هر ویژگی، به صورت توانی از دو طراحی شده است. در ۳۲ پروفایل، در مورد ویژگی‌های دو سطحی، هر سطح ۱۶ بار ظاهر می‌شود و در مورد ویژگی‌های ٤ سطحی، هر سطح ۸ بار ظاهر می‌شود. حداقل همپوشانی، زمانی ایجاد می‌شود که سطوح ویژگی اولین مسیر فرضی (A)، برای ایجاد سطوح مسیر فرضی دوم (B) تغییر می‌یابد و تضمین می‌کند که سطوح ویژگی‌های داخل مجموعه انتخاب، همپوشانی ندارند. توازن مطلوبیت و نبودن رابطه غالب و مغلوبی از طریق کاهش شکاف مطلوبیت بین آلترناتیوها توسط تعویض آلترناتیوهای غالب در داخل هر مجموعه انتخاب، تضمین می‌شود (۲۳).

برای افزایش واقع‌گرایی فرآیند اتخاذ تصمیم و انتخاب، یک گزینه مسیر کنونی که مربوط به تجربه‌ی اخیر رانندگی مخاطب می‌باشد، به هر مجموعه انتخاب اضافه می‌شود (۲۲). لذا اگر از نظر افراد، دو گزینه دیگر جذاب نباشد، مسیر فعلی را انتخاب خواهند کرد. بنابراین، طراحی پرسشنامه به جهت انتخاب گزینه‌های پیش رو برای رانندگی شامل سه آلترناتیو می‌باشد. یک گزینه که انتخاب وضعیت کنونی است و دو گزینه دیگر که مقابل گزینه کنونی قرار دارند و نشان دهنده‌ی بهبود در شاخصه‌های ایمنی جاده‌ای است. این دو گزینه نام خاص ندارند (در طراحی آزمایش انتخاب مربوط به برندهای تجاری معمولا از نام خاص استفاده می‌شود) و فقط دو مسیر فرضی را نشان می‌دهند. یک نمونه از مجموعه‌های انتخاب در جدول ۲ آورده شده است.

بعد از تعیین تعداد ویژگی‌ها و سطوح هر ویژگی و دامنه تغییر ویژگی‌ها و طراحی مجموعه انتخاب و تعداد گزینه-های موجود در هر مجموعه انتخاب، کار طراحی پرسشنامه آغاز می‌شود. هدف این پرسشنامه ارزیابی ترجیحات افراد برای تمایل به پرداخت جهت کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت به علت حوادث رانندگی و به منظور بهبود ایمنی جاده‌های شهری اردبیل تهیه گردیده است و در اختیار افرادی قرار می‌گیرد که روزانه بنا به اهداف متعدد چون رفتن به محل کار، رفتن به محل تحصیل، و مانند این‌ها مجبور به تردد در مسیرهای خاصی در سطح شهر هستند.

به منظور تایید اعتبار پرسشنامه، از ابزار تایید پایایی و روایی پرسشنامه استفاده می‌شود. جهت تایید روایی که بدین معنی است که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصیصه‌ی مورد نظر را می‌سنجد، نظر کارشناسان و متخصصان در حوزه این مطالعه ارزیابی و پرسشنامه نهایی تصحیح گردید. برای تایید پایایی، که میزان اعتماد به ابزار اندازه‌گیری را می‌سنجند، از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. بدین منظور، با استفاده از اطلاعات پرسش‌نامه‌هایی که توسط پاسخ‌دهندگان تکمیل شد، ضریب پایایی پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 و روش آلفای کرونباخ ۰/۷۷۲ بدست آمده است. از آن‌جایی که مقدار آن بیشتر از ۰/۷ می‌باشد، قابل قبول می‌باشد (۲٤).

بنا به هدف مطالعه که بررسی ارزش آماری زندگی در بهبود ایمنی جاده‌های سطح شهر است؛ نمونه گیری به صورت نمونه‌گیری خوشه‌ای، از طریق مراجعه به بانک‌ها، دانشگاه‌ها، مدارس، شرکت‌ها و مانند این‌ها بوده و اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه و مصاحبه چهره به چهره از افرادی که به صورت تصادفی گزینش شده‌اند و بنا به دلایل رفتن به سر کار، محل تحصیل و مانند این‌ها به اجبار هر روز مجبور به رفت و آمد هستند.بدست می‌آیند. در این راستا، ابتدا هدف مصاحبه به رانندگان توضیح داده شده و بعد از اعلام رضایت آن‌ها، مصاحبه انجام گرفته است. هم‌چنین، نویسندگان متعهد شده‌اند که اطلاعات افراد به صورت محرمانه باقی بماند.

برای محاسبه حجم نمونه، با توجه به اینکه در این مطالعه تکنیک ترجیحات بیان شده بکار گرفته شده است، از فرمول زیر که مختص تعیین حجم نمونه در چنین مطالعاتی می‌باشد، استفاده شده است (۲۲):

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

$$n \geq \frac{q}{a^2 pr} \Phi^{-1}\left(\frac{1+\alpha}{2}\right) \quad (۱$$

n حجم نمونه، p مقدار نسبت صفت موجود در جامعه که اگر در اختیار نباشد می توان آن را ۰/۵ درنظر گرفت، q درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند (q =1-p)، a میزان دقت نسبی، α سطح اطمینان، $\Phi^{-1}(0)$ معکوس تابع توزیع تجمعی نرمال و r تعداد موقعیت‌های انتخاب برای هر پاسخ‌دهنده در پرسشنامه است. با توجه به تعداد موقعیت‌های انتخاب که در این مطالعه ۸ موقعیت انتخاب وجود دارد و مقادیر p و q که نیم در نظر گرفته شده‌اند و نیز، خطای نهایی (میزان دقت نسبی) ۱٪ در سطح اطمینان ۹۵٪، حداقل تعداد نمونه مورد نیاز به میزان ۲۹۵ نفر برآورد گردیده است. بنابراین، حداقل نمونه ۲۹۵ مورد بوده که در این مطالعه در مجموع و با حذف پرسشنامه‌های ناقص، ۳۰۰ نمونه جمع‌آوری گردید که بنا به ۸ موقعیت انتخاب، برای هر کدام از شهرها ۲٤۰۰ مشاهده در مجموعه مورد بررسی قرار گرفت.

معرفی مدل تحقیق: فرض کنید مسیری خاص توسط N کاربر استفاده می‌شود و سطح معینی از رضایت را که توسط تابع مطلوبیت غیر مستقیم فرد بیان می‌شود ارائه دهد.

$$V = V(r, c, t) \quad (۲$$

r: ریسک مرگ و میر یا جراحت، c: هزینه سفر و t: زمان سفر در یک مسیر خاص.

برآورد VSL برابر است با ارزش اجتناب از مرگ و میر زودرس یا قربانی شدن در اثر جراحت هر فرد در واحد زمان. به دلیل اینکه جاده کالای عمومی است ارزش VSL برای جامعه برابر است با جمع نرخ‌های جانشینی افراد بین ریسک مرگ و میر یا جراحت و درآمد است به N کاربر به علاوه کواریانس بین نرخ‌های جانشینی افراد MRS_j و کاهش ریسک δr.

$$MRS_j = \frac{\partial V/\partial r}{\partial V/\partial C : V=\bar{V}} \quad (۳$$

$$VSL = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} MRS_j + N\,COV\left(MRS_j, |\delta r|\right) \quad (٤$$

$$COV\left(MRS_j, |\delta r|\right) = \sum_{j=1}^{N} \frac{MRS_j\,\delta r_j}{N} - \sum_{j=1}^{N} \frac{MRS_j}{N} \sum_{j=1}^{N} \frac{\delta r_j}{N} \quad (۵$$

اگر فرض کنیم کاهش ریسک δr_j برای تمامی افراد یکسان باشد، در این صورت، کواریانس بین نرخ‌های جانشینی افراد MRS_j و کاهش ریسک δr، صفر می‌شود و عبارت ۳ به صورت زیر بیان می‌شود:

$$VSL = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} MRS_j \quad (٦$$

$$MRS_j = \frac{\partial V/\partial f}{\partial V/\partial C : V=\bar{V}} = \sum_{j=1}^{N} SVF_j \quad (۷$$

f نشان دهنده‌ی تعداد تصادفات منتهی به مرگ و میر است و ریسک به صورت نسبت مرگ و میر به جمعیت محاسبه می‌شود (۲۰):

$$r = \frac{f}{N} \quad (۸$$

MRS، می‌تواند به عنوان ارزش ضمنی زندگی تفسیر شود که با میانگین‌گیری آن در طول افراد VSL را نتیجه می‌دهد. SVF، ارزش ذهنی کاهش تلفات (subjective value of fatality) است که می‌تواند به عنوان قیمت لیندال یا مالیات لیندال تفسیر شود (۲۵). معادله ٤ مظهر تعریف تمایل به پرداخت جامعه (WTP) برای کالای عمومی(بهبود ایمنی جاده) است. اگر فکر کنیم که در شرایط مسیر عوارضی فرضی عملگرها به طور کامل قادر به استخراج بازار مصرف کننده هستند، SVF ماکزیمم پولی است که می‌تواند از طریق اظهار تمایل فرد J برای بهبود ایمنی استخراج شود؛ به طوری که، فرد در شرایط خوب بعد از بهبود قرار گیرد.

در این تحقیق، مدل انتخاب گسسته و از نوع مدل‌های لاجیت ادغامی و تئوری مطلوبیت تصادفی برگرفته از مطالعه نیرومند و جنکینز (۲۰)، به کار گرفته شده که از جمله مدل-های مشهور در مدلسازی رفتار افراد می‌باشد. تابع مطلوبیت غیر مستقیم V_{ji} را برای هر مسیر j و هر فرد i به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$V_{ji} = \alpha f_{ji} + \beta C_{ji} + \gamma t_{ji} \quad (۹$$

f تعداد تصادفات منجر به مرگ، C هزینه و t زمان سفر است. فرض می‌کنیم تابع مطلوبیت خطی بوده و تابعی جمع

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

پذیر از ویژگی‌های سفر است. از آنجا که طراح تمامی اطلاعات مربوطه را در اختیار ندارد، می‌بایست یک جزء تصادفی نیز در تابع مطلوبیت وارد شود. مطلوبیت تصادفی به سادگی توسط جمع دو عبارت مطلوبیت سطحی و جزء تصادفی به دست می‌آید:

$$U_{jic} = V_{jic} + \varepsilon_{jic} \quad (۱۰$$

فرض می‌شود که هر آلترناتیو زمانی احتمال انتخاب دارد که بیشترین مطلوبیت U_{jic} را برای فرد داشته باشد. SVF برابر است با $\frac{\alpha}{\beta}$ برای کاهش مرگ و میر. اگر جملات اخلال به صورت مستقل و یکنواخت گامبل در میان آلترناتیوها و افراد توزیع شوند (ارزش حدی نوع یک)، مدل لاجیت جند جمله‌ای برآوردی مناسب خواهد بود. اما این واقعی نیست که فرض کنیم افراد ترجیحات یکسان داشته باشند. برای حل این مشکل از برآورد کاراتری با استفاده از مدل لاجیت ادغامی بهره می‌گیریم که فرض می‌کند افرادی که پرسشنامه‌ها را پاسخ می‌دهند دارای ترجیحات غیر همگن هستند (۱۲، ۲۰).

در این صورت، برای بدست آوردن احتمال گزینه‌ی i باید یک انتگرال به دلیل متغیر تصادفی بودن ضرایب بگیریم؛ به عبارتی یک انتگرال روی P_{jic}. در این حالت احتمال انتخاب گزینه‌ی i به صورت زیر خواهد بود:

$$P_{jic} = \int \frac{e^{V_{jic}}}{\sum_{j=1} e^{V_{jic}}} g(\beta_n|\theta)\, d\beta \quad (۱۱$$

$$E(P_{jic}(\beta)) = \frac{e^{V_{jic}(\beta)}}{\sum_{j=1} V_{jic}(\beta)} \quad (۱۲$$

که $g(\beta_n|\theta)$ تابع توزیع β با پارامتر θ است. $V_{jic}(\beta)$ قسمت مشاهده پذیر و غیر تصادفی تابع مطلوبیت است که مقدار آن به ضریب β بستگی دارد (۲۶). احتمال انتخاب یک گزینه خاص بستگی به پارامترهای تصادفی با تابع چگالی $g(\beta_n|\theta)$ بستگی دارد. از آنجایی که پارامترهای تصادفی هنوز ناشناخته‌اند؛ احتمال غیر شرطی در برآورد مدل استفاده می‌شود. انتگرال زیر توسط روش ماکزیمم احتمال شبیه سازی شده محاسبه می‌شود (۲۰).

$$P_{jic} = \int E(P_{jic}|\beta_n) g(\beta_n|\theta) d\beta \quad (۱۳$$

در این تحقیق میزان تمایل به پرداخت برای یک کاهش در ریسک مرگ و میر و ریسک مجروح شدن به دلیل تصادفات برای تمامی کاربران جاده به صورت مجزا محاسبه شده‌اند. مقادیر محاسباتی، ارزش کاهش ریسک مرگ و میر و ارزش کاهش ریسک مجروح شدن را نشان می‌دهند. از آنجایی که تمرکز این مطالعه بر رانندگان خوردروها قرار دارد، می‌بایست تمایل به پرداخت افراد، به اندازه ریسک در معرض خطر بودن جمعیت رانندگان تقسیم شود. قرار گرفتن در معرض خطر به صورت تعداد سفرها و کیلومترهای پیموده شده توسط هر راننده در کل جمعیت تعریف می‌شود. درواقع، تمایل به پرداخت، میانگین تمایل به پرداخت به ازای هر فرد و هر سفر است و برای اینکه مقادیر کاهش ریسک مرگ و میر و کاهش ریسک مجروح شدن را به دست بیاوریم، باید میزان تمایل به پرداخت برای کاهش مرگ و میر و مجروح شدن به شانس مردن در یک تصادف رانندگی یا شانس مجروح شدن در یک تصادف رانندگی تقسیم شود. برای برآورد این روابط میانگین تعداد مرگ و میر یا مجروحان و میانگین کیلومترهای سالانه پیموده شده در ۵ سال گذشته نیاز است (۱۲ ، ۲۰).

$$VRR_f = VSL = \frac{WTP_{per\ trip}}{Trip\ kms} \times \frac{\text{AAVKM}}{\text{\# Fatalities}}$$

(۱۵

$$VRR_I = VI = \frac{WTP_{per\ trip}}{Trip\ kms} \times \frac{\text{AAVKM}}{\text{\# Injuries}}$$

(۱۶

VRR_f بیانگر ارزش کاهش ریسک مرگ و میر Value of risk reduction of fatality و VRR_I بیانگر ارزش کاهش ریسک مجروح شدن Value of risk reduction of injury می‌باشد. بنابراین شانس مرگ و میر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

و مجروح شدن به صورت رابطه‌ی بین ریسک، که به صورت تعداد مرگ ومیر یا مجروحان در یک سال اندازه گیری میگردد و در معرض خطر قرار گرفتن که به صورت میانگین کیلومترهای پیموده شده در یک سال Annual average kilometers (AAVKM) بیان می‌شود؛ تعریف می‌گردد. میانگین کیلومترهای سالانه پیموده شده توسط ضرب مقادیر سوخت مصرفی اتومبیل‌ها در یک سال در ارزش کارایی این سوخت مصرفی (کیلومترهای پیموده شده به ازای هر لیتر سوخت مصرفی) اندازه گیری می‌شود (۱۲ ، ۲۰).

نتایج

پرسشنامه نهایی بنا به هدف مطالعه در بین افرادی که روزانه بنا به دلایل کاری، تحصیل و مانند این‌ها در خیابان-های شهر تردد می‌کنند، در شرکت‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، ادارات، مراکز خرید و مانند این‌ها توزیع گردید. نمونه‌های مورد نظر شامل افراد ۱۸–۶۵ سال می‌باشد. پرسشنامه‌ها از طریق مصاحبه کنترل شده در سال ۱۳۹۶، پر گردید. تعداد پرسشنامه‌های تکمیل شده برابر ۳۰۰ می‌باشد و نهایتا تعداد مشاهدات برای نمونه‌های مورد بررسی با توجه به ۸ موقعیت انتخابی ۲۴۰۰ می‌باشد. با توجه به هدف تحقیق که برآورد میزان تمایل به پرداخت افراد برای کاهش ریسک مرگ و میر و مجروح شدن با استفاده از تکنیک انتخاب بیان شده می‌باشد، مدل لاجیت ادغامی با استفاده از نرم افزار *R* برآورد شده است. مدل لاجیت چندجمله‌ای به دلیل محدودیت در ناهمگنی ترجیحات افراد قابلیت برآورد هر دوی پارامترهای تصادفی و غیر تصادفی را ندارد و چون فرض استقلال گزینه‌های نامرتبط اجزای خطا در مدل ما نقض می‌شود، نتایج مدل لاجیت چندگانه می‌تواند تورش-دار و غیر قابل اعتماد باشد (۲۷). توزیع پارامترهای تصادفی در مدل لاجیت ادغامی، ناهمگنی در ترجیحات افراد را ممکن می‌سازد. برای دستیابی به مدل مناسب، پارامترها و شاخصه‌های وارد شده در تابع مطلوبیت به شکل خطی یا لگاریتمی وارد شده‌اند. مقدار pseudo rho-square معرف مدل با برازشی بسیار مناسب است (۲۲). از آنجایی که توزیع مثلثی بسیار مناسب برآوردهای تمایل به پرداخت است (۲۸)؛ لذا، تمامی پارامترهای تصادفی بر اساس توزیع مثلثی محدود برآورد شدند که در این توزیع، ناهمگنی حول میانگین علامت پارامترها را توسط تحمیل یک محدودیت بر انحراف استاندارد در طول کل توزیع، حفظ می‌کند. برای مشخص کردن هرگونه اثر معنی‌دار متغیرهای اقتصادی–اجتماعی در پارامترهای تصادفی، تمامی اثرات متقابل بالقوه برآورد گردید و تنها اثرات معنی دار در مدل باقی ماندند (۲۹). نتایج مدل در جدول ۳ و معادلات برآوردی برای شهر اردبیل به صورت توابع مطلوبیت جمع پذیر از شاخصه‌های مشخص شده در زیر آورده شده است.

$$U(routA) = ASC1 + \beta_c \times \ln(cost) + \beta_d \times death + \beta_i \times injury + \beta_t \times travel\ time + \beta_{nc} \times num\ of\ camera + \beta_{sl} + speed\ limit + \beta_{ci} \times cost \times income + \beta_{da} \times death \times age + \beta_{at} \times time \times age + \beta_{ce} \times cost \times education + \beta_{se} \times speed \times education \quad (۱۷)$$

$$U(routB) = ASC1 + \beta_c \times \ln(cost) + \beta_d \times death + \beta_i \times injury + \beta_t \times travel\ time + \beta_{nc} \times num\ of\ camera + \beta_{sl} + speed\ limit + \beta_{ci} \times cost \times income + \beta_{da} \times death \times age + \beta_{at} \times time \times age + \beta_{ce} \times cost \times education + \beta_{se} \times speed \times education \quad (۱۸)$$

$$U(no\ travel) = 0 \quad (۱۹)$$

متغیرهای اصلی تحقیق، هزینه سفر، تعداد تلفات، تعداد مجروحان، زمان سفر، میانگین سرعت و تعداد دوربین می‌باشد که در طراحی سناریوهای فرضی بکار گرفته شده‌اند. میانگین و انحراف معیار ضرایب تمامی شاخصه‌ها معنی‌دار هستند و تمامی ضرایب به جز ضریب متغیر محدودیت سرعت علامت مورد انتظار را دارند. ضریب تمامی متغیرها منفی بدست آمده که نشان میدهد افزایش هزینه، زمان، تعداد تلفات، تعداد مجروحان، میانگین سرعت و تعداد دوربین،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

مطلوبیت نهایی افراد را در رانندگی در مسیری خاص خواهش می‌یابد. هم‌چنین، از بین متغیرهای دموگرافیکی تنها اثر متقابل متغیرهای سن، درآمد و تحصیلات با متغیرهای تصادفی معنی دار شده است. مقادیر تمایل به پرداخت برای کاهش مرگ و میر و کاهش جراحت نیز به ترتیب، ۰/٤۸ و ۰/۳۳ تومان برای هر فرد در هر سفر محاسبه شده است. مقدار ارزش تمایل به پرداخت برای صرفه جویی در زمان ۰/۱۲ تومان در دقیقه یا ۷/۲ تومان در ساعت است. هم‌چنین، ضریب زمان سفر نیز منفی به دست آمده است و نشان می‌دهد که صرفه جویی در زمان برای افراد ارجحیت دارد.

به منظور بررسی خوبی برازش مدل و قدرت پیش بینی مدل از آزمون پیش بینی چاو و نرخ موفقیت استفاده شده است. در آزمون پیش بینی چاو، یک قسمت نمونه‌ی تخمین با استفاده از ۹۰٪ مشاهدات برای تخمین پارامترها استفاده شده و نمونه‌ی پیش بینی با ۱۰٪ مشاهدات برای ارزیابی کیفیت مدل تخمین زده شده است. با توجه به آماره F ، مقدار سطح معنی‌داری ، بیشتر از ۵٪ است. بنابراین فرضیه صفر رد نخواهد شد و یا به عبارت دیگر پیش بینی‌ها به اندازه کافی دقیق هستند. در آزمون نرخ موفقیت نیز، با توجه به نتایج، با مقایسه Z محاسباتی با Z بحرانی در سطح معنی‌داری ۵٪ (z=۱/۹٦)، فرض H_0 رد می‌شود که به معنای قدرت خوب پیش بینی مدل‌هاست. در آزمون والد که به بررسی معنی‌داری تمامی پارامترها پرداخته می‌شود، فرض صفر برای وجود محدویت بر روی پارامترهای تحقیق است که نتایج آزمون نشان داد که فرض صفر رد می شود و پارامترها صفر نیستند. از آنجایی که این مطالعه، یک بررسی مقطعی می‌باشد، یکی از مشکلات در برآورد مدل می‌تواند وجود ناهمسانی واریانس در اجزای اخلال باشد. بنابراین، به منظور بررسی ناهمسانی واریانس از آزمون نسبت راستنمایی استفاده شده و مطابق نتایج، فرض صفر مبنی بر همسانی واریانس را نمی‌توان رد کرد و مدل برآوردی مشکل ناهمسانی واریانس ندارد.

میزان ارزش کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت نیز در جدول ٤ محاسبه شده است. برای برآورد ارزش کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت مطابق معادلات ١٤ و ١٥، می-بایست مقادیر تمایل به پرداخت را به شانس مرگ و میر و جراحت تقسیم کرد. شانس مرگ و میر و جراحت توسط ارتباط بین ریسک مرگ و میر و جراحت سالانه و میانگین تعداد کیلومترهای پیموده شده سالانه محاسبه می‌شود. بدین جهت، برای به دست آوردن میانگین کیلومترهای پیموده شده سالانه در داخل شهر اردبیل از طریق ضرب میزان کارایی سوخت (که در این تحقیق ۱۰ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر داخل شهر در نظر گرفته شده است) و میزان کل سوخت مصرفی یک سال در داخل شهر اردبیل، محاسبه شده است. بدین ترتیب مقادیر تمایل به پرداخت برای کاهش مرگ و میر و جراحت به ازای هر فرد و هر سفر به مقادیر تمایل به پرداخت برای کاهش مرگ و میر و جراحت به ازای هر فرد و هر کیلومتر تبدیل می‌شود. مطابق نتایج، میزان مرگ و میر رانندگان ناشی از سوانح ترافیکی در یک سال، ۷ مورد بوده وتعداد رانندگان مجروح به دلیل تصادفات درون شهری در اردبیل، ٤٤۰ نفر در یک سال بوده است که این آمار از پلیس راهنمایی و رانندگی اخذ شده است. مقادیر ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت به ترتیب۱۰۷۷۵۵۱۰ و ۱۱۷۸۵۷تومان برآورد شده است.

بحث

این مطالعه با استفاده از تکنیک انتخاب بیان شده، ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت را برای ۳۰۰ راننده در شهر اردبیل با استفاده از مدل لاجیت ادغامی، محاسبه نموده است. با توجه به اینکه این مطالعه، یک مطالعه میدانی می‌باشد؛ کمبود زمان مهمترین محدودیت این مطالعه می-باشد. به خصوص، تاخیر و گاها عدم همکاری در ارائه آمار مورد نیاز از سوی سازمان‌های مربوطه، سبب گردید زمان زیادی تلف شود. هم‌چنین به دلیل گستردگی و سختی کار، پرسشنامه‌ها به افرادی که بنا به دلایل کاری، تحصیل و مانند این‌ها در خیابان‌های شهر تردد می‌کردند و در بانک‌ها،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

دانشگاه‌ها، مدارس، ادارات دولتی و شرکت‌ها اشتغال داشتند، توزیع گردید. از دیگر محدودیت‌های مطالعه، همکاری نکردن برخی مراکز و رانندگان بود که سعی گردید با افزایش تعداد نمونه این نقیصه تا حدودی رفع شده و نتایج حاصل از داده‌ها خدشه‌دار نشود. این تحقیق ترجیحات رانندگان و تمایل به پرداخت رانندگان را برای کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت مورد بررسی قرار داده است و لذا نتایج قابل تعمیم به تمامی کاربران راه و کل جامعه نخواهد بود که این امر محدودیت اصلی این تحقیق می‌باشد.

مطابق نتایج، متغیرهای هزینه سفر، زمان سفر، تعداد مرگ و میر، تعداد مجروحان، محدودیت سرعت و تعداد دوربین‌های کنترل سرعت عوامل تاثیر گذار در انتخاب مسیر رانندگی افراد هستند. در مطالعه‌ی نیرومند و همکارش (۲۰) نیز، این عوامل به عنوان عوامل موثر بر انتخاب مسیر رانندگان ذکر گردیده است. هرچند؛ در این مقاله متغیر تعداد دوربین بی‌معنی شده است. در مطالعه Hensher و همکاران (۳۰) و Hensher و همکاران (۳۱)، تنها شاخصه‌های هزینه، مرگ و میر، جراحت جدی و جزئی و زمان سفر، به عنوان عوامل مشخص کننده در انتخاب مسیر ذکر شده‌اند و در مطالعه Veisten و همکاران (۱۲)، شاخصه‌های زمان، هزینه و مرگ و میر معنی‌دار شده‌اند. در مطالعه عینی و همکاران (۲) ، مسافت سفر، هزینه و زمان متغیرهای معنی‌دارند. همانطور که از جدول ۳ مشاهده می‌شود، مقدار ضریب میانگین توزیع پارامتر تصادفی تعداد مرگ و میر بیشتر از ضریب میانگین تعداد مجروحان است. این نشان می‌دهد که افراد مطلوبیت نهایی بالاتری برای جلوگیری از مرگ و میر نسبت به جلوگیری از جراحت دارند و کاهش مرگ و میر برای افراد ارجح‌تر است. این نتیجه با نتایج مطالعات عینی و همکاران (۲)، نیرومند (۲۰)، Hensher و همکاران (۳۰)، Hensher و همکاران (۳۱)، Haddak و همکاران (۱۶)، Hojman و همکاران (۳۲) همخوانی دارد.

هم‌چنین با توجه به نتایج، اثر متقابل درآمد وهزینه مثبت می‌باشد که بیان می‌دارد، مطلوبیت درآمد افراد ثروتمند کمتر است. هم‌چنین، اثر متقابل مثبت سن و زمان سفر نشان‌گر این است که با افزایش سن، عدم مطلوبیت ناشی از افزایش زمان کاهش می‌یابد که با نتیجه مطالعه Veisten و همکاران (۱۲)، هم‌خوانی دارد.

اثر متقابل سن و مرگ و میر مثبت به دست آمده و نشان می‌دهد که با افزایش سن، عدم مطلوبیت ناشی از مرگ و میر کاهش می‌یابد. بدین معنی که افراد مسن‌تر، مرگ خود را متحمل‌تر می‌دانند. این نتیجه با نتیجه مطالعه Veisten و همکاران (۱۲) همخوانی دارد. هم‌چنین، اثر مثبت سرعت و تحصیلات نشان می‌دهد که افراد تحصیل کرده تمایل بیشتری به صرفه جویی در زمان رانندگی دارند و با افزایش سطح تحصیلات، عدم مطلوبیت ناشی از افزایش سرعت کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه نیرومند (۲۰)، همخوانی دارد. از طرفی اثر متقابل سن و هزینه، مثبت برآورد شده و نشان می‌دهد با افزایش سن، عدم مطلوبیت ناشی از افزایش هزینه کاهش می‌یابد و به بیانی دیگر، افراد مسن‌تر، تمایل بیشتری برای صرف پول در زمینه بهبود ایمنی دارند.

ارزش آماری جان و مصدومیت به ترتیب ۱۰۷۷۵۵۱۰۰ و ۱۱۷۸۵۷ تومان برآورد شده است. در سال۱۳۹۳ در مطالعه‌ای که در ایران توسط عینی و همکاران با استفاده از مدل وایبول انجام گرفته است ارزش آماری زندگی برای یک فوت بر اساس میانگین تمایل به پرداخت برای کاهش ریسک مرگ و میر ۱۹۷۱۳۵۸۴۹۰۶ ریال معادل ٦/٤٦٪ درآمد برآورد شده است (۲). یکی از دلایل ارقام بالای برآوردی در این تحقیق، می‌تواند استفاده از تکنیک ارزشگذاری مشروط باشد که مقادیر تمایل به پرداخت بر اساس مقادیر اعلام شده از طرف افراد برآورد شده است و به میزان کاهش در تعداد مرگ و میر ناشی از تصادفات، یعنی رقمی حدود ۱۰۲۰٤ مورد، ضرب شده است. هم‌چنین، میزان ارزش آماری زندگی در برخی مطالعات خارجی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در سال ۲۰۱۳، مطالعه‌ای که در یکی از شهرهای چین انجام شد برآوردی معادل ۳٦۰۰۰۰ RMB برای ارزش آماری زندگی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

ترافیک جاده‌ای را نشان داده است (۱۹). این در حالی است که در مطالعه‌ای در شهر نانجینگ چین در سال ۲۰۱۵ ، میانگین ارزش آماری زندگی را حدود ۷ میلیون RMB برآورد شده است (۵). میزان ارزش آماری زندگی و ارزش آماری مصدومیت برای عابران پیاده ترکیه‌ای مقیم قبرس شمالی در سال ۲۰۱۷، به ترتیب ٦٩٩٤٣٤ و ۲۰۰۷۷ یورو و ارزش صرفه‌جویی در زمان ۷/۲۰ یورو در ساعت براورد شده است (۳۳). مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۷، با استفاده از ترکیب داده‌های ترجیحات آشکار شده و بیان شده، ارزش صرفه‌جویی در زمان را در فلوریدای جنوبی به میزان ۸/۹۳ دلار در ساعت برآورد کرده است (۳٤). ارزش صرفه‌جویی در زمان در مطالعه‌ای در آلمان در سال ۲۰۱۸، برای حالات مختلف برآورد شده است. برای پیاده روی ۱۹/۰۵، برای دوچرخه سواری ۱٤/۰۱، حمل و نقل عمومی ۲/۷۲ و اتومبیل شخصی ۱٤/٤۹یورو در ساعت برآورد شده است (۳٤). در مطالعه‌ای در میانمار که در سال ۲۰۱۵ با استفاده از تکنیک ارزشگذاری مشروط انجام گرفته است، ارزش آماری زندگی از ۹۸۳۸۵ تا ۱۳۵۷۱۳ دلار برآورد شده است (۳۵). علت تفاوت ارقام ارزش آماری زندگی، ارزش آماری جراحت و ارزش صرفه جویی در زمان در مطالعه حاضر و مطالعات خارجی، می‌تواند به این دلیل باشد که در جوامع کم درآمد، ارزش آماری زندگی، ارزش آماری جراحت و ارزش صرفه جویی در زمان کالایی لوکس محسوب می-شوند و از طرفی ارقام پایین محاسباتی نشان می‌دهد که رانندگان اردبیلی ریسک گریزی کمتری دارند.

نتیجه گیری

در مطالعه‌ی حاضر، ارزشگذاری پولی کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت با استفاده از تکنیک انتخاب بیان شده و مدل لاجیت ادغامی و هم‌چنین صرفه جویی در زمان برآورد شده است. نتایج نشان دهنده‌ی تاثیر گذاری شاخصه‌های هزینه، زمان سفر، تعداد تلفات و مجروحان، تعداد دوربین‌ها و محدودیت سرعت در انتخاب مسیر رانندگی است. هم‌چنین، بررسی اثرات متقابل متغیرهای دموگرافیکی و شاخصه‌ها نشان می‌دهد تنها اثرات متقابل سن، درآمد و تحصیلات با شاخصه‌ها، معنی‌دار شده‌اند. ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت به ترتیب ۱۰۷۷۵۵۱۰۰ و ۱۱۷۸۵۷ تومان برآورد شده است. بنابراین به منظور بهبود ایمنی خیابان‌های سطح شهر اردبیل و کاهش تلفات و مصدومان پیشنهاد می‌گردد سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی در این زمینه انجام گیرد. به نحوی که برای ارزیابی پروژه‌ها از مقادیر برآوردی در این مطالعه استفاده شود. بنابراین اگر به ازای هر ۱۰۷۷۵۵۱۰۰ تومان هزینه در هر کیلومتر راه برای بهبود ایمنی خیابان‌های درون شهری اردبیل، موفق شد که یک مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی را کاهش داد و به ازای هر ۱۱۷۸۵۷ تومان هزینه در هر کیلومتر راه برای بهبود ایمنی خیابان‌های درون شهری اردبیل، موفق شد که یک مورد مجروح ناشی از سوانح ترافیکی را کاهش داد این پروژه توجیه اقتصادی دارد. به منظور افزایش جذب سرمایه در بخش ایمنی راه، یکی از راهکارها می‌تواند اجرای طرح‌های پژوهشی مشترک با سایر نهادها برای ارائه راهکارهای عملی و اجرایی کاهش تصادفات جاده‌ای و به ویژه استفاده از تجربیات دیگر کشورهای موفق در این زمینه باشد. از آنجایی که اثرات متقابل شاخصه هزینه با متغیرهای درآمد و تحصیلات و سن مثبت می‌باشد، می‌توان انتظار داشت افراد مسن‌تر، ثروتمندتر و تحصیل کرده، تمایل به پرداخت بیشتری برای افزایش ایمنی جاده‌ها دارند. به نظر می‌رسد از آنجایی که با افزایش سن، خطر تصادف که به دلیل نقصان کارایی اعمال جسمانی و ذهنی شامل افت شنوایی، افت بینایی و کاهش مدت زمان عکس‌العمل، افزایش‌یابد، تمایل افراد مسن‌تر به جهت پرداخت هزینه بالاتر، افزایش می‌یابد. مسلما آگاهی بیشتر افراد دارای تحصیلات دانشگاهی، آن‌ها را در پرداخت بیشتر برای بهبود ایمنی جاده-ای متمایل می‌کند. بنابراین اطلاع رسانی و افزایش سطح آگاهی مردم می‌تواند گامی موثر در افزایش سرمایه‌گذاری در پروژه‌های ایمن سازی راه تلقی شود. از طرفی اثر متقابل تحصیلات و سرعت مثبت می‌باشد و نشان می‌دهد که افراد تحصیل‌کرده، صرفه جویی در زمان را ارجح می‌دانند. معمولا

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

افزایش سرعت که به منظور کاهش زمان سفر در رانندگی مطرح می‌شود، یک عامل مهم در به وجود آمدن تصادفات است؛ به خصوص برای افرادی که به لحاظ بیماری یا کهولت سن، در معرض ریسک بالای تصادف قرار دارند. افزایش سرعت اگر با نقص فنی خودرو، عرض نامناسب راه، میزان روشنایی کم، حجم ترافیک بالا و لغزندگی و تاریکی همراه باشد، میزان افزایش خطر تصادف به مراتب بیشتر است. متاسفانه در سال‌های اخیر، با افزایش حجم خودروها در معابر، به خصوص خودروهای تک سرنشین و از طرفی عدم سازگاری و افزایش کیفی و کمی معابر جهت تردد، ریسک تصادفات ناشی از سرعت بالا افزایش یافته است. از طرفی فرهنگ ترافیک دارای اشکالات فراوانی است و بسیاری از رانندگان به قوانین راهنمایی و رانندگی احترام نمی‌گذارند. بنابراین مقتضی است با اعمال جرایم سنگین و اجرای دقیق مقررات از رفتارهای پرخطر در رانندگی جلوگیری کرد. همچنین، شناسایی مناطق پر خطر رانندگی و ایجاد تجهیزات ایمنی راه‌ها مثل روشنایی و نصب علایم هشدار پیشنهاد می‌شود. می‌توان این کار را در ازای تبلیغ به شرکت‌هایی خاص پیشنهاد داد. با توجه به تمایل افراد برای رانندگی در سرعت بالاتر، پیشنهاد می‌شود خطوط اضافه در خیابان‌ها و بزرگراه‌ها احداث شود. مکان-های مجاز سبقت به خوبی مشخص شود. سرعت مطمئنه چندید بار به راننده اطلاع داده شود. احداث نوار لغزنده یا خط کشی‌های عمود بر مسیر جاده نیز در درک بیشتر راننده از سرعت بالا موثر است. با توجه با اینکه این مطالعه در سطح خیابان‌های شهر انجام می‌گیرد، مشکلات بسیاری از جمله کیفیت نامناسب خیابان‌ها، حجم بالای ترافیک، وجود دست‌اندازها و موانع زیاد در خیابان‌ها و حتی نبود پل‌های عابر پیاده کافی و مناسب و ایجاد بار ترافیک بالا به دلیل عبور عابرین از خیابان‌ها در سطح خیابان‌های درون شهری وجود دارد. بنابراین، مقتضی است برنامه‌ها و پروژه‌های ارتقای ایمنی، بهبود ایمنی تمامی کاربران راه را در نظر بگیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از تمام سازمان‌ها، رانندگان محترم و کسانی که در نگارش این مقاله همکاری نموده‌اند، اعلام می‌دارد. این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول به راهنمایی آقای دکتر شهرام فتاحی در دانشگاه رازی می‌باشد. همچنین، لازم به ذکر است که این مقاله تحت حمایت مالی هیچ سازمان یا نهادی قرار نداشته است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

جدول۱- سطوح ویژگی‌های مربوط به شاخصه‌های مورد بررسی در پرسشنامه ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی

ویژگی‌ها یا شاخصه‌ها	سطوح
میانگین سرعت بر حسب کیلومتر بر ساعت در جاده‌های یک لاین و دو لاین	۶۰-۸۰-۹۰-۱۰۰
تعداد دوربین‌های کنترل سرعت در جاده‌های یک لاین و دو لاین	۰ و ۱
زمان کل سفر	کمتر از ۳۰دقیقه
	۳۱ دقیقه تا یک ساعت
تعداد مصدومان در سال	کمتر از ۱۰ نفر
	۱۰ نفر و بیشتر
تعداد مرگ و میر در سال	کمتر از ۵ نفر
	۵ نفر و بیشتر
تغییر در هزینه‌های ماهانه‌ی رانندگی	۵٪ بیشتر
	۱۰٪ بیشتر
	۱۵٪ بیشتر
	۲۰٪ بیشتر

جدول ۲-یک نمونه از مجموعه‌های انتخاب مورد بررسی در پرسشنامه ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی

ویژگی‌ها	مسیرA	مسیر B	مسیر کنونی
میانگین سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۱۰۰	۹۰	
تعداد دوربین‌های کنترل سرعت (در هر لاین)	۱	۰	مسیر فعلی را
زمان کل سفر(دقیقه)	کمتر از ۳۰ دقیقه	۳۱ دقیقه تا یک ساعت	ترجیح می‌دهم
تعداد مصدومان در سال	۱۰نفر و بیشتر	کمتر از ۱۰ نفر	
تعداد مرگ و میر در سال	کمتر از ۵نفر	۵ نفر و بیشتر	
تغییر در هزینه‌های ماهانه‌ی رانندگی	۲۰٪بیشتر	۱۰٪بیشتر	

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

جدول۳- نتایج برآورد مدل لاجیت ادغامی در ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی

شاخصه‌ها	پارامترها	آماره t
پارامترهای تصادفی (دارای توزیع مثلثی محدود)		
هزینه	-۰/۲۹	-۳/۲۷
مرگ و میر	-۰/۱٤	-۳/۱۹
مجروحان	-۰/۰۹	-۵/۷
زمان سفر	-۰/۰۳	-۳/۱٤
سرعت	-۰/۰۹	-۵/۲۱
تعداد دوربین	-۰/۰۸	-۵/۲
متغیرهای غیر تصادفی		
عرض از مبدا	۰/۰۸	۷/۳۸
سن × هزینه	۰/۰۰۲	۲/۵۸
سن × مرگ و میر	۰/۰۳	٤/۲۸
درآمد × هزینه	۰/۰٤	۵/٤۵
تحصیلات × هزینه	۰/۰۳	۲/٤۱
تحصیلات × سرعت	۰/۰۲	۲/٤۵
تمایل به پرداخت		
مرگ و میر	۰/٤۸	۳/٦
مجروحان	۰/۳۳	۳/۳۹
زمان سفر	۰/۱۲	۲/۸
سرعت	۰/۰۹	٦/۵
تعداد دوربین	۰/۳	۳/۲۳
تکرارهای هالتون	۱۰۰۰	
تعداد مشاهدات	۲٤۰۰	
ρ^2	۰/۳۲	

آزمون‌ها	آماره	مقدار آماره محاسبه شده	احتمال
پیش‌بینی چاو(chow test)	F	۱/۸٤	۰/۱۵۰۵
نرخ موفقیت	Z	۳۰/۹۷	۰/۰۰۰۰
والد (Wald)	Chi2	٤٦۰۲۸/۹۵	۰/۰۰۰۰
نسبت درستنمایی (LR)	Chi2	۲/۳۰٤	۰/۰۷۵٦

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

جدول٤- نتایج برآورد ارزش آماری جان و ارزش آماری مجروحان در ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی

تعداد تلفات	تعداد مجروحان	AAVKM (کیلومتر)	ارزش آماری زندگی (تومان)	ارزش آماری مجروحان (تومان)
۷	٤٤٠	۱۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۷۷۵۵۱۰	۱۱۷۸۵۷

AAVKM: میانگین کیلومترهای پیموده شده در یک سال

References

1. World Health Organization (WHO). Global Status Report on Road Safety; 2015.
2. Ainy E, Soori H, Ganjali M, Baghfalaki T. Road Traffic Injury Cost Estimation by Willingness to Pay Method. Safety Promotion and Injury Prevention. 2014; 2(3): 215-25. [Persian]
3. Javid et al. Damages Caused by Accidents in Children, the Journal of Bone and Joint Surgery in Iran, the Iranian Orthopaedic Association. 2006; 4(3):1-6. [Persian]
4. Rahmani A, Moradi, Kh. The Trend of Traffic Accidents and Casualties Resulting From it in Iran: A Survey of last 20 years (1392-1372), Journal of Mazandaran University of medical sciences. 2014; 24(118):197-186. [Persian]
5. Yang Z, Liu P, Xu X. Estimation of Social Value of Statistical Life Using Willingness to Pay Method in Nanjing China. Accident Analysis and Prevention. 2016;1:1-9.
6. Ashenfelter O. Measuring the Value of Statistical Life: Problems and Prospects. Institute for the Study, of Labor, IZA Discussion Paper. 2006; 1911:1-32.
7. Jones-Lee MW, Loomis G. Scale and Context Effects in the Valuation of Transport Safety. Journal of Risk and Uncertainty. 1995;11(3):183-203.
8. Jones-Lee MW, Hammerton M, Phillips PR. Valuing the Prevention of Non-Fatal Road Injuries: Contingent Valuation vs Standard Gambles. Oxford Economic Papers. 1995;47:676-795.
9. Anderson H, Treich N. The Value of Statistical Life. Transport Economics. 2011;1-36.
10. Mishan EJ. Evaluation of Life and Limb: A theoretical Approach. Journal of Political Economy. 1971;79:687-745.
11. A. Mohamed H. Estimation of Socio-Economic Cost of Road Accidents in Saudi Arabia: Willingness to Pay Approach. Advances in Management and Applied Economics. 2015;5(3):43-61.
12. Veisten K, Flugel S, Rizzi L, Ortuzar J, Elvik R. Valuing Casualty Risk Reductions from Estimated Baseline Risk. Research in Transportation Economics. 2013;43.50-61.
13. Rizzi LI, Ortuzar JDeD. Stated Preference in the Valuation of Interurban

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

Road Safety. Accident Analysis and Prevention. 2003;35:9-22.
14. McFadden D. Measuring Willingness to Pay for Transportation Improvements. Theoretical Foundation of Time Choice Modeling. 1998;339-364.
15. Hanley N, Mourat S, Wright RE. Choice Modeling Approaches: As Superior Alternatives for Environmental Valuation. Journal of Economic Surveys. 2001;15(3):435-462.
16. Haddak M, Havet N, Lefevre M. Willingness to Pay for Road Safety Improvement. Gate. Working Paper. 2014;6:1-18.
17. Mofadal A, Kanitpong K, Jiwattanakulpaisarn P. Analysis of Pedestrian Accident Costs in Sudan Using the Willingness to Pay Method. Accident Analysis and Prevention. 2015;78:201-211.
18. Ayati E, Vahedi JR. Developing Bridge Safety Index Model for Iran. Journal of Engineering College. 2006;37(1):135-152.
19. Wenge L, Shongchuan Z. The Value of Statistical Life In Road Traffic: Based on Logit Model. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. 2013;13(1):137-141.
20. Niroomand N, Jenkins GP. Estimating The Value of life. Injury and Travel Time Saved: Using a Stated Preferences Frame Work. Accident Analysis and Prevention. 2016;91:216-225.
21. Antonion C. A Stated Preference Study of the Willingness To Pay to Reduce Traffic Risk in Urban vs. Rural Roads. EUR.Transp.Res.Rev. 2014;6:31-42.
22. Louviere JJ, Hensher DA. Swait. Stated Choice Methods: Analysis and Applications. Cambridge University Press; 2000.
23. Kolarova V, Steck F, Cyganki R, Trannmer S. Estimating of the Value of Time for Automated Driving Using Revealed and Stated Preferences Methods. 45th European Transport Conference. Transportation Research Procedia. 2018;31:35-46.
24. Hajizadeh E, Asghari M. Methods and statistical analysis by looking at the biological and health sciences research methods, Jahad Daneshgahi publications, Tehran, Iran; 2011. [Persian]
25. Varian HR. Microeconomic Analysis (3rd edition). Norton and Company INC, NewYork; 1992.
26. Train K. Discrete Choice Methods with Simulation. Cambridge UK: Cambridge University Press; 2003.
27. Hensher DA, Rose JM, Greene, WH. Applied Choice Analysis: A Primer, Cambridge University Press, Cambridge; 2005.
28. Hensher DA, Greene WH. The Mixed Logit Mdel: The State of Practice and Warnings for the Unwary; 2001. P. 1-39.
29. Birol E, Villalba ER. Estimating Mexican Farmer's Valuation of Milpa Diversity and Genetically Modified Maize: A Choice Experiment Approach. Environmental Economy and Policy Research. Working Paper, University of Cambridge, Department of Land Economics; 2006.
30. Hensher DA, Rose JM, Ortuzar JD, Rizzi L. Estimating the Willingness to Pay and Value of Risk Reduction for Car Occupants in the Road Environment. Institute of Transport and Logistics Studies. Working Paper; 2009. P. 1-22.
31. Hensher DA, Rose JM, Ortuzar JD, Rizzi L. Estimating the Value of Risk Reduction for Pedestrains in the Road Environment: An Exploratory Analysis. Journal of Choice Modeling. 2011;4(2):70-94.
32. Hojman P, Ortuzar J, Rizzi L. On The Joint Valuation of Averting Fatal and Serve Injuries in Highway Accidents. Journal of Safety Research. 2005;36:377-388.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

33. Niroomand N, Jenkins GP. Estimating the Value of Life and Injury for Pedestrians Using a Stated Preferences Framework. Journal of Safety Research. 2017; 1-7.
34. Lavasani M, Hossain S, Asgari H, Jin X. Examining Methodological Issues and Combined RP and SP Data. World Conference on Transport Resaerch, July 2016 Shanghai, Transport Research Procedia. 2017;25:2330-2343.
35. Mon EE, Jomon Kwao S, Khampirat, B, Satiennam W, Ratana Varaha V. Willingness To Pay for Mortality Risk Reduction for Traffic Accident in Myanmar. Accident Analysis and Prevention. 2018;118:18-28.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]

Valuing Reduction of Risk of Mortality Due to Traffic Accidents

Naderi A: **Ph.D. Student, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran**
Fattahi SH: **Ph.D. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran- Corresponding Author: Sh_fatahi@yahoo.com**
Azami S: **Ph.D. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran**
Received: Sep 20, 2018 Accepted: Dec 22, 2018

ABSTRACT

Background and Aim: The trade-off between monetary wealth and fatal safety risks is explained by the value of statistical life, an efficient tool widely used to evaluate projects and allocate appropriate resources for road safety. The objective of this study was to estimate the statistical significance of life in order to improve road safety in the city of Ardabil, Iran.

Materials and Methods: Data were collected, in 2017, using a questionnaire for interviewing 300 drivers traveling daily in the city and analyzed using the stated choice method and the mixed logit model. First the purpose of the interview was explained to the drivers and, after they agreed to collaborate, the interviews were conducted. The authors pledged to keep the information confidential.

Results: The statistical value of life and of the injury for road safety improvement were estimated to be 1,077,551,000 and 1,178,570 Iranian Rials, respectively. The richer people, older people and those with university education were more willing to pay for road safety improvements.

Conclusion: One of the strategies for economic investment in improving road safety can be conducting collaborative research projects with other institutions, as well as using the experiences of countries successful in this field. In addition, road safety improvement projects can, in order to absorb capital, target richer people.

Keywords: Value of Statistical Life, Willingness to Pay, Mortality Risk Reduction, Mixed Logit Model

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-28]