فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد/ سال پنجم/ شماره ۴/ زمستان ۱۳۹۷/ صفحات ۱۴۲-۱۰۷

برآورد ارزش آماری جان در بهبود ایمنی جاده‌ای: مطالعه موردی شهر تبریز[۱]

آمینه نادری
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه رازی، naderi.ameneh@yahoo.com
شهرام فتاحی*
دانشیار اقتصاد دانشگاه رازی، sh_fatahi@yahoo.com
سمیه اعظمی
استادیار اقتصاد دانشگاه رازی، sazami_econ@yahoo.com
مینا گلستانی
استادیار اقتصاد و مدیریت دارو، مرکز تحقیقات پیشگیری از آسیب حوادث جاده‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، mgolestani8958@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۲۲

چکیده

همراه با توسعه سریع صنعت حمل و نقل جاده‌ای، بهبود ایمنی و ارزیابی و ارزشگذاری تصادفات، به یک مسئله ضروری در سیاست عمومی تبدیل شده است. در چند دهه گذشته، مطالعات بر پایه برآورد ارزش آماری جان، نقشی بی‌بدیل در برآوردهای هزینه فایده سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل ایفا کرده است. در این راستا این مطالعه با استفاده از تکنیک انتخاب بیان شده و مدل لاجیت ادغامی، به بررسی تمایل به پرداخت و ارزش آماری جان، در بین رانندگان سطح شهر تبریز پرداخته است. داده‌های تحقیق از طریق پرسشنامه از بین ۳۰۰ نفر از کسانی که روزانه در سطح شهر به دلایل مختلف تردد می‌کنند؛ جمع‌آوری گردید. ارزش آماری زندگی و جراحت برای شهر تبریز به ترتیب ۱۸۶۶۳۳۸۴ و ۱۳۵۰۰۵ تومان به دست آمده است. با توجه به نتایج، سرمایه-گذاری در پروژه‌های بهبود ایمنی جاده برای کاهش تلفات و مجروحان ضرورت می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تمایل به پرداخت، آزمون انتخاب، ارزش آماری جان.
طبقه بندی JEL: D12، D61، J17، Q50، R41.

---

[۱] این تحقیق برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول به راهنمایی دکتر شهرام فتاحی است و توسط مرکز تحقیقات پیشگیری از آسیب حوادث جاده‌ای دانشگاه علوم پزشکی تبریز، حمایت مالی شده است.
* نویسنده مسئول مکاتبات

۱-مقدمه

حوادث ترافیکی در ایران با بروز سالیانه ۳۲/۱ مورد در صد هزار نفر، دومین علت مرگ و میر و اولین علت عمر به هدر رفته در کشور ما محسوب می‌شود. به طور کلی میزان عمر هدر رفته در ایران در نتیجه حوادث ترافیکی، از جهان و منطقه مدیترانه شرقی بالاتر است و این مشکل یکی از مسائل جدی در کشورماست (عینی و همکاران[1]، ۱۳۹۳). موضوعی که اهمیت آن سازمان بهداشت جهانی را برآن داشت که دهه ۲۰۱۰-۲۰۲۰ را دهه اقدام در جهت بهبود ایمنی جاده معرفی کند، تا تلاشی مستمر به منظور ایجاد ثبات و کاهش روند افزایشی در تلفات تصادفات رانندگی در جاده‌ها صورت گیرد. اقدامی که زندگی ۵ میلیون نفر را در طول دهه مذکور حفظ کند. بدین جهت، امروزه، ایمنی جاده در قلب مسائل مهم قرار دارد. تصادفات جاده‌ای عواقب جدی در سطوح اقتصادی و بهداشت عمومی ایجاد می‌کند که شامل از دست دادن ظرفیت تولیدی و درآمدی یا منابع انسانی به دلیل تصادفات جاده‌ای است. اگر به این موارد خسارت به اموال و مراقبت‌های پزشکی و توانبخشی مرتبط را نیز اضافه کنیم، بار مالی ناشی از تصادفات به سرعت قابل توجه قرار می‌گیرد (حداک و همکاران[2]، ۲۰۱۴). علاوه بر رنج و دردی که افراد تحمل می‌کنند، از دست دادن یک عامل کلیدی در خانوار و یا از دست دادن سرپرست خانوار در اثر تصادفات می‌تواند موجب فقر خانوار شود. ماورای مشکلات اقتصادی و بهداشت عمومی، از دست دادن کارایی، از دست دادن درآمد و هزینه‌های کفن و دفن بسیاری از قربانیان تصادفات از جمله عواقب جدی تصادفات می‌باشند (گوپالاکاریشنان[3]، ۲۰۱۲).

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 پایه تصمیم‌گیری قوی و قابل اعتماد بر اساس ارزش پولی ایمنی جاده‌ها ایجاد شود، به طوری‌که ارزیابی اندازه‌گیری

[1] Ainy et al. (2014)
[2] Haddak et al.
[3] Gopalakarishnan

به طور مناسب تعریف و از نظر تجربی قابل ارزیابی باشد (جونز لی و لومیس[1]، ۱۹۹۵ و جونز لی و همکاران[2]، ۱۹۹۵).کاهش این مشکل بزرگ اجتماعی، نیاز به انتخاب و اجرای بسیاری از سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه حمل و نقل جاده‌ای و ایمنی دارد. وظیفه مهم، انتخاب این پروژها از بین آن‌هایی که ممکن است اجرا شوند، می‌تواند از طریق تحلیل‌های هزینه-اثر بخشی و هزینه-سود توجیه شوند (الویک و همکاران[3]، ۲۰۰۹).

دراین راستا، روش ارزش آماری زندگی[4] در ترافیک جاده‌ای شاخصی مهم برای ارزیابی پروژه‌های ایمنی جاده است. درواقع، تعامل و معاوضه[5] 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، درواقع 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 (برحسب 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

---

[1] Jones Lee and Loomis
[2] Jones Lee et al.
[3] Elvik et al.
[4] Value of Statistical Life (VSL)
[5] Trade-Off

می‌شـود که نقشـی مهم در ارزیابی پروژه‌های ایمنی جاده، اولویت بندی پروژه‌ها و تخصیص بودجه در این زمینه دارد (آشنفلتر[1]، ۲۰۰۶).

در این راستا، این مطالعه در چارچوب مدل‌های اقتصاد سنجی به برآورد ارزش آماری زندگی در بهبود ایمنی جاده در بین رانندگان شـهر تبریز در سال۱۳۹۶ می‌پردازد تا سیاست‌گذاران بتوانند در زمینه سـوانح ترافیکی و تخصـیص منابع، برنامه ریزی و سـیاسـت‌گذاری‌های دقیق‌تری داشته باشند. این مطالعه در ۶ 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 شـده و سـپس، نتایج مدل برآوردی تحلیل شـده و پیشنهادات مرتبط با نتایج ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- تعریف ارزش آماری زندگی و روش‌های برآورد آن

نیاز فزاینده به سیستم‌های حمل و نقل پایدار که به واسطه تقاضای افراد برای تردد و باربری ایجاد شده است، نیازمند تخصیص منابع کارآمد است که لزوم تجزیه و تحلیل اقتصادی پروژه‌ها را بر اساس تحلیل‌های هزینه-فایده مطرح می‌سازد. ارزشگذاری و ارزیابی هزینه‌های تصادفات جاده‌ای که منعکس کننده یکی از بیشترین تاثیرات منفی حمل و نقل جاده‌ای است؛ جدای از اثراتی چون آلودگی هوا و... امری چالش برانگیز است. به نحوی که ارزیابی هزینه تصادفات باید با توجه به یک تکنیک قیمت‌گذاری کارآمد انجام گیرد و تحلیل‌های هزینه-فایده میزان سرمایه‌گذاری لازم برای بهبود ایمنی جاده را ارزیابی کند. ارزش بهبود ایمنی که توسط ارزش آماری زندگی بیان می‌شود، عامل کلیدی در ارزشگذاری پروژه‌های ایمنی جاده‌ای است.

مفهوم ارزش آماری زندگی، به ارزش زندگی خاصی اشاره نمی‌کند، بلکه اشاره به ارزشگذاری یک زندگی از جنبه آماری دارد که توسط یک خطر احتمالی، تهدید می‌شود (باهامونده و

[1] Ashenfelter

همکاران[۱]، ۲۰۱۵). نقش کلیدی برای ادبیات تجربی ارزش آماری زندگی را ویسکوزی[۲] (۱۹۹۳)، ایفا می‌کند (اندرسون و تریک[۳]، ۲۰۱۱). ارزش آماری زندگی، به صورت مجموع تمایل به پرداخت افراد[۴] برای بهبود ایمنی و یا مجموع تمایل به پذیرش افراد[۵] برای جبران خسارت سطوح ریسک افزایشی محاسبه می‌شود و لذا مبنای محاسبه ارزش آماری زندگی یکی از این دو رویکرد است. رویکرد تمایل به پرداخت برای ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر، توسط درز[۶] (۱۹۶۲) معرفی شد. مقاله وی در فرانسه منتشر شد و این مفهوم به طور وسیعی، بعدا با مقاله اسکلینگ[۷] (۱۹۶۸)، شناخته شد (اندرسون و تریک، ۲۰۱۱).

ارزش‌های تمایل به پرداخت و تمایل به پذیرش، بده-بستان افراد را برای مخارج بهبود ایمنی در مقابل دیگر جایگزین‌های مصرف نشان می‌دهند. بنابراین، می‌توان گفت این ارزش‌ها به روشنی ترجیحات افراد را منعکس می‌کنند و نیز، ادراکات و نگرش افراد را نسبت به ریسک و خطر نشان می‌دهند. تمایل به پرداخت به صورت ماکزیمم مقدار پولی که افراد حاضرند برای اجتناب از ریسک مرگ و میر یا جراحات به دلیل انجام فعالیت‌های مخاطره‌آمیز که دراین مورد ترافیک جاده‌ای مدنظرماست بپردازند، تعریف می‌شود (میشان[۸]، ۱۹۷۱). روش تمایل به پرداخت در تصادفات ترافیکی منعکس کننده تلاشی مستمر برای پیشگیری از، از دست دادن حیات فرد و به تبع آن، کاهش اثرات جدی تصادفات است.

اگر مدل استاندارد یک دوره‌ای ارزش آماری زندگی را در نظر بگیریم. مطابق تئوری اقتصاد خرد، افراد در انتخاب‌های خود در پی ماکزیمم کردن مطلوبیت غیرمستقیم انتظاری خود هستند (اندرسون و تریک، ۲۰۱۱).

---

[1] Bahamonde et al.
[2] Viscusi
[3] Anderson and Treich
[4] Willingness to Pay (WTP)
[5] Willingness to Accept (WTA)
[6] Dreze
[7] Schelling
[8] Mishan

$$V \equiv pu(w) + (1-p)v(w) \quad (۱)$$

P احتمال زنده ماندن در دوره‌ای مشخص، u(w) مطلوبیت ثروت w است اگر فرد در دوره مورد نظر زنده بماند و v(w)، مطلوبیت ثروت w است اگر فرد بمیرد (مطلوبیت ارث). این مدل توسط درز (۱۹۶۲) و جونز لی (۱۹۷۴) برای معرفی ادبیات ارزش آماری زندگی معرفی شده است. فرض می‌شود u و v دارای مشتق دوم باشند:

$$u > v, u' > v' \geq 0, u'' \leq 0\,, v'' \leq 0 \quad (۲)$$

بنابراین، منحنی مطلوبیت افزایشی و شبه مقعر است. در هر سطح ثروتی، هم مطلوبیت و هم مطلوبیت نهایی در صورت زنده ماندن، بیشتر است. تحت این فرضیات استاندارد، منحنی‌های بی‌تفاوتی کاهشی و اکیدا محدب خواهد بود. تمایل به پرداخت برای کاهش ریسک مرگ و میر به میزان $\Delta p \equiv \varepsilon$، که با $C(\varepsilon)$، نشان داده می‌شود، برابر است با:

$$V = (p+\varepsilon)u(w - C(\varepsilon)) + (1-p-\varepsilon)v(w - C(\varepsilon)) \quad (۳)$$

به طور مشابه، تمایل به پذیرش برای کاهش ریسک مرگ و میر به میزان $\Delta p \equiv \varepsilon$، که با $P(\varepsilon)$ نشان داده می‌شود، برابر است با:

$$V = (p-\varepsilon)u(w + P(\varepsilon)) + (1-p+\varepsilon)v(w - P(\varepsilon)) \quad (۴)$$

با توجه به معادلات، هر دو مقادیر تمایل به پذیرش و تمایل به پرداخت به میزان کاهش ریسک مرگ و میر بستگی دارند. ارزش آماری زندگی، مقادیری را که افراد تمایل به پرداخت دارند برای اینکه از یک مرگ به طور حتم جلوگیری کنند و یا مبالغی را که تمایل به پذیرش دارند، وقتی به طور حتم با مرگ روبه‌رو می‌شوند، اندازه نمی‌گیرد. بلکه، ارزش آماری زندگی اندازه‌گیری مقادیر تمایل به پرداخت و تمایل به پذیرش به ازای یک تغییر بسیار کوچک در ریسک مرگ و میر است. به عبارت دیگر، ارزش آماری زندگی نرخ نهایی جانشینی بین ثروت و احتمال زنده ماندن است:

$$VSL \equiv \frac{-dw}{dp} = \frac{u(w)-v(w)}{pu'(w)+(1-p)v'(w)} \quad (۵)$$

ارزش آماری زندگی به p و u، v و w بستگی دارد به طوری‌که، همراه با افزایش ریسک $(1-p)$ افزایش می‌یابد و همراه با افزایش احتمال زنده ماندن p، کاهش می‌یابد. بنابراین اگر فردی با

احتمال بالای مرگ و میر روبه‌رو باشد، انگیزه کمی برای محدود کردن مخارج برای کاهش ریسک دارد، زیرا شانس زنده ماندن ندارد. در معادله (۵)، مقدار کسر بستگی به p دارد. از آنجا که $u' > v'$ است، مقدار مخرج کسر با کاهش p کاهش می‌یابد.

اثر ثروت نشان می‌دهد که چگونه ارزش آماری زندگی همراه با افزایش w، به دو دلیل افزایش می‌یابد. افراد ثروتمند با مردن پول زیادی از دست می‌دهند، بنابراین صورت کسر همراه با افزایش w، افزایش می‌یابد. از طرفی، مطلوبیت درآمدی افراد ثروتمند، کمتر است، لذا این امر باعث کاهش مخرج کسر می‌گردد. برای بیان این دو اثر، اگر فرض کنیم مطلوبیت نهایی برابر صفر باشد یعنی u(w)=0، و تابعی با فرم خاص برای مطلوبیت در نظر بگیریم، به طور مثال، اگر:

$$u(w) = \frac{w^{1-\gamma}}{1-\gamma} \qquad (۶)$$

باشد و γ در محدوده صفر و یک قرار داشته باشد، در این صورت ارزش آماری زندگی برابر خواهد بود با:

$$VSL = \frac{w}{P(1-\gamma)} \qquad (۷)$$

که یک تابع افزایشی از سطح ثروت و یک تابع کاهشی از احتمال زنده ماندن است. اگر بخواهیم مدل‌های واقعی‌تر چند دوره‌ای را در نظر بگیریم، افراد ترجیحاتی را در طول توزیع احتمال دوره زندگی و در طول سطوح مصرف در هر دوره از زندگی خود دارند. مدل دو دوره‌ای به شکل زیر بیان می‌شود:

$$J \equiv \max u(c) + \beta p u(r(w-c)) \qquad (۸)$$

β، نرخ تنزیل، r نرخ بهره، c مصرف در دوره یک و p احتمال زنده ماندن فرد از دوره یک تا دوره دو است. با توجه به رابطه (۸)، مشاهده می‌شود که هیچ انگیزه باقی گذاشتن ارثی وجود ندارد و فردی که در دوره یک زنده است به طور حتم، در دوره دو می‌میرد. ارزش آماری زندگی، نرخ نهایی جانشینی بین ثروت و احتمال زنده ماندن است. بنابراین خواهیم داشت:

$$VSL \equiv \frac{-dw}{dp} = \frac{\partial J/\partial p}{\partial J/\partial w} = \frac{u(r(w-c^*))}{pru'(r(w-c^*))} \qquad (۹)$$

در این معادله c^* نشان دهنده مصرف بهینه است. همانطور که مشاهده می‌شود، فرمول محاسبه ارزش آماری زندگی خیلی متفاوت از مقدار محاسباتی آن برای مدل یک دوره‌ای نیست. حال اگر بخواهیم مدلی برای سرمایه‌گذاری عمومی برای ایمنی جاده معرفی کنیم، فرض می‌شود که اقتصاد از n فرد تشکیل شده است و سطح مخارج ایمنی z یک کالای عمومی است. مخارج ایمنی همراه با احتمال زنده ماندن هر فرد i یعنی p_i افزایش می‌یابد و $p_i > 0$. مطلوبیت انتظاری فرد i برابر خواهد بود با:

$$V_i \equiv p_i(z)u_i(w_i) + (1 - p_i(z))u_i(w_i) \qquad (۱۰)$$

هدف برنامه‌ریزان اجتماعی، انتخاب سطح مخارج ایمنی عمومی با توجه به سطح مالیات فردی t_i است برای ماکزیمم کردن:

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i \{p_i(z)u_i(w_i - t_i) + \big(1 - p_i(z)\big)u_i(w_i - t_i)\} \qquad (۱۱)$$

با محدودیت بودجه:

$$\sum_{i=1}^{n} t_i = z \qquad (۱۲)$$

لازم به ذکر است که λ_i، وزن پرتو مربوط به هر فرد i، از نظر برنامه‌ریزان و سیاستگذارن اجتماعی است. شرط درجه اول برای بهینه بودن برنامه توسط معادلات زیر بیان می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i\, p'_i(z)(u_i(w_i - t_i) + v_i(w_i - t_i)) = \mu \qquad (۱۳)$$

$$\lambda_i\{p_i(z)u'_i(w_i - t_i) + \big(1 - p_i(z)\big)v'_i(w_i - t_i)\} = \mu \qquad (۱۴)$$

که μ، ضریب لاگرانژ مربوط به معادله (۱۲) می‌باشد. معادله (۱۳)، بیانگر نفع نهایی یا سود نهایی اجتماعی است، در حالی که معادله (۱۴)، بیانگر شرایط برابری هزینه نهایی افراد است. با حذف λ_i ها و μ ، خواهیم داشت:

$$\sum_{i=1}^{n} p'_i(z)VSL_i = 1 \qquad (۱۵)$$

$$VSL_i = \frac{(u_i(w_i - t_i) + v_i(w_i - t_i)}{p_i(z)u'_i(w_i - t_i) + \big(1 - p_i(z)\big)v'_i(w_i - t_i)} \qquad (۱۶)$$

که VSL_i ارزش آماری زندگی برای هر فرد i است. معادله (۱۵)، شرایط کارا برای سطح بهینه ایمنی عمومی در اقتصاد را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، اگر افزایش احتمال

زنده ماندن فرد با ارزش آماری زندگی ناهمبسته باشد، شرط کارایی به صورت زیر بیان می-شود:

$$\frac{1}{\sum_i^n p'_i(z)} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} VSL_i \qquad (۱۷)$$

بنابراین، هزینه نهایی برای حفظ یک زندگی از جنبه آماری می‌بایست برابر با میانگین حسابی کل جمعیت باشد. لذا، این شرط کارایی، زمانی که پروژه‌های عمومی بر ریسک مرگ و میر در جامعه تاثیرگذار است، استفاده از ارزش آماری زندگی را به عنوان معیار اقتصادی برای مشخص کردن ارزش زندگی اجتماعی توجیه می‌کند (همان).

از آنجایی که ایمنی جاده و کاهش ریسک مرگ و میر کالای غیر بازاری است و قیمت آن به طور مستقیم در دسترس نیست، پولی‌سازی و یا درواقع، بیان بهبود ایمنی به صورت مقادیر پولی، مسئله پیچیده‌ای است. لذا ضروری است که روش‌های درستی برای این کار معرفی شوند. از جمله روش‌های معروف و پر کاربرد، روش ترجیحات بیان شده[۱] می‌باشد.

در روش ترجیحات بیان شده، رفتار افراد با توجه به نوع کاربری راه در وضعیت‌های فرضی سنجیده می‌شود. روش SP یک نقش مهم در مورد متغیرهای تصمیم به تحلیل‌گران ایفا می‌کند. به خصوص، زمانی که داده‌های ارزشی بر مبنای ارزش بازاری در دسترس نیست. مزایای این روش توانایی در گسترش طیف وسیعی از سناریوها برای توضیح موقعیت‌های مورد نظر است. از این‌رو که روش ترجیحات بیان شده سعی در قیمت‌گذاری کالاهای غیر بازاری دارد، با تئوری اقتصادی نئوکلاسیک استاندارد مطابقت دارد (فلوگل و همکاران[۲]، ۲۰۱۵). در این روش، از دو رویکرد انتخاب بیان شده[۳] و روش ارزشگذاری مشروط[۴] استفاده در روش ارزشگذاری مشروط، حداکثر میزان تمایل به پرداخت افراد برای تغییر در مقدار یک کالا سوال می‌شود. البته در این روش بعد از اطمینان از درک خطر افراد، حداکثر تمایل به

[1] Stated Preferences (SP)
[2] Flugel et al.
[3] Stated Choice Method (SCM)
[4] Contingent Valuation Method (CVM)

پرداخت برای اجتناب از ریسک مرگ و میر یا جراحت پرسیده می‌شود (میتچل و کارسون[۱]، ۲۰۱۰).

روش SCM، تستی است که در آن از افراد خواسته می‌شود بین ترکیبات مختلف جایگزین راه انتخاب کنند. لذا SCM به طور ضمنی، رفتار واقعی مردم را نشان می‌دهد و یک روش بسیار مناسب برای ارزیابی ناملموس است (محمد[۲]، ۲۰۱۵). پایه نظری مفهوم با استفاده از چارچوب مطلوبیت انتظاری توسط میشان[۳] (۱۹۷۱) و جونز لی[۴] (۱۹۷۴) گستردگی پیدا کرد (اندرسون و تریک، ۲۰۱۱) و سپس این تکنیک، در مطالعات بسیاری توسط بلایج[۵] (۲۰۰۲)، ایراگوئن و اورتوزار[۶] (۲۰۰۴)، هنشر و همکاران[۷] (۲۰۰۹) و هاجمن و همکاران[۸] (۲۰۰۵) به‌کار گرفته شد (ویستن و همکاران[۹]، ۲۰۱۳). در مطالعات ارزشگذاری مشروط که از افراد خواسته می‌شود میزان تمایل به پرداخت را برای تغییر مقادیر مشخص ریسک مرگ و میر یا ریسک مصدومیت (به طور مثال تغییر، به صورت کاهش یک مورد مرگ و میر یا مصدومیت در هزار مورد، مشخص می‌شود)، بیان کنند، در حالی که در مطالعات انتخاب بیان شده، به جای بیان احتمالات برای مرگ و میر و مصدومیت، معمولا، تعداد تلفات و مصدومان به منظور بررسی ترجیحات افراد، به کار می‌رود. به این دلیل که افراد در هنگام رانندگی، مسیرهای رانندگی را با توجه به احتمال مرگ و میر یا مصدومیت نمی‌سنجند بلکه، نگرش افراد در مورد میزان ریسک بالای مرگ و میر یا مصدومیت در یک مسیر، از

بلکه، نگرش افراد در مورد میزان ریسک بالای مرگ و میر یا مصدومیت در یک مسیر، از طریق اطلاعات منتشر شده از رسانه‌ها در مورد تعداد تصادفات، تعداد مرگ و میر، تعداد

[1] Mitchel and Carson
[2] Mohamed
[3] .Mishan
[4] Jones –lee
[5] De Blaeij
[6] Iraguen and Ortuzar
[7] Hensher et al.
[8] Hojman et al.
[9] Veisten et al.

مصدومان تاثیر می‌پذیرد (هاجمن و همکاران، ۲۰۰۵). لذا، در روش انتخاب بیان شده، افراد ریسک و خطر را بهتر درک می‌کنند و نتایج برآورد قابل اعتمادتری دارد و تورش روش ارزشگذاری مشروط را تا حد زیادی کاهش می‌دهد (ریزی و اورتوزار[1]، ۲۰۰۳).

روش SCM، که سناریوهای فرضی را برای انتخاب به مخاطب معرفی می‌کند، به طور ضمنی تمام اطلاعات پس زمینه‌ای مورد نیاز برای تصمیم‌گیری و انتخاب شامل مسیرهای جایگزین، عوارض، زمان و تصادفات و... را در اختیار مخاطب قرار می‌دهد. از این رو، SCM نقص مهم CVM را نشان می‌دهد که تنها بر معاوضه بین پول و ریسک قرار دارد، بدون در نظر گرفتن طبیعت و ماهیت خاص یک سفر (مک فادن[2]، ۱۹۹۸). 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 می‌شود. این روش کالاهای عمومی را بر اساس ویژگی‌هایشان و با استفاده از الگوی احتمالاتی انتخاب بین دسته‌های مختلف ویژگی‌ها ارزشگذاری می‌کند. اگر یکی از این ویژگی-ها قیمت یا هزینه باشد، برآوردهای مطلوبیت نهایی به برآوردهای تمایل به پرداخت برای تغییر در سطوح ویژگی‌ها تبدیل می‌شود و از این طریق، برآوردهای رفاهی برای ترکیبات سطوح ویژگی‌ها به دست می‌آید (هانلی و همکاران[3]، ۲۰۰۱).

۲-۲-مدلسازی VSL

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.

$$V = V(r, c, t) \qquad (۱۸)$$

[1] Rizzi and Ortuzar
[2] McFadden
[3] Hanley et al.

r، ریسک مرگ و میر یا جراحت، c، هزینه سفر و t، زمان سفر در یک مسیر خاص است.
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 به N کاربر در سطح مطلوبیت ثابت، به علاوه کواریانس بین نرخ‌های جانشینی افراد MRS_j و کاهش ریسک δr.

$$MRS_j = \frac{\partial V}{\partial r} \Big/ \frac{\partial V}{\partial C}_{:V=\bar{V}} \qquad (۱۹)$$

$$VSL = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} MRS_j + N\ COV\left(MRS_j, |\delta r|\right) \qquad (۲۰)$$

$$COV\left(MRS_j, |\delta r|\right) = \sum_{j=1}^{N}\frac{MRS_j\,\delta r_j}{N} - \sum_{j=1}^{N}\frac{MRS_j}{N}\sum_{j=1}^{N}\frac{\delta r_j}{N} \qquad (۲۱)$$

در عبارت (۲۰)، 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 (۲۰) به صورت زیر بیان می‌شود:

$$VSL = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} MRS_j \qquad (۲۲)$$

به عبارت دیگر، ارزش آماری زندگی اجتناب از مرگ و میر یا جراحت می‌تواند به صورت جمع MRS مجموعه‌ای از افراد که در مسیری خاص تردد می‌کنند، محاسبه شود. از نظر فرم تابعی MRS به درک هر فرد از ریسک خود بستگی دارد. بررسی مشابهی می‌تواند از طریق نرخ مرگ و میر یا جراحت انجام گیرد که از نقطه نظر مخاطب قابل فهم باشد. لذا معادله (۱۹) به صورت زیر بیان می‌شود:

$$MRS_j = \frac{\partial V}{\partial f} \Big/ \frac{\partial V}{\partial C}_{:V=\bar{V}} = \sum_{j=1}^{N} SVF_j \qquad (۲۳)$$

f نشان دهنده تعداد تصادفات منتهی به مرگ و میر است و ریسک به صورت نسبت مرگ و میر به جمعیت محاسبه می‌شود (نیرومند و جنکینز[1]، ۲۰۱۶) :

$$r = \frac{f}{N} \qquad (۲۴)$$

[1] Niroomand and Jenkins

MRS می‌تواند به عنوان ارزش ضمنی زندگی تفسیر شود که با میانگین‌گیری آن در طول افراد VSL را نتیجه می‌دهد. SVF[1] ارزش ذهنی کاهش تلفات است که می‌تواند به عنوان قیمت لیندال یا مالیات لیندال تفسیر شود (واریان[2]، ۱۹۹۲). معادله (۲۰) مظهر تعریف تمایل به پرداخت جامعه (WTP) برای کالای عمومی (بهبود ایمنی جاده) است. بنابراین، 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.

۲-۳- مطالعات انجام شده

یکی از روش‌های بررسی برآوردهای انجام شده در زمینه ارزش آماری زندگی، روش متاآنالیز است که تفاوت‌های موجود در روش‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و بهترین برآورد VSL را مشخص می‌کند. در مطالعه‌ای که توسط بلایج و همکاران[3] در سال ۲۰۰۳ با استفاده از روش متاآنالیز صورت گرفته است، مروری کلی بر ادبیات تجربی در زمینه ارزش آماری زندگی در ایمنی جاده انجام شده است. نتایج این مطالعه نشان داده است که تخمین VSL بسیار به روش سنجش ارزش یعنی استفاده از رویکرد SP و RP بستگی دارد. هم‌چنین، نتایج حاکی از آن است که VSL برای کالاهای خصوصی بیشتر از کالاهای عمومی است که از دلایل آن می‌توان به انگیزه سواری مجانی در کالاهای عمومی اشاره کرد. مطابق نتایج این مطالعه، میانگین VSL مبلغی برابر ۴/۴ میلیون دلار (به قیمت پایه سال ۱۹۹۷) است.

هم‌چنین، این بررسی، شامل مطالعاتی بود که براساس روش هزینه حفظ زندگی انجام شده‌اند و بدون در نظر گرفتن این مطالعات، VSL رقمی بالاتر دارد. یک مطالعه اخیر متاآنالیز در کشورهای OECD انجام گرفته است. در این تحلیل، ۸۵۰ برآورد VSL برای ۸۰ مطالعه بر اساس ترجیحات بیان شده آنالیز شده است. متوسط VSL برای ایمنی جاده مبلغی حدود ۷ میلیون دلار (به قیمت پایه سال ۲۰۰۵) است. در این بررسی یک سوم مقادیر VSL مربوط

[1] Subjective Value of Fatality
[2] Varian
[3] De Blaeij et al.

به ایمنی جاده است و مابقی به ریسک‌های زیست محیطی و دیگر ریسک‌های بهداشتی و سلامت مربوط می‌شود که نشان می‌دهد که VSL مربوط به ایمنی جاده و دیگر ریسک‌های بهداشتی و سلامتی بیشتر از VSL مربوط به ریسک‌های زیست محیطی است اما دلیل آن نامعلوم است (فکت شیت اس دبلیو او وی[1]، ۲۰۱۲).

نتایج برخی مطالعات معتبر که با استفاده از روش ارزشگذاری مشروط، ارزش آماری زندگی را برآورد کرده‌اند، در این‌جا آورده شده است. در مطالعه‌ای که در فرانسه توسط حداک و همکاران در سال ۲۰۱۰ انجام شده است به بررسی عوامل تاثیرگذار 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 ازتصادفات است. در مقاله ویستن و همکاران (۲۰۱۳)، که ریسک به عنوان یکی از شاخصه‌های سفر در بررسی ترجیحات بیان شده افراد برای ارزشگذاری کاهش ریسک مرگ و میر در نروژ می‌باشد، میزان ارزش آماری زندگی در طیف ۰/۱ تا ۲/۴ میلیون دلار، و میزان ارزش آماری جراحت در طیف ۱/۵ تا ۴ میلیون دلار قرار دارد. یک بررسی توسط مفدل و همکاران[2] در سودان در سال ۲۰۱۴ 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 ۴۰ درصد 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. در سال ۱۳۹۳ در مطالعه‌ای که در ایران توسط عینی و همکاران با استفاده از مدل وایبول انجام گرفته است نشان داده شده که تمایل به پرداخت برای افرادی که برای کاهش زمان سفر پرداخت اضافه داشتند و نیز افراد با هزینه رفت و آمد بیشتر و تحصیلات بیشتر، بالاتر است. هم‌چنین، در این مطالعه، ارزش آماری زندگی برای یک فوت بر اساس

[1] SWOV Fact Sheet
[2] Mofadal et al.

میانگین تمایل به پرداخت برای کاهش ریسک مرگ و میر ۱۹۷۱۳۵۸۴۹۰ تومان معادل ۶/۴۶ درصد درآمد ملی برآورد شده است. در حالی که در مطالعه‌ای که توسط آیتی و واحدی[1] در سال ۱۳۸۶ انجام گرفته است، هزینه سوانح ترافیکی مجموع هزینه‌های موارد فوت و جرح در ایران ۶۱/۲ درصد درآمد ملی گزارش شده است.

در این قسمت به بررسی نتایج برخی مطالعات معتبر با استفاده از روش انتخاب بیان شده، پرداخته می‌شود. در مقاله هنشر و همکاران در سال ۲۰۰۹، میزان ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت به طور جداگانه برای رانندگان خودرو در جاده‌های شهری و غیر شهری سیدنی برآورد شده است. میزان ارزش آماری زندگی برای جاده‌های شهری ۶۳۶۹۶۵۵ و برای جاده‌های غیر شهری ۶۲۹۸۰۶۲ دلار و میزان ارزش آماری جراحت یا مصدومیت، برای جاده-های شهری ۴۴۷۸۳ و برای جاده‌های غیر شهری ۴۸۹۲۷ دلار برآورد شده است.

در مقاله‌ای دیگر توسط هنشر و همکاران در سال ۲۰۱۱، میزان ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت به طور جداگانه برای عابران پیاده در جاده‌های شهری و غیر شهری سیدنی برآورد شده است. میزان ارزش آماری زندگی برای جاده‌های شهری ۵۳۵۲۱۴۰ و برای جاده-های غیر شهری ۴۲۴۴۵۳۰ دلار و میزان ارزش آماری مصدومیت، برای جاده‌های شهری ۱۱۸۷۳۲ و برای جاده‌های غیر شهری ۶۹۶۵۳ دلار برآورد شده است.

در سال ۲۰۱۳، مطالعه‌ای که در یکی از شهرهای چین توسط ونگ و شانگچان[2] انجام شد، برآوردی معادل ۳۶۰۰۰۰ RMB 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.

نیرومند و جنکینز در تحقیقی که در سال ۲۰۱۴ 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، ۱۶۸۸۵ و ۱۱۸۵ یورو برآورد کردند. نتایج بررسی

[1] Ayati and Vahedi (2006)
[2] Wenge and Shongchuan

WTP و VSL در جاده‌های روستایی و شهری یونان در سال ۲۰۱۴ توسط آنتونین[1]، با استفاده از مدل پروبیت نشان می‌دهد که مقادیر WTP و VSL برای جاده‌های روستایی به ترتیب، ۳/۶ و ۱/۸ برابر بیشتر از جاده‌های شهری است که از دلایل آن ناامنی و ریسک بالای تصادفات در جاده‌های روستایی ذکر شده است.

در مطالعه‌ای توسط یانگ و همکاران[2] در شهر نانجینگ چین 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. در مطالعه‌ای دیگر توسط نیرومند و جنکینز در سال ۲۰۱۷، میزان ارزش آماری زندگی و ارزش آماری مصدومیت برای عابران پیاده ترکیه‌ای مقیم قبرس شمالی در سال ۲۰۱۷، به ترتیب ۶۹۹۴۳۴ و ۲۰۰۷۷ یورو و ارزش صرفه‌جویی در زمان ۷/۲۰ یورو در ساعت برآورد شده است. در این مطالعه، اثرات متقابل درآمد و مرگ و میر و مرگ و میر و سن مثبت و اثر متقابل جراحت و درآمد منفی گزارش شده است. هم‌چنین، مطابق این مطالعه، ریسک تلفات عابران پیاده از دیگر کاربران راه بیشتر است.

۳- روش تحقیق

۳-۱- معرفی مدل تحقیق

در این تحقیق، مدل انتخاب گسسته و از نوع مدل‌های لاجیت ادغامی و تئوری مطلوبیت تصادفی برگرفته از مطالعه نیرومند و جنکینز (۲۰۱۶)، به کار گرفته شده که از جمله مدل‌های 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:

$$V_{ji} = \alpha f_{ji} + \beta C_{ji} + \gamma t_{ji} \qquad (۲۵)$$

[1] Antonion
[2] Yang et al.

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

$$U_{jic} = V_{jic} + \varepsilon_{jic} \qquad (۲۶)$$

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 یکسان در میان آلترناتیوها و افراد توزیع شوند (ارزش حدی نوع یک)، مدل لاجیت چند 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 (نیرومند و جنکینز، ۲۰۱۶ و ویستن و همکاران، ۲۰۱۳).

درواقع، تحلیل‌گرانی که فرآیند تصمیم‌گیری را با استفاده از تئوری مطلوبیت تصادفی، مدلسازی می‌کنند؛ نمی‌توانند تمامی مراحل ممکن را که بر انتخاب تاثیرگذار است در مدل بگنجانند. زیرا، روند تصمیم‌گیری به طور کلی ناهمگن است. ناهمگنی می‌تواند به دلیل تنوع سلیقه‌ای در چگونگی وزن‌دهی افراد به شاخصه‌ها اتفاق افتد که این تنوع می‌تواند به ترجیحات ناهمگن مشاهده شده و مشاهده نشده تجزیه شود. در حالی که، مدل استاندارد لاجیت یا مدل شرطی و یا مدل لاجیت چند جمله‌ای می‌توانند ناهمگنی ترجیحات مشاهده شده را به وسیله اثرات متقابل شاخصه‌ها و کاراکترهای فردی مدلسازی کنند، اما ترجیحات ناهمگن مشاهده نشده نیاز به فرضیات بیشتر و مدل‌های دیگری دارد. برای محاسبه ترجیحات ناهمگن مشاهده نشده، بوید و ملمن[1] مدل لاجیت ادغامی را توسط اضافه کردن پارامترهای تصادفی MNL معرفی کردند؛ که این پارامترها توزیع‌های خاص پیوسته و پارامتریک ادغامی داشتند.

[1] Boyd and Mellman

مدل لاجیت ادغامی بعد از مقاله مک فادن و ترین[1] به سرعت به یک مدل استاندارد برای تحقیقات مدلسازی انتخاب، تبدیل شد. در این مقاله نویسندگان نشان دادند که هر مدل ماکزیمم سازی مطلوبیت تصادفی می‌تواند توسط لاجیت ادغامی برآورد شود اگر که؛ توزیع‌های ادغامی پارامترهای تصادفی به طور صحیح مشخص شود (بامسال و همکاران[2]، ۲۰۱۸).

بنابراین، برخلاف پارامترهای همگن در مدل لاجیت عادی، فرض می‌کنیم که برخی از پارامترها ثابت نباشند و برای هر فرد و هر گزینه، ضریب خاصی داشته باشیم. لذا می‌توان گفت، مطلوبیت برای پارامترهای موردنظر، تصادفی است؛ 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:

$$P_{jic} = \int \frac{e^{V_{jic}}}{\sum_{j=1} e^{V_{jic}}} \, g(\beta_n|\theta) \, d\beta \qquad (۲۷)$$

$$E(P_{jic}(\beta)) = \frac{e^{V_{jic}(\beta)}}{\sum_{j=1} V_{jic}(\beta)} \qquad (۲۸)$$

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 (ترین[3]، ۲۰۰۳). احتمال انتخاب یک گزینه خاص 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 شبیه‌سازی شده محاسبه می‌شود (نیرومند و جنکینز، ۲۰۱۶).

$$P_{jic} = \int E(P_{jic}|\beta_n) g(\beta_n|\theta) d\beta \qquad (۲۹)$$

۳-۲- برآورد مقادیر ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت

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.

---

[1] McFadden and Train
[2] Bamsal et al.
[3] Train

مقادیر محاسباتی، ارزش کاهش ریسک مرگ و میر (VSL) و ارزش کاهش ریسک مجروح شدن (VI) 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 احتمال 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 (نیرومند و جنکینز، ۲۰۱۶، ویستن و همکاران، ۲۰۱۳ و فلوگل و همکاران، ۲۰۱۵).

$$\mathrm{VRR_f} = \mathrm{VSL} = \frac{\mathrm{WTP_{per\ trip}}}{\mathrm{Trip\ kms}} \times \frac{\mathrm{AAVKM}}{\#\ \mathrm{Fatalities}} \qquad (۳۰)$$

$$\mathrm{VRR_f} = \mathrm{VI} = \frac{\mathrm{WTP_{per\ trip}}}{\mathrm{Trip\ kms}} \times \frac{\mathrm{AAVKM}}{\#\ \mathrm{Injuries}} \qquad (۳۱)$$

بنابراین احتمال مرگ و میر و مجروح شدن به صورت رابطه‌ی بین تعداد مرگ ومیر یا مجروحان در یک سال و در معرض خطر قرار گرفتن که به صورت میانگین کیلومترهای پیموده شده در یک سال (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 (همان).

۳-۳- طراحی آزمون انتخاب

روش آزمون انتخاب، روشی مناسب برای ارزیابی اقتصادی پیامدهای مختلف زیست محیطی و ایمنی است. در این روش، به جای برآورد میزان تمایل به پرداخت، انتخاب‌های متفاوتی برای دامنه‌ای از ویژگی‌ها، مدلسازی می‌شود. طراحی یک آزمون انتخاب شامل چندین مرحله

است که این مراحل باید به صورت روند تکاملی و منسجم و متوالی همراه با بازخورد نسبت به مراحل پیش انجام شود (جعفری و همکاران[1]، ۱۳۹۲).

نخستین گام در طراحی آزمون انتخاب، گزینش ویژگی‌هاست. انتخاب ویژگی‌ها باید به صورتی باشد که بر مبنای انتخاب افراد تاثیرگذار باشد و با برنامه‌های سیاسی منطقه، شهر یا کشور مطابقت داشته باشد و برای پاسخگویان قابل درک و با اهمیت باشد. اولین قدم در ایجاد یک آزمون انتخاب، هدایت یک گروه هدف[2] به منظور انتخاب ویژگی‌های کاملا مرتبط است. وظیفه گروه مورد نظر، تعیین نوع و تعداد ویژگی‌ها و سطوح مورد نظر و نوع وسیله پرداخت[3] است. موضوع مهم دیگر در انتخاب ویژگی‌ها و سطوح متناظرشان، سازگاری آن‌هاست که باید تلاش شود تا گزینه (آلترناتیو)، به وسیله ارتباط با سطوح واقعی، تا حد ممکن برای عامه مردم قابل فهم باشد. به علاوه، پیچیدگی یک آزمون انتخاب در رابطه با تعداد مجموعه‌های انتخاب و یا تعداد ویژگی‌ها در هر مجموعه انتخاب، ممکن است بر کیفیت پاسخ‌ها تاثیر داشته باشد. در کل، بین پیچیدگی آزمون‌های انتخاب و کیفیت پاسخ‌ها رابطه عکس وجود دارد. اگر محقق برای توصیف کامل کالای غیر بازاری اقدام به ارائه تعداد زیاد ویژگی با سطوح زیاد کند، افزایش تعداد گزینه‌های انتخاب موجب پیچیدگی آزمون‌ها می‌شود (عیسی زاده و همکاران[4]، ۱۳۹۰).

برای مشخص کردن و انتخاب ویژگی‌ها و شاخصه‌های مهم تاثیرگذار 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. چندین پرسشنامه اولیه توسط ۵ گروه هدف متشکل از ۵۰ نفر مورد بررسی قرار گرفت و نظرات و پیشنهادات آن‌ها در مورد ایمنی جاده، رانندگی، تصادفات و سابقه تصادف به منظور شناسایی عوامل موثر مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخصه‌های مهم و سطوح آن‌ها با توجه به

[1] Jafari et al. (2013)
[2] Focus Group
[3] Payment Vehicle
[4] Isazadeh et al. (2011)

بازخورد طرح اولیه پرسشنامه از گروه هدف، تصحیح گردید. نهایتا، بنا بر ادبیات موضوع و مشورت با متخصصان و کارشناسان سازمان‌های ترافیک و پلیس راهنمایی و رانندگی و بررسی مطالعات انجام گرفته، تعداد ۶ ویژگی 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. جدول (۱) نمایانگر یک نمونه از این ویژگی‌هاست.

جدول (۱): سطوح ویژگی‌ها

ویژگی‌ها یا شاخصه‌ها	سطوح
میانگین سرعت بر حسب کیلومتر بر ساعت در جاده-های یک لاین و دو لاین	۱۰۰،۹۰،۸۰،۶۰
تعداد دوربین‌های کنترل سرعت در جاده‌های یک لاین و دو لاین	۰،۱
زمان کل سفر	کمتر از ۶۰ دقیقه ۶۱ دقیقه تا دو ساعت
تعداد مصدومان در سال	کمتر از ۲۰ نفر ۲۰ نفر و بیشتر
تعداد مرگ و میر در سال	کمتر از ۱۰ نفر ۱۰ نفر و بیشتر
درصد تغییر در هزینه‌های ماهانه‌ی رانندگی	۵٪ بیشتر ۱۰٪ بیشتر ۱۵٪ بیشتر ۲۰٪ بیشتر

منبع: یافته‌های تحقیق

برای ویژگی‌های اول و ششم، ۴ سطح و برای ویژگی‌های دیگر دو سطح تعریف شده است. بعد از مرحله تعیین ویژگی‌ها، مجموعه انتخاب‌ها بر پایه‌ی یک طراحی آماری انتخاب می‌شوند.

۳-۴ -فرایند طراحی مجموعه‌های انتخاب

در این تحقیق مجموعه انتخاب با استفاده از تکنیک طراحی تغییریافته[1] ایجاد شده است. رویکرد مرسوم برای این کار، طراحی متعامد یا قائم است (نیرومند و جنکینز، ۲۰۱۶). 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 ۴ سطحی و ۴ ویژگی ۲ دوسطحی، امکان ایجاد ۲۵۶ ($۴^۲\times۲^۴$)، انتخاب را فراهم می‌آورد. اما تعداد زیاد حالات، جوابدهی برای پاسخ‌دهنده را مشکل می‌کند. لذا طراحی فاکتوریل کسری متعامد با ۳۲ مورد (۸ مجموعه انتخاب)، از فاکتوریل کامل به منظور کاهش انتخاب‌ها استخراج شده است. هم-چنین، 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 (لویر و همکاران[2]، ۲۰۰۰).

از لحاظ کارایی طراحی انتخاب، اصول تعادل، ناهمپوشانی، توازن مطلوبیت و نبودن رابطه غالب و مغلوبی در این طراحی رعایت می‌شود. به این ترتیب، زمانی که سطوح شاخصه‌ها یا ویژگی‌ها برای طراحی ماتریس همبستگی اختصاص می‌یابند؛ به طریقی که هر دو ستون از این ماتریس با هم همبستگی ندارند؛ تعامد ایجاد می‌شود و احتمال وجود هم‌خطی حداقل می‌گردد. تعادل سطوح ویژگی‌ها زمانی ایجاد می‌شود که هر سطح از یک ویژگی به دفعات مساوی در مجموعه پروفایل‌ها ظاهر می‌شوند (همان). 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 ۴ 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

---

[1] Shifted Design
[2] Louviere et al.

طریق کاهش شکاف مطلوبیت بین آلترناتیوها توسط تعویض آلترناتیوهای غالب در داخل هر مجموعه انتخاب، تضمین می‌شود (کارلسون و مارتینسون[1]، ۲۰۰۳).

برای افزایش واقع‌گرایی فرایند اتخاذ تصمیم و انتخاب، یک گزینه مسیر کنونی که مربوط به تجربه‌ی اخیر رانندگی مخاطب می‌باشد، به هر مجموعه انتخاب اضافه می‌شود (لویر و همکاران، ۲۰۰۰). 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 دهنده 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 زیر آورده شده است.

جدول (۲): یک نمونه از مجموعه‌های انتخاب

ویژگی‌ها	مسیر A	مسیر B	مسیر کنونی
میانگین سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۹۰	۸۰	
تعداد دوربین‌های کنترل سرعت	۱	۰	
زمان کل سفر(دقیقه)	کمتر از ۶۰ دقیقه	۶۲ دقیقه تا دو ساعت	مسیر فعلی را ترجیح می‌دهم
تعداد مصدومان در سال	۲۰ نفر و بیشتر	کمتر از ۲۰ نفر	
تعداد مرگ و میر در سال	کمتر از ۱۰ نفر	۱۰ نفر و بیشتر	
درصد تغییر در هزینه‌ها	۲۰٪بیشتر	۱۰٪بیشتر	

منبع: یافته‌های تحقیق

۳-۵- طراحی پرسشنامه

بعد از تعیین تعداد ویژگی‌ها و سطوح هر ویژگی و دامنه تغییر ویژگی‌ها و طراحی مجموعه انتخاب و تعداد گزینه‌های موجود در هر مجموعه انتخاب، کار طراحی پرسشنامه آغاز می‌شود. هدف این پرسشنامه ارزیابی ترجیحات افراد برای تمایل به پرداخت جهت کاهش ریسک مرگ

[1] Carlsson and Martinsson

و میر به علت حوادث رانندگی و به منظور بهبود ایمنی جاده‌های شهری شهر تبریز تهیه گردیده است و در اختیار افرادی قرار می‌گیرد که روزانه بنا به اهداف متعدد در حال تردد در سطح شهرهای مذکور می‌باشند. بعد از بررسی مطالعات انجام گرفته و ادبیات موضوع و مشورت با کارشناسان، پرسشنامه اولیه در ۵ بخش سازمان‌دهی شد. بخش اول مربوط به سفر اخیر فرد با وسیله نقلیه‌ای است که روزانه از آن برای تردد استفاده می‌کند. در این بخش نوع وسیله نقلیه مورد استفاده، مبدا و مقصد سفر، زمان سفر، هزینه سفر، دفعات تردد در این خیابان، هدف سفر و تعداد افراد هنگام سفر و مشخصه‌های سنی افراد، پرسیده می‌شود. در بخش دوم سوالی در مورد وضعیت ایمنی جاده کنونی از فرد پرسیده می‌شود. بخش سوم شامل سوالاتی در مورد درک ایمنی است که نظر فرد در مورد اقدامات و قوانین ایمنی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بخش چهارم مربوط به انتخاب فرد از میان گزینه‌های مسیرهای فرضی A، B و مسیر کنونی و تجربه تصادف فرد یا یکی از بستگان و آشنایان نزدیک است و در آخر، بخش پنجم شامل سوالات در مورد اطلاعات دموگرافیکی افراد چون سن، جنسیت، شغل، درآمد، تحصیلات، تعداد اعضای خانوار، محل زندگی و وضعیت تاهل است.

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 موردنظر را می-سنجد، 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 Spss20 و روش آلفای کرونباخ ۰/۷۴۷ بدست آمده است. از آن‌جایی که مقدار آن بیشتر از ۰/۷ می‌باشد، قابل قبول می‌باشد (حاجی‌زاده و اصغری[1]، ۱۳۹۰).

پرسشنامه نهایی بنا به هدف مطالعه در بین افرادی که روزانه بنا به دلایل کاری، تحصیل و مانند این‌ها در خیابان‌های شهر تردد می‌کنند، در شرکت‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، ادارات، مراکز

[1] Hajizadeh and Asghari (2011)

خرید و... 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 صحیح در تبریز ۳۰۰ نمونه می‌باشد و نهایتا تعداد مشاهدات برای نمونه‌های مورد بررسی با توجه به ۸ موقعیت انتخابی برابر ۲۴۰۰ می‌باشد.

۴- تخمین مدل و نتایج

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 اینکه ناهمگنی در ترجیحات افراد را در نظر نمی‌گیرد، 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 تورش‌دار و غیرقابل اعتماد باشد (هنشر و همکاران، ۲۰۰۵). 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. توزیع پارامترهای تصادفی در مدل لاجیت ادغامی، ناهمگنی در ترجیحات افراد را ممکن می‌سازد (لویر و همکاران، ۲۰۰۰). بدین منظور، می‌بایست توزیع پارامترهای تصادفی در مدل بررسی شود. به طور کل هر توزیع نقاط قوت و ضعف خود را دارد. ضعف توزیع‌ها به فضا و انحراف استاندارد توزیع مربوط می‌شود. توزیع لگ نرمال دم طولانی دارد و این دم بدون محدودیت یک رفتار غیر واقع گرایانه است؛ چرا که افراد هرگز تمایل به پرداخت غیر محدود برای هیچ شاخصه‌ای ندارند. از طرفی، توزیع‌های یکنواخت و مثلثی نیز ممکن است علامت اشتباهی برای برخی پارامترها ارائه دهند. نگرانی در مورد حذف دل به‌خواه چند درصد از توزیع برای حل چنین مشکلاتی موجب توجه جدی به توزیع‌های محدود شد.

لذا راه حلی جذاب می‌تواند ایجاد فضا یا انحراف استاندارد هر کدام از پارامترهای تصادفی به صورت تابعی از میانگین باشد. این امر یک راه برای گسترش یا محدود کردن توزیع‌ها برای برآوردهای کاراتر است. از این رو، توزیع‌هایی مثل یکنواخت و مثلثی زمانی که برآوردها

محدودیت نیاز دارند، مناسب‌ترند. به خصوص، توزیع مثلثی که برای آن میانگین برابر فضاست و چگالی از صفر شروع می‌شود، به طور خطی به میانگین نزدیک می‌شود و سپس به صفر کاهش می‌یابد. در دو برابر میانگین اوج می‌گیرد. از طرف پایین به صفر محدود می‌شود و از طرف بالا به مقدار معقولی که می‌بایست برآورد شود. این توزیع متقارن است و به سادگی تفسیر می‌شود و به همین دلیل، این توزیع بسیار برای برآوردهای تمایل به پرداخت مناسب است (هنشر و گرین[1]، ۲۰۰۱). بنابراین، ابتدا توزیع تمامی پارامترهای تصادفی به صورت توزیع مثلثی نامحدود مشخص گردید. اما میانگین و انحراف معیار بسیاری از پارامترها از نظر آماری بی‌معنی گردید. این امر نمایانگر این است که این توزیع قادر به جذب ناهمگنی در ترجیحات نمی‌باشد. 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 معنی‌دار در مدل باقی ماندند (بیرول و ویل آلباو[2] ۲۰۰۶). میانگین و انحراف معیار ضرایب تمامی شاخصه‌ها معنی‌دار هستند و تمامی ضرایب به جز ضریب متغیر محدودیت سرعت علامت مورد انتظار را دارند. از بین متغیرهای دموگرافیکی تنها اثر متقابل متغیرهای سن، درآمد و تحصیلات با متغیرهای تصادفی معنی دار شده است.

[1] Hensher and Greene
[2] Birol and Villalba

جدول (۳): نتایج برآورد مدل لاجیت ادغامی

شاخصه‌ها	پارامترها	آماره t
پارامترهای تصادفی (دارای توزیع مثلثی محدود)		
هزینه	-۰/۳۴	-۴/۰۲
مرگ و میر	-۰/۲۳	-۷/۳۰
مجروحان	-۰/۱۲	-۲/۸۲
زمان سفر	-۰/۱۲	-۳/۸۷
سرعت	-۰/۰۶	-۴/۲۴
تعداد دوربین	-۰/۱۳	-۳/۱۵
متغیرهای غیر تصادفی		
عرض از مبدا	۰/۰۷	۵/۷۷
سن × مرگ و میر	۰/۱۸	۲/۲۷
سن × زمان	-۰/۱۱	-۲/۳۱
سن × سرعت	۰/۰۵	۲/۰۶
درآمد × هزینه	۰/۲۱	۳/۰۹
درآمد × زمان	-۰/۱۱	-۵/۱۵
تحصیلات × هزینه	۰/۱۱	۳/۹۹
تمایل به پرداخت		
مرگ و میر	۰/۶۸	۸/۵۴
مجروحان	۰/۳۵	۹/۳۹
زمان سفر	۰/۳۵	۴/۲۳
سرعت	۰/۱۷	۴/۰۷
تعداد دوربین	۰/۳۹	۵/۱۱
تکرارهای هالتون	۱۰۰۰	
تعداد مشاهدات	۲۴۰۰	
ρ^2	۰/۳۷	

منبع: محاسبات تحقیق

توابع مطلوبیت برآوردی به شکل جمع‌پذیر با میزان بالای ρ^2 با متغیرهای تصادفی تعداد مرگ و میر، تعداد مجروحان، هزینه سفر، زمان سفر، محدودیت سرعت و تعداد دوربین‌های کنترل سرعت به صورت زیر برآورد شده‌اند.

$$U(routA) = ASC1 + \beta_c \times \ln(cost) + \beta_d \times death + \beta_i \times injury + \beta_t \times travel\ time + \beta_{nc} \times num\ of\ camera + \beta_{sl} + speed\ limit + \beta_{ci} \times cost \times income + \beta_{sa} \times speed\ limit \times age + \beta_{ad} \times death \times age + \beta_{ta} \times time \times age + \beta_{ti} \times time \times income + \beta_{ce} \times cost \times education \quad (۳۲)$$

$$U(routB) = ASC1 + \beta_c \times \ln(cost) + \beta_d \times death + \beta_i \times injury + \beta_t \times travel\ time + \beta_{nc} \times num\ of\ camera + \beta_{sl} \times speed\ limit + \beta_{ci} \times cost \times income + \beta_{sa} \times speed\ limit \times age + \beta_{ad} \times death \times age + \beta_{ta} \times time \times age + \beta_{ti} \times time \times income + \beta_{ce} \times cost \times education \quad (۳۳)$$

$$U(no\ travel) = 0 \quad (۳۴)$$

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. مقدار ارزش تمایل به پرداخت برای صرفه جویی در زمان ۰/۳۵ تومان در دقیقه یا ۲۱ تومان در ساعت است. هم‌چنین میزان ارزش کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت نیز در جدول زیر محاسبه شده است.

جدول(۴): نتایج برآورد ارزش آماری جان و ارزش آماری مجروحان

تعداد تلفات	تعداد مجروحان	AAVKM	ارزش آماری زندگی	ارزش آماری مجروحان
۱۳	۹۲۵	۵۳۵۲۰۰۰۰۰۰	۱۸۶۶۳۳۸۴	۱۳۵۰۰۵

منبع: محاسبات تحقیق

برای برآورد ارزش کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت مطابق معادلات ۳۰ و ۳۱، می‌بایست 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 تبریز 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 تبریز، محاسبه شده است. ارزش آماری زندگی و جراحت برای شهر تبریز به ترتیب ۱۸۶۶۳۳۸۴ و ۱۳۵۰۰۵ تومان محاسبه شده است.

مطابق نتایج، متغیرهای هزینه، زمان سفر، تعداد تلفات، تعداد مجروحان، تعداد دوربین و محدودیت سرعت از جمله عوامل موثر بر انتخاب مسیر رانندگی افراد است. در مطالعه نیرومند و جنکینز (۲۰۱۶) 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 هنشر و همکاران[1] (۲۰۰۹) و هنشر و همکاران (۲۰۱۱)، 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 ویستن و همکاران (۲۰۱۳)، شاخصه‌های زمان، هزینه و مرگ و میر معنی‌دار شده-اند. در مطالعه عینی و همکاران (۱۳۹۳)، 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 (۱۳۹۳)، نیرومند و جنکینز (۲۰۱۶)، هنشرو همکاران (۲۰۰۹)، هنشر و همکاران (۲۰۱۱)، حداک و همکاران (۲۰۱۴) و هاجمن و همکاران[2] (۲۰۰۵) همخوانی دارد.

اثر متقابل درآمد و هزینه، مثبت به دست آمده است که بیان می‌دارد که مطلوبیت درآمد افراد ثروتمند کمتر است. اثر مثبت سن و مرگ و میر نشان می‌دهد که با افزایش سن، عدم مطلوبیت ناشی از مرگ و میر کاهش می‌یابد که درواقع می‌تواند ناشی از این تفکر باشد که افراد مسن‌تر، مرگ و میر خود را محتمل‌تر می‌دانند که این نتایج، با نتیجه مطالعه ویستن و همکاران

[1] Hensher et al.
[2] Hojman et al.

(۲۰۱۳)، هم‌خوانی دارد. هم‌چنین، اثر متقابل منفی سن و زمان سفر نشان‌گر این است که با افزایش سن، عدم مطلوبیت ناشی از افزایش زمان افزایش می‌یابد؛ یا به عبارتی دیگر، افراد مسن‌تر، اتلاف زمان در رانندگی را دوست ندارند. هرچند که در مطالعه ویستن و همکاران (۲۰۱۳)، این اثر مثبت بوده است.

اثر مثبت سن و سرعت مثبت به دست آمده و نشان می‌دهد که با افزایش سن، عدم مطلوبیت ناشی از افزایش سرعت کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه مطالعه نیرومند و جنکینز (۲۰۱۶)، هم‌خوانی دارد. اثر منفی درآمد و زمان نیز بیان می‌دارد که افراد ثروتمند، به دنبال صرفه جویی در زمان رانندگی هستند. هم‌چنین، اثر مثبت هزینه و تحصیلات نشان می‌دهد که افراد تحصیل کرده تمایل بیشتری برای صرف پول در زمینه بهبود ایمنی جاده دارند.

در این تحقیق ارزش آماری زندگی و جراحت برای شهر تبریز به ترتیب ۱۸۶۶۳۳۸۴ و ۱۳۵۰۰۵ تومان به دست آمده است. هم‌چنین، تمایل به پرداخت برای صرفه جویی در زمان ۲۱ تومان به دست آمده است. اگر بخواهیم مقایسه‌ای با مطالعات دیگر انجام دهیم، ابتدا مقادیر به دست آمده VSL و VI می‌بایست به دلار تبدیل شود. بر اساس متوسط نرخ دلار ۴۰۰۰ سال ۱۳۹۶، مقادیر ۴۶۶۶، ۳۴ دلار بدست می‌آیند. در مطالعه عینی و همکاران (۱۳۹۳)، میزان ارزش آماری زندگی برای یک مورد فوت ۱۹۷۱۳۵۸۴۹۰ تومان و برای هر مصدومیت ۲۴۱۲۵۸۲۵۰ تومان ذکر شده است. مقادیر بالای این تحقیق می‌تواند به دلیل استفاده از تکنیک ارزشگذاری مشروط باشد. در مقاله نیرومند و جنکینز (۲۰۱۶)، مقادیر ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت برای رانندگان خودرو، به ترتیب ۲۰۹۹۵۶۳ و ۴۹۴۷۴ لیره برآورد شده است. در مقاله مفدل و همکاران (۲۰۱۵)، مطابق نتایج، ارزش آماری جان برای عابران پیاده در محدوده ۰/۱۰۱ تا ۰/۰۱۹ دلار قرار دارد. در مطالعه هاجمن و همکاران (۲۰۰۵)، میزان ارزش آماری جان و ارزش آماری جراحت ۳۰۰۰۰۰ و ۱۴۰۰۰۰ دلار برآورد شده‌اند. در مقاله هنشر و همکاران (۲۰۰۹)، میزان ارزش آماری جان برای رانندگان خوردرو در مناطق شهری و خارج شهری به ترتیب میزان ۶۳۶۹۶۵۵ و ۶۲۹۸۰۶۲ دلار به دست آمده است. یک دلیل برای مقادیر پایین ارزش آماری زندگی و ارزش آماری جراحت در این مطالعه در مقایسه با مطالعات

خارجی، می‌تواند ناشی از این امر باشد که در جوامع کم‌درآمد، VSL و VI کالایی لوکس محسوب می‌شوند و دلیل دیگر، می‌تواند ناشی از ریسک‌گریزی کمتر رانندگان در تبریز باشد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، با استفاده از تکنیک انتخاب بیان شده و مدل لاجیت ادغامی، ترجیحات افراد برای کاهش ریسک مرگ و میر و جراحت و هم‌چنین صرفه‌جویی در زمان برآورد شده است. نتایج نشان‌دهنده تاثیرگذاری 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.

با توجه به آمار بالای مرگ و میر و مجروحان ناشی از تصادفات در تبریز، در کنار حجم بالای خسارات مالی و هدررفت تولید ناخالص داخلی به دلیل تصادفات، این مطالعه نتایج مهم و قابل اتکایی برای سیاست‌گذاران در زمینه سرمایه‌گذاری در بهبود ایمنی جاده‌ای فراهم می‌آورد. مطابق نتایج که افراد مسن، سرعت بالاتر را ترجیح می‌دهند و از طرفی دوست دارند زمان کمتری را در رانندگی بگذرانند، نیاز به ایمن کردن جاده‌ها از حیث سرعت مطمئنه، عریض کردن جاده‌ها، استفاده از گارد ریل برای جدا کردن راه‌های دوطرفه، تابلوهای اعلان سرعت ضرورت می‌یابد. از طرفی، اعمال جرایم یکی از راهکارهایی است که از رفتارهای پرخطر رانندگان مثل رانندگی با سرعت بالا می‌کاهد. جرائمی که برای متخلفان شناخته شده‌اند، تاثیرگذاری بیشتری دارند. این جریمه‌ها باید به نحوی تنظیم شوند که نه مردم توان پرداخت آن را نداشته باشند و نه اینکه، آنقدر کم باشد که نفی غرض شود. یک راه برای افزایش انگیزه افراد در جهت کاهش تخلفات رانندگی، می‌تواند تفکیک رانندگان پرخطر و کم خطر می‌باشد. در این راستا، می‌بایست سوابق رانندگی افراد ثبت شود و به طور مثال در محاسبه بیمه شخص ثالث خودرو، موثر باشد تا افراد از بیم جرایم سنگین و افزایش حق بیمه، قوانین و مقررات رانندگی را رعایت کنند. هم‌چنین با توجه به اینکه افراد ثروتمند و تحصیل کرده تمایل بیشتری به صرف پول در ایمنی جاده دارند، می‌توان با پیاده کردن سیستم عوارضی و یا

مالیاتی که بیشتر، چنین افرادی را هدف می‌گیرد، در زمینه بهبود ایمنی جاده‌ها و کاهش تلفات، گام برداشت. با توجه به اینکه این مطالعه یک بررسی درون شهری می‌باشد و دست-اندازها و موانع یکی از معضلات خیابان‌های درون شهری می‌باشد که باعث قرار گرفتن راننده در منطقه عدم فرار و اتخاذ تصمیم غلط و نهایتا انحراف به چپ می‌گردد، می‌بایست اقدامات مرتبط با ایمنی، تعمیر و نگهداری این محورها در اولویت باشد. هم‌چنین، کمک به تشخیص سهم عبور به صورت تجدید خط‌کشی افقی، خطوط جداگانه برای خودروهای حمل و نقل عمومی مثل اتوبوس‌ها و نیز احداث پل عابر پیاده در محل‌های پر تردد به ویژه اماکنی چون مدارس، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها و...، با کاهش بار ترافیکی، از اتخاذ تصمیم‌های پر خطر در رانندگان جلوگیری می‌کند. هرچند در تصادفات عوامل بسیاری از جمله عامل انسانی و خودرو نیز بسیار موثر است اما می‌بایست قبول کرد که جزای یک اشتباه رانندگی، مرگ نیست و جاده بایستی فرصت جبران اشتباه را به راننده بدهد.

فهرست منابع

۱. آیتی، اسماعیل، و واحدی، جواد رضا (۱۳۸۶). ایجاد مدل شاخص ایمنی ترافیکی در محل پل‌ها در راه‌های ایران. *نشریه دانشکده مهندسی*، ۳۷(۱)، ۱۳۵-۱۵۲.

۲. حاجی زاده، ابراهیم، و اصغری، محمد (۱۳۹۰). *روش‌ها و تحلیل‌های آماری با نگاه به روش تحقیق در علوم زیستی و بهداشتی*. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

۳. عیسی‌زاده، سعید، جلیلی کامجو، پرویز، مددی، سعید، و محمودی نیا، داود (۱۳۹۰). ارزشگذاری کالاهای غیر بازاری مبتنی بر رویکرد ترجیحات بیان شده. *مجله اقتصادی منابع طبیعی*،۱، ۲۱-۳۶.

۴. عینی، الهه، سوری، حمید، گنجعلی، مجتبی، و باغفلکی، تابان (۱۳۹۳). برآورد هزینه سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از روش تمایل به پرداخت. *مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها*، ۲(۳)، ۲۱۵-۲۲۵.

۵. جعفری، علی محمد، صالح، ایرج یزدانی، سعید، و حسینی، سید صفدر (۱۳۹۲). تحلیل پیامدهای اقتصادی زیست محیطی بالا بردن سد اکباتان همدان. *اقتصاد کشاورزی*، ۷(۲)، ۶۹-۹۲.

1. Mohamed, H. (2015). Estimation of socio-economic cost of road accidents in Saudi Arabia: Willingness to pay approach. *Advances in Management and Applied Economics*, 5(3), 43-61.
2. Ainy, E., Soori, H., Ganjali M., & Baghfalaki, T. (2014). Road traffic injury cost estimation by willingness to pay method. *Safety Promotion and Injury Prevention*, 2(3), 215-225 (In Persian).
3. Anderson, H., & Treich, N. (2011). The value of statistical life. *Transport Economics*, 1-36.
4. Antonion, C. (2014). A stated preference study of the willingness to pay to reduce traffic risk in urban vs rural roads. *EUR.Transp*.Res.Rev, 6, 31-42.
5. Ashenfelter, O. (2006). Measuring the value of statistical life: Problems and prospects. *Institute for the Study, of Labor, IZA Discussion Paper, No.1911*, 1-32.
6. Ayati, E., & Vahedi, J.R. (2006). Developing bridge safety index model for Iran. *Journal of Engineering College*, 37(1), 135-152 (In Persian).
7. Bahamonde, F., Kunert, U., & Link, H. (2015). The value of statistical life in road safety context: A review current literature. *Article in Transport Reviews*, 1-27.

8. Bamsal, P., Daziano, RA., & Achtnicht, M. (2018). Extending the mixed logit model for combination of random and fixed parameters. *Journal of Choice Modeling*, 27, 88-96.
9. Birol, E., & Villalba, ER. (2006). 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, 1-27.
10. Elvik, R., Hoye, A., Vaa, T., & Sorensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures* (2nd ed). Emerald, Bingley, UK.
11. Flugel, S., Elvik, R., Veisten, K., Rizzi, L., Meyer, S., Rajmerdi, F., & Ortuzar, J. (2015). Asymetric preferences for road safety: Evidence from a stated choice experiment among car drivers. *Transportation Research*, 112-123.
12. Gopalakarishnan, S. (2012). A public health perspective of road traffic accidents. *J. Fam. Med. Prim. Care*, 1(2), 144-150.
13. Haddak, M., Havet, N., & Lefevre, M. (2014). Willingness to pay for road safety improvement. *Gate*. Working Paper, 6, 1-18.
14. Hajizadeh, E., & Asghari, M. (2011). *Statistical methods and Analysis by looking at research methods in biological and health sciences*, Jahad Daneshgahi Publications, Tehran, Iran (In Persian).
15. Hanley, N., Mourat, S., & Wright, R.E. (2001). Choice modeling approaches: As superior alternatives for environmental valuation. *Journal of Economic Surveys*, 15(3), 435-462.
16. Hensher, DA., & Greene, WH. (2001). The mixed logit model: The state of practice and warnings for the unwary. *Institute of Transport Studies*, 1-39.
17. Hensher, DA., Rose, JM., & Greene, WH. (2005). *Applied choice analysis: A primer*, Cambridge University Press, Cambridge.
18. Hensher, DA., Rose, JM., Ortuzar, JD., & Rizzi, L. (2009). 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, 1-22.
19. Hensher, DA., Rose, JM., Ortuzar, JD., & Rizzi, L. (2011). Estimating the value of risk reduction for pedestrains in the road environment: An exploratory analysis. *Journal of Choice Modeling*, 4(2), 70-94.
20. Hojman, P., Ortuzar, J., & Rizzi, L. (2005). On the joint valuation of averting fatal and serve injuries in highway accidents. *Journal of Safety Research*, 36, 377-388.

21. Isazadeh, S., Jalili Kamjoo, P., Madadi, S., & Mahmoodiniya, D. (2011). Choice experiment: Non market commodity (environmental) valuating based on the stated preference and choice modeling. *Economics of Natural Resources*, 1, 21-36 (In Persian).
22. Jafari, A.M., Saleh, I., Yazdani, S., & Hoseini, S.S. (2013). The economics-environmental impacts analysis of the promotion of the wall of Ekbatan dam in Hamedan, *Agricultural Economics*, 7(2), 69-92 (In Persian).
23. Jones-Lee, M.W., & Loomis, G. (1995). Scale and context effects in the valuation of transport safety. *Journal of Risk and Uncertainty*, 11(3), 183-203.
24. Jones-Lee, M.W., Hammerton, M., & Phillips, P.R. (1995). Valuing the prevention of non-fatal road injuries: Contingent valuation vs standard gambles. *Oxford Economic Papers*, 47, 676-795.
25. Louviere, J.J., Hensher, DA., & Swait, S. (2000). *Stated choice methods: Analysis and applications*. Cambridge University Press.
26. McFadden, D. (1998). Measuring willingness to pay for transportation improvements. *Theoretical Foundation of Time Choice Modeling*, 339-364.
27. Mishan, E.J. (1971). Evaluation of life and limb: A theoretical approach. *Journal of Political Economy*, 79, 687-745.
28. Mitchel, R.C., & Carson, R.T. (2010). Using survey to value public goods. *Resources for the Future*, Washington D.C, 1-11.
29. Mofadal, A., Kanitpong, K., & Jiwattanakulpaisarn, P. (2015). Analysis of pedestrian accident costs in Sudan using the willingness to pay method. *Accident Analysis and Prevention*, 78, 201-211
30. Niroomand, N., & Jenkins, G.P. (2016). Estimating the value of life, injury and travel time saved: Using a stated preferences frame work. *Accident Analysis and Prevention*, 91, 216-225.
31. Niroomand, N., & Jenkins, G.P. (2017). Estimating the value of life and injury for pedestrians using a stated preferences framework. *Journal of Safety Research*, 1-7.
32. Rizzi, L.I., & Ortuzar, J.D. (2003). Stated preference in the valuation of interurban road safety. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 9-22.
33. SWOV Fact Sheet. (2012). The valuation of human losses of road deaths. *WHO*, 1-5.
34. Train, K. (2003). *Discrete choice methods with simulation.* Cambridge UK, Cambridge University Press.
35. Varian, H.R. (1992). *Microeconomic analysis (3rd edition).* Norton and Company INC, New York.

36. Veisten, K., Flugel, S., Rizzi, L., Ortuzar, J., & Elvik, R. (2013). Valuing casualty risk reductions from estimated baseline risk. *Research in Transportation Economics*, 43, 50-61.
37. Wenge, L., & Shongchuan, Z. (2013). The value of statistical life in road traffic: Based on logit model. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 13(1), 137-141.
38. Yang, Z., Liu, P., & Xu, X. (2016). Estimation of social value of statistical life using willingness to pay method in Nanjing China. *Accident Analysis and Prevention*, 1, 1-9.