

# محاسبه هزینه فوت و جرح ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل بیزی به روش تمایل به پرداخت

الهه عینی (مسئول مکاتبات)، استادیار، مرکز تحقیقات ارتقاء ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی،

تهران، ایران

حمید سوری، استاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

مجتبی گنجعلی، استاد، دانشکده آمار، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تابان باغفلکی، استادیار، دانشکده آمار، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

E-mail: ainy.elaheh@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۳

## چکیده

برای اختصاص منابع در سطح ملی و اطمینان از سطح ایمنی راه محاسبه هزینه کمک به تعیین حجم مشکل کرده و فواید اقتصادی حاصله از پیشگیری از سوانح را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر با استفاده از روش تمایل به پرداخت هزینه جرح و فوت ناشی از سوانح ترافیکی سال ۱۳۹۲ با تحلیل بیزی محاسبه شد. در یک مطالعه مقطعی، هزینه جرح و فوت ناشی از سوانح ترافیکی با استفاده از تحلیل بیزی محاسبه شد. در مجموع ۷۸۲ نفر از کاربران راه تصادفی انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. پرسشنامه طرح بر اساس استاندارد روش تمایل به پرداخت (ارزش‌گذاری مشروط، بیان ترجیح، ترجیح آشکار) با لحاظ خطرات درک شده بالأخص در کشور ایران تهیه و روایی و پایایی ابزار تعیین شد. پرسشنامه طرح به همراه چهار سناریو برای (سرنشینان، عابران پیاده، رانندگان وسایط نقلیه، موتورسیکلت‌سواران) جمع‌آوری شد. میانگین سنی افراد مورد بررسی  $33/4 \pm 9/9$  سال بود. مردان  $89/3$  درصد و زنان  $10/7$  درصد جمعیت مورد بررسی را تشکیل می‌دادند.  $47/2$  درصد از افراد مورد بررسی سابقه تصادف داشته‌اند و  $51/4$  درصد از افراد در خانواده خود نیز سابقه تصادف داشتند. هزینه سوانح ترافیکی در مجموع موارد فوت و جرح به میزان  $1/171/450/232/238/648$  ریال معادل  $39/048/341/074$  دلار بود. تمایل به پرداخت در کاهش خطر در سن ۳۵ و ۵۵ سالگی افزایش نشان داد. یافته‌ها با استفاده از مدل بیزی نشان داد تمایل به پرداخت با سن، درآمد متوسط و بالا، با لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، با وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافرخش، سرنشین معنادر بود. در صد درآمد ناخالص ملی جرح و فوت ناشی از سوانح ترافیکی کشور از آمارهای جهانی بالاتر است. به نظر می‌رسد اقدامات انجام‌شده در کاهش سوانح ترافیکی کشور کافی نبوده که نتیجه آن حجم موجود سوانح ترافیکی در کشور است.

واژه‌های کلیدی: تمایل به پرداخت، سوانح ترافیکی، فوتی، جرحی، ارزش‌گذاری مشروط، بیان ترجیح، ترجیح آشکار

## ۱. مقدمه

تصمیم‌گیری و شاخصی در جهت تعیین اثربخشی اقداماتی است که تاکنون برای کاهش سوانح بکار گرفته شده است و ابزاری کلیدی در تخصیص منابع محسوب می‌شود. ضرورت دیگر محاسبه هزینه در فرآیندهای قضایی تلاش برای عدالت اجتماعی است [Salamon, 2002]. سیاست‌گذاران در تخصیص منابع از این اطلاعات مدد می‌گیرند. هرچه دقت برآورد هزینه بالاتر باشد منابع دقیق‌تر اختصاص خواهد یافت. در تعیین هزینه ناشی از سوانح ترافیکی روش‌های مختلفی وجود دارد که در بین این روش‌ها دو روش بیشتر از سایر روش‌ها استفاده می‌شود این دو روش، شامل روش مدل سرمایه انسانی و روش تمایل به پرداخت است. در کشور ایران مطالعات انجام شده در تعیین هزینه سوانح ترافیکی بیشتر متمرکز بر روش مدل سرمایه انسانی است، و سایر روش‌ها کم‌وبیش مورد استفاده قرار گرفته است. تنها روشی که تاکنون به صورت جامع مورد استفاده قرار نگرفته است روش تمایل به پرداخت است که به دلیل پیچیدگی‌های روش و دقت اطلاعات مورد نیاز تاکنون مورد استفاده قرار نگرفته است. اطلاعات موجود در تعیین هزینه سوانح ترافیکی کشور را پژوهشکده حمل‌ونقل دانشگاه علم و صنعت در سال ۱۳۹۱ با روش سرمایه زندگی بالغ بر ۱۸۰ هزار میلیارد ریال برآورد کرده است [Transportation Research Center, 2012]. این مطالعه باهدف تعیین هزینه جرح و فوت ناشی از سوانح ترافیکی سال ۱۳۹۲ با تحلیل بیزی با استفاده از روش تمایل به پرداخت انجام شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه، هزینه جرح و فوت ناشی از سوانح ترافیکی با استفاده از تحلیل بیزی محاسبه شد. بر اساس درصد اعلام شده گزارش جهانی ایمنی راه سال ۲۰۱۳ که برای کشور ایران سهم عابران پیاده را ۲۸ درصد، دوچرخ سواران موتوری ۲۳ درصد، سرنشینان وسایط نقلیه چهارچرخ ۲۶ درصد، رانندگان وسایط نقلیه چهارچرخ ۲۳ درصد اعلام کرده است [Lim et. al 2013]. در مجموع ۷۸۲ نفر از کاربران راه تصادفی انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

پرسشنامه طرح بر اساس استاندارد روش تمایل به پرداخت ( ارزش‌گذاری مشروط، بیان ترجیح، ترجیح آشکار) با لحاظ خطرات درک شده بالأخص در کشور ایران تهیه و روایی ابزار

بر اساس گزارش وضعیت ایمنی راه‌ها، سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۳، تعداد مرگ‌های ناشی از سوانح ترافیکی در سال ۲۰۱۰ به میزان ۱/۲۴ میلیون نفر برآورد شده است. تعداد ۲۰ تا ۵۰ میلیون نفر نیز دچار مصدومیت‌های ناشی از سوانح ترافیکی شده‌اند. سوانح ترافیکی هشتمین علت عمده مرگ‌ومیر در سطح جهان و اولین علت مرگ در افراد جوان در سنین ۱۵-۲۹ سال است [Murray et. al. 2012]. هزینه ناشی از مقابله با عواقب ناشی از تصادفات جاده‌ای به میلیاردها دلار می‌رسد [Lim et al. 2013]. روند کنونی نشان می‌دهد تا سال ۲۰۳۰ مرگ‌ومیر سوانح ترافیکی راه‌ها به پنجمین علت عمده مرگ‌ومیر تبدیل خواهد شد [Jacobs Aron Thomas and Astrop, 2000]. آسیب‌های ترافیکی جاده‌ای در سرتاسر جهان بیشتر در کشورهای با درآمد کم و متوسط به وقوع می‌پیوندد. در بسیاری از کشورهای با درآمد کم و متوسط بار ناشی از آسیب‌های حوادث جاده‌ای بین ۳۰ تا ۸۶ درصد تمام پذیرش‌های ترومایی متغیر است. در حالی که پیش‌بینی می‌شود بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در کشورهای صنعتی یک کاهش ۳۰ درصدی در مرگ‌ومیرهای ناشی از تصادفات جاده‌ای اتفاق خواهد افتاد. در حال حاضر روزانه بیش از ۱۴۰/۰۰۰ نفر از مردم دنیا در راه‌ها آسیب می‌بینند که بیش از ۳/۰۰۰ نفر آن‌ها فوت می‌کنند و ۱۵/۰۰۰ نفر نیز برای تمام طول عمر دچار ازکارافتادگی و ناتوانی می‌شوند. سیمای وضعیت موجود حوادث ترافیک به اندازه کافی هشداردهنده است و از آن هشداردهنده‌تر، روند رو به افزایش این مشکل است. . الگوی بار جهانی بیماری‌های سازمان جهانی بهداشت سناریوهای زیر را برای سال ۲۰۲۰ در مقایسه با سال ۱۹۹۰ پیش‌بینی می‌کنند: مرگ‌ومیرهای ناشی از حوادث جاده‌ای به‌طور متوسط در کشورهای با درآمد کم و متوسط بیش از ۸۰ درصد افزایش خواهد یافت و در کشورهای با درآمد بالا تقریباً ۳۰ درصد کاهش خواهد یافت [Kopits, 2008]. برای اختصاص منابع در سطح ملی و اطمینان از سطح ایمنی راه تعیین هزینه سوانح ترافیکی ابزاری کلیدی خواهد بود. تعیین هزینه سوانح ترافیکی علاوه بر نشان دادن بار سنگینی که به جامعه تحمیل می‌کند سهم بخش‌های درگیر در سانحه را روشن می‌سازد. به‌عنوان معیاری برای مقایسه و برای

در این ساختار  $N_{18}(0,0)$  به توزیع چند متغیره با میانگین صفر و واریانس بزرگ اشاره می‌کند. همچنین  $I_{18}$  به ماتریس واحد  $18 \times 18$  اشاره می‌کند. برای پارامتر مقیاس توزیع وایبول نیز یک توزیع نمایی با میانگین ۱۰۰۰ در نظر گرفته شده است. با این ساختار سعی بر آن است که ساختاری بی‌اطلاع را برای مدل بندی در نظر گرفت (رابطه ۴).

اما برای مدل بندی متغیرهای کمکی به همراه مقادیر گم‌شده نیز مجدداً از ساختار بیزی استفاده می‌کنیم. در این ساختار برای متغیرهای پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، پرداخت برای کاهش زمان، فاصله متغیرهای پیوسته‌ای هستند که فرض توزیعی لوگ-نرمال با میانگین  $\mu$  و واریانس  $\sigma$  برای مدل بندی مقادیر گم‌شده در آن استفاده است. همچنین برای متغیر داشتن سابقه تصادف یک توزیع برنولی با میانگین  $p$  در نظر گرفته شده است؛ بنابراین ساختار سلسله مراتبی به صورت رابطه (۵) می‌باشد.

بنابراین، با این توزیع‌های پیشینی لازم است توزیع‌های پسینی برای پارامترهای نامعلوم به دست آید و با استفاده از این توزیع‌های پسینی استنباط بیزی شکل می‌گیرد. باز هم دو روش برای مدل‌سازی استفاده می‌شود. در روش اول از جانهی  $5/000$  ریال به جای تمایل به پرداخت صفر و در مرحله دوم از جانهی کمتر از  $10/000$  ریال استفاده می‌شود. نتایج دو جانهی یکسان است. پس از جانهی داده‌های گم‌شده رویکرد حداکثر بزرگنمایی برای به دست آوردن تخمینی از پارامترها استفاده شد.

با استفاده از روایی محتوی و اخذ درجه توافق کلی ۷۵ درصد از بین ۱۰ متخصص موضوعی (با تعیین شاخص روایی و نسبت روایی محتوای  $0/79$ ) و پایایی ابزار با استفاده از آزمون مجدد و  $r = 0/88$  تعیین شد. پرسشنامه طرح به همراه چهار سناریو برای (سرنشینان، عابران پیاده، رانندگان وسایط نقلیه، موتورسیکلت‌سواران) جمع‌آوری شد. اطلاعات موردنیاز مطالعه از رانندگان و سرنشینان از کلیه پایانه‌های مسافربری (پایانه غرب، جنوب، پایانه شرق، پارکینگ بیهقی)، عابران پیاده از کلیه میادین پرتردد شهر (میدان آزادی، میدان انقلاب، میدان امام حسین، میدان شوش، میدان هفت‌تیر، میدان ولی‌عصر، میدان ونک، میدان تجریش، فلکه صادقیه، میدان هفت‌حوض نارمک) و موتورسیکلت‌سواران از کلیه واحدهای پیک موتوری شهر تهران که لیست آن از طریق جستجوی اینترنتی تهیه شده بود جمع‌آوری شد. برای اجرای دقیق طرح جلسه توجیهی جهت آشنایی با نحوه تکمیل پرسشنامه، مصاحبه و طریقه استفاده از ابزار بصری درک خطر برای پرسشگران برگزار شد. در تحلیل داده‌ها از مدل بیزی با استفاده از نرم‌افزار وین باگز<sup>۳</sup> نسخه ۳-۴-۱ سال ۲۰۱۲ دانشگاه کمبریج انگلیس استفاده شد.

از روش بیزی برای برآورد پارامترها استفاده شد. در این روش به منظور تعریف مدل از ساختار سلسله مراتبی استفاده می‌کنیم. مدل (۱) برای این منظور استفاده شده است.

در این مدل  $W_i$  میزان تمایل به پرداخت سالانه برای فرد  $i$  - ام و  $\varepsilon_i$  خطای مدل و دارای توزیع نمایی بی‌نهایت (و در نتیجه  $W_i$  دارای توزیع وایبول) است.

در ساختار بیزی به توزیع‌های پیشینی نیاز داریم. معمولاً توزیع‌های پیشینی برای پارامتر مکان نرمال چند متغیره به صورت مدل (۳) در نظر گرفته می‌شود.

$$\log(W_i) = \mu_i + \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (1)$$

که در آن:

$$(2)$$

$$\begin{aligned} \mu_i = & \beta_0 + \beta_1 \text{Age}_i + \beta_2 \text{Gender}_i + \beta_3 \text{Edu}_i + \beta_4 \text{Familysize}_{1i} + \beta_5 \text{Familysize}_{2i} + \beta_6 \text{Income}_{1i} + \beta_7 \text{Income}_{2i} \\ & + \beta_8 \text{Accident}_i + \beta_9 \log(\text{Dis}_i) + \beta_{10} \log(\text{DPFR}_i) + \beta_{11} \log(\text{PTR}_i) \\ & + \beta_{12} \text{H1}_i + \beta_{13} \text{H2}_i + \beta_{14} \text{V1}_i + \beta_{15} \text{V2}_i + \beta_{16} \text{V3}_i + \beta_{17} \text{V4}_i + \beta_{18} \text{V5}_i \end{aligned}$$

$$\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{17}), \beta \sim N_{18}(0, 1000I_{18}) \quad (3)$$

$$r \sim \exp(0.001), \quad (4)$$

$$\text{Accident}_i | p \sim \text{Ber}(p),$$

$$\text{Dis}_i | m_1, s_1^2 \sim \text{LN}(m_1, s_1^2),$$

$$\text{DPFR}_i | m_2, s_2^2 \sim \text{LN}(m_2, s_2^2),$$

$$\text{PTR}_i | m_3, s_3^2 \sim \text{LN}(m_3, s_3^2).$$

(5)

### ۳. یافته‌ها

میانگین سنی افراد مورد بررسی ۳۳/۴±۹/۹ سال بود. مردان ۸۹/۳ درصد و زنان ۱۰/۷ درصد جمعیت مورد بررسی را تشکیل می‌دادند. سرنشینان نسبت به بقیه کاربران راه تمایل به پرداخت بیشتری ۳/۳۸۲/۹۳۰ ریال داشتند. تمایل به پرداخت در کاهش خطر در سن ۳۵ و ۵۵ سالگی افزایش نشان داد. یافته‌ها با استفاده از مدل بیزی نشان داد تمایل به پرداخت با سن، درآمد متوسط و بالا، با لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، با وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافرخش، سرنشین معنادار بود. وضعیت تحصیلات نشان داد بیشترین درصد تحصیلات در مقطع دیپلم (۴۸) ۳۷۵ و کمترین درصد تحصیلات در مقطع دکترا و بالاتر (۱/۲) ۹ مشاهده شد. بیشترین درصد درآمد ماهانه در محدوده ۵۰۰ تا یک میلیون تومان (۴۵/۷) ۳۵۷ و کمترین درصد در محدوده دو میلیون تومان و بیشتر (۱/۲) ۹ مشاهده شد. وضعیت سلامتی جامعه مورد بررسی نشان داد بیشترین درصد از افراد مورد بررسی وضعیت سلامتی خود را خوب (۴۸) ۳۷۵ و کمترین درصد از افراد وضعیت سلامتی خود را ضعیف (۲/۲) ۱۷ اعلام کردند. ارزش آماری زندگی برای یک مورد فوت بر اساس میانگین تمایل به پرداخت کاربران راه ۱۹/۷۱۳/۵۸۴/۹۰۶ ریال برآورد شد. برای کل موارد فوت در سال ۱۳۹۲ بر اساس ۲۰۴۰۸ مورد

مرگ ۴۰۲/۳۱۴/۱۰۶/۰۷۳/۶۴۸ ریال بود. این میزان برای مصدومیت بر اساس حجم ترافیک سالانه در سال ۱۳۹۲ به میزان ۱۱۳/۵۱۸ و برای هر روز حجم ترافیکی ۳۱۱ و با توجه به میانگین پرداخت روزانه ۳۱/۰۳۰ ریال برای ۲۵۰ روز کاری برای هر مصدومیت ۲/۴۱۲/۵۸۲/۵۰۰ ریال و با توجه به تعداد موارد مصدومیت ۳۱۸/۸۰۲ نفر در سال ۱۳۹۲ به میزان ۷۶۹/۱۳۶/۱۲۶/۱۶۵/۰۰۰ و در مجموع موارد فوت و جرح به میزان ۱/۱۷۱/۴۵۰/۲۳۲/۲۳۸/۶۴۸ ریال معادل ۳۹/۰۴۸/۳۴۱/۰۷۴ دلار بود. با توجه به درآمد ناخالص ملی سال ۱۳۹۲ که ۶۰۴/۳۰۰/۰۰۰/۰۰۰ دلار است هزینه سوانح ترافیکی ۶/۴۶ در صد درآمد ناخالص ملی را شامل می‌شود. یافته‌های جدول ۱ نشان داد تمایل به پرداخت با استفاده از روش جا نهی رگرسیونی با عدد ۵۰۰۰ ریال بجای صفر با سن، درآمد متوسط و بالا، با لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، با وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافربر، سرنشین معنادار بود.

یافته‌های جدول ۲ نشان داد تمایل به پرداخت با استفاده از روش جا نهی با عدد کمتر از ۱۰۰۰۰ ریال بجای صفر با سن، درآمد متوسط و بالا، با لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، با وسیله

محاسبه هزینه فوت و جرح ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل بیزی به روش تمایل به پرداخت

جدول ۱. تمایل به پرداخت با استفاده از روش جا نهی رگرسیونی با عدد ۵۰۰۰ ریال بجای صفر

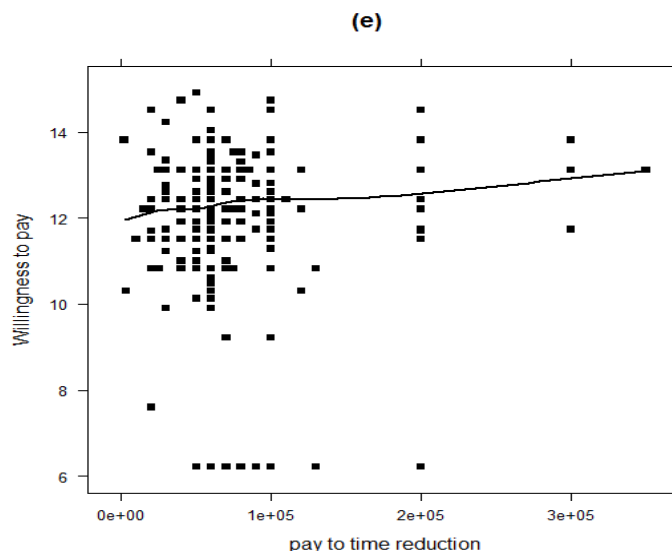
متغیر	میانگین	انحراف معیار	میانه	فاصله اطمینان	
				حد بالایی	حد پائینی
<b>Intercept</b>	۸/۸۹۱	۰/۴۸۲۸	۸/۸۹۱	۷/۸۸۴	۹/۸۵۹
جنس (مرد)	-۰/۵۷۳۶	۰/۱۲۳۶	-۰/۵۷۲۷	-۰/۸۲۵۹	-۰/۰۳۳۵۲
سن	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴۰۸	۰/۰۱۲۱۴	۰/۰۰۳۶۸	۰/۰۱۹۷۶
تحصیلات (دبیرستانی و دیپلم)	۰/۱۳۰۶	۰/۰۸۰۳۲	۰/۱۲۹۴	-۰/۰۲۷۶	۰/۲۸۸۲
کمتر از ۴	۰-/۰۰۴۶۴	-۰/۰۹۴۵	-۰/۰۰۴۸۵	-۰/۰۱۹۰۷	۰/۸۱۲
بعد خانوار					
۴ و بیشتر	۰/۰۴۰۶۳	-۰/۰۹۲۶	-۰/۰۳۸۱	-۰/۰۲۲۴۷	۰/۱۳۷
اتوبوس	۰/۷۹۲	۰/۱۳۲۴	۰/۷۹۱۱	۰/۵۳۰۵	۱/۰۴۹
مینی بوس	۰/۶۴۱	۰/۱۲۳۹	۰/۶۴۲۵	۰/۳۹۸۱	۰/۸۸۲۹
نوع وسیله نقلیه					
کرایه مسافربر	۱/۲۵۹	۰/۱۶۰۸	۱/۲۶۱	۰/۹۴۳۶	۱/۵۷۱
سر نشین	۰/۵۸۲	۰/۱۴۹۳	۰/۵۸۵۷	۰/۲۷۹	۰/۸۷۰۱
عابر پیاده	۰/۱۰۱	۰/۱۳۸۵	۰/۱۰۳۸	-۰/۱۷۵۴	۰/۳۶۴۷
درآمد متوسط	۰/۴۴۴۸	۰/۱۸۳۱	۰/۴۵۵۵	۰/۰۷۱۸۷	۰/۷۸۵۱
درآمد					
درآمد بالا	۰/۶۲۳۷	۰/۲۰۴۵	۰/۶۳۱۴	۰/۲۱۰۱	۱/۰۱۴
داشتن سابقه تصادف	-۰/۰۵۵۴۵	۰/۰۷۳۹۴	-۰/۰۵۴۸۹	-۰/۲۰۳	-۰/۰۸۵۸۴
لوگ (کیلومتر سفر)	-۰/۰۱۴۳۹	۰/۰۰۴۶۴۵	-۰/۰۱۴۵۳	-۰/۰۲۳۲۲	-۰/۰۰۴۹۷
لوگ (پرداخت روزانه برای کاهش مرگ)	۰/۲۴۵۹	۰/۰۴۳۴۱	۰/۲۴۷۹	۰/۱۵۸۲	۰/۳۲۶۷
لوگ (پرداخت برای کاهش زمان)	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۲۷۱۹	۰/۰۰۵۸۴	۰/۰۰۰۰۳۲	۰/۱۱۲۲
وضعیت					
کم	۰/۰۳۱۳	۰/۱۱۱۹	۰/۰۳۰۶	-۰/۱۹۱۶	۰/۲۴۶۵
سلامت					
متوسط	۰/۰۴۱۶	۰/۰۸۶۹	۰/۰۴۳۵	-۰/۱۳۲	۰/۲۰۷۹
<b>R</b>	۰/۹۴۱۷	۰/۰۲۷۴۹	۰/۹۴۱۲	۰/۸۹۵۲	۰/۹۹۸۱

جدول ۲. تمایل به پرداخت با استفاده از روش جا نهی با عدد کمتر از ۱۰۰۰۰ ریال بجای صفر

متغیر	میانگین	انحراف معیار	میان	فاصله اطمینان	
				حد پائینی	حد بالایی
Intercept	۸/۹۷۹	۰/۴۳۵۲	۸/۱۱	۷/۸۸۴	۹/۸۵۹
جنس (مرد)	-۰/۵۶۱۱	۰/۱۲۳۲	-۰/۵۶۴۷	-۰/۷۹۳۲	-۰/۳۱۵
سن	۰/۰۱۱۲	۰/۰۰۴۳۴	۰/۰۱۱۰۴	۰/۰۰۲۹۲	۰/۰۲۰۳
تحصیلات (دیپلم و دیپلم)	۰/۱۲۷۹	۰/۰۸۱۰۵	۰/۱۲۶۱	-۰/۰۳۱۷	۰/۲۸۰۳
بعد کمتر از ۴	۰-/۰۱۳۳	۰/۰۹۴۶	۰/۰۱۴۹	-۰/۲	۰/۱۶۹۷
خانوار ۴ و بیشتر	-۰/۰۴۴۵	۰/۰۹۰۶	۰/۰۴۵۲	-۰/۲۱۹۲	۰/۱۳۲۴
اتوبوس	۰/۸۱۴۱	۰/۱۳۳	۰/۸۱۲۷	۰/۵۴۹۲	۱/۰۷۴
مینی بوس	۰/۶۵۷۸	۰/۱۱۸۱	۰/۶۵۸۱	۰/۴۲۶۹	۰/۸۹۲۳
نوع وسیله نقلیه	۱/۲۸۸	۰/۱۵۶۹	۱/۲۸۷	۰/۹۸۳۱	۱/۵۹
کرایه مسافربر	۰/۶۰۱۱	۰/۱۴۴۲	۰/۶۰۱	۰/۳۲۳۹	۰/۸۹۹۵
سرنشین	۰/۱۱۵۸	۰/۱۳۴۹	۰/۱۱۳	-۰/۱۴۹۲	۰/۳۸۱۷
عابر پیاده	۰/۴۴۷۵	۰/۱۷۱	۰/۴۵۳	۰/۰۸۴۷۸	۰/۷۶۶۱
درآمد متوسط	۰/۶۲۱۶	۰/۱۹۳۸	۰/۶۲۱۹	۰/۲۴۳۴	۰/۹۸۸۵
درآمد بالا	-۰/۰۴۵۴۱	۰/۰۷۶۰۲	-۰/۰۴۴۱۶	-۰/۱۹۴	۰/۱۱۱۲
داشتن سابقه تصادف	-۰/۰۱۴۴۳	۰/۰۰۴۵۸۳	-۰/۰۱۴۶۹	-۰/۰۲۲۸	-۰/۰۰۴۹۶
لوگ (کیلومتر سفر)	۰/۲۴۰۵	۰/۰۴۰۳۷	۰/۲۴۷۲	۰/۱۵۲۲	۰/۳۰۸۱
لوگ (پرداخت روزانه برای کاهش مرگ)	۰/۰۰۵۴۶	۰/۰۰۲۳۰۱	۰/۰۰۵۴۷۱	-۰/۰۰۰۰۸۹	۰/۰۱۰۰۵
لوگ (پرداخت برای کاهش زمان)	۰/۰۳۴۳۶	۰/۱۰۶۲	۰/۰۳۲۰۲	-۰/۱۶۹۶	۰/۲۵۲۷
وضعیت کم					

محاسبه هزینه فوت و جرح ناشی از سوانح ترافیکی در ایران با استفاده از تحلیل بیزی به روش تمایل به پرداخت

سلامت	متوسط	۰/۰۳۶۰۸	۰/۰۸۳۴	۰/۰۳۵۴۱	-۰/۱۲۴۲	۰/۱۹۸۵
r		۰/۹۳۹۱	۰/۰۲۸۲۱	۰/۹۴۰۸	۰/۸۷۵۸	۰/۹۸۹۸



نمودار ۱. ارتباط پرداخت برای کاهش مدت زمان سفر با تمایل به پرداخت در جمعیت مورد بررسی

نمودار ۱ نشان می‌دهد کسانی که پرداخت برای کاهش مدت زمان سفر دارند تمایل به پرداخت بالاتری دارند.

#### ۴. بحث

نتایج نشان داد تمایل به پرداخت با سن، درآمد متوسط و بالا، با لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، با وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافرکش، سرنشین معنادار بود. تمایل به پرداخت تا سن ۳۵ سالگی افزایش نشان می‌داد ولی به تدریج از سن ۳۵ سالگی تا ۵۵ سالگی کاهش پیدا می‌کرد و دوباره از سن ۵۵ سالگی افزایش می‌یافت. تمایل به پرداخت در خودروهای سواری مسافرکش بیشتر از سایر وسایط نقلیه بود. تمایل به پرداخت در افراد با درآمد بالا بیشتر از افراد با درآمد کم بود. مقدار تمایل به پرداخت با درآمد و میزان کاهش خطر افزایش نشان داد. پیتل نیز در محاسبه تعداد و هزینه اختلال مصدومیت‌های ناشی از سوانح ترافیکی با روش تمایل به پرداخت از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۰ در کانادا نشان داد بین سال‌های فوق تصادفات ناشی از مصرف الکل و مواد مخدر منجر به مرگ ۱۴۲۵۶ نفر، مصدومیت ۸۴۱۰۰۴ نفر و خسارت

۲۷۷۹۴۵۸ وسیله نقلیه شده است. برآورد هزینه ناشی از تصادف ۲/۰۶۲/۰۰۰/۰۰۰ دلار بود [Pitel, 2013]. یافته‌ها نشان داد تمایل به پرداخت برای کاهش خطر مرگ در کشور در سن ۳۵ سالگی بیشترین میزان است و به تدریج تا سن ۵۵ سالگی کاهش و دوباره از ۵۵ سالگی به بعد افزایش می‌یابد. در این راستا ون وی در مطالعه خود نشان داد ارزش آماری زندگی در سن ۴۰ سالگی بیشتر از سن ۲۰ و ۶۵ سالگی است. به نظر ون وی یک توجیه ممکن است این باشد که بین سن ۲۰ و ۴۰ سال درآمد افزایش می‌یابد؛ اما احتمالاً ترجیح افراد در کشته شدن در سن ۴۰ سالگی بیشتر از کشته شدن در سن ۲۰ سالگی است. کودکان به سختی پول دارند، تمایل به پرداخت آن‌ها کمتر است [Van Wee, 2013].

در مطالعه مولر که باهدف تعیین تمایل به پرداخت یک روش برای اندازه‌گیری برنامه‌های سلامتی و نجات زندگی در سال ۱۹۸۴ انجام شده است نظرسنجی نشان داد اطمینان و اعتبار پاسخ‌ها وابسته به موارد مربوط به کاهش مرگ‌ومیر یا خطر مصدومیتی است که سؤال شده است. سؤالات تمایل به پرداخت برای کسانی که تشخیص درستی داشته‌اند صد برابر

معتول‌تر از کسانی بود که تشخیص صحیح نداشته‌اند. همچنین با توجه به پیش فرض‌های نادرست برای پاسخ به پرداختی که برای محاسبه ارزش ضمنی زندگی بکار می‌رود هیچ ارتباطی بین تمایل به پرداخت پاسخ‌دهندگان و متغیرهایی که منعکس‌کننده ملاحظات منطقی برای پاسخ به سؤالات باشد ملاحظه نشد. در مقاطع کارشناسی ارشد احتمال دریافت پاسخ‌های قابل قبول و آشکار در حمایت از تقلیل سوانح ترافیکی بیشتر بود. دانشجویان تمایل به پرداخت ماهانه خود را برای نجات زندگی شش هزار نفر در سال ۱۵ دلار اعلام کردند [Muller, 1984]. به نظر می‌رسد تفاوت سن تمایل به پرداخت، در کشور با سایر مطالعات به این دلیل باشد که به‌طور معمول در سن ۳۵ سالگی افراد به پایداری شغلی و درآمدی بیشتری نسبت به سایر سنین رسیده‌اند لذا تمایل به پرداخت واقعی‌تری را اعلام کرده‌اند و در سن بالای ۵۵ سال نیز درک خطر بیشتر به دلیل گذشت سن و احتمالاً تجربه تصادف یا درک بهتر از هزینه‌های مصدومیت، در صورت رخداد تصادف دلیل اعلام تمایل به پرداخت بیشتری باشد. در سنین کمتر از ۳۵ سال نیز مانند مطالعات مشابه احتمالاً درک خطر کمتر در این گروه یا بضاعت پرداخت کمتر می‌تواند تمایل به پرداخت کمتر را توجیه کند. در مطالعه حاضر موتورسیکلت‌سواران کمترین میزان تمایل به پرداخت را در بین سایر کاربران داشتند. بیشتر مطالعات نشان می‌دهد موتورسیکلت‌سواران تمایل دارند ۲۵ تا ۵۰ درصد بیشتر برای کاهش تأخیر بپردازند [Garcia, 2007]. در مطالعه حاضر مجموع موارد فوت و جرح به میزان ۱/۱۷۱/۴۵۰/۲۳۲/۲۳۸/۶۴۸ ریال بود. دانشگاه علم و صنعت در سال ۱۳۹۱ هزینه سوانح ترافیکی کشور را با استفاده از مدل سرمایه انسانی بیش از صد و هشتاد هزار میلیارد ریال برآورد کرده است [Ministry of Science, 2012]. در روش سرمایه انسانی بار ناشی از علل راه در منابع بیمارستانی منعکس‌کننده هزینه فعلی نیست، بیمارانی هستند که درمان نمی‌شوند منابع تنها برای سوانحی که منجر به قربانی شده‌اند صرف می‌شود. آمار مورد استفاده در این روش از پزشکی قانونی و پلیس تأمین شده است که با کم گزارش دهی روبرو است، کودکان و افراد سالمند که تولید سرمایه ندارند در این روش محاسبه نمی‌شوند و این در حالی است که هزینه‌های انسانی و

هزینه‌های درمانی به ترتیب مهم‌ترین اجزاء هزینه سوانح را تشکیل می‌دهند. به‌طور مثال در سوئد آمار تصادفات گزارش شده توسط پلیس ۵۰/۰۰۰ مورد و توسط بیمه ۲۰۰/۰۰۰ مورد و آمار حقیقی ۶۰۰/۰۰۰ مورد بود. تعداد سوانح ترافیکی در واقع هفت برابر مقدار اعلام شده بود [Halinen, 1997; Tred, 1997]. مهم‌ترین جزء روش سرمایه انسانی کاهش درآمد است که ناشی از مرگ زودرس جمعیت بارور است. در طی دو دهه گذشته کشورهای زیادی از رویکرد تمایل به پرداخت استفاده کرده‌اند. در روش سرمایه زندگی ارزش درآمد فرضی برای کسانی که تولیدی ندارند و در افراد بازنشسته ارزشی برابر صفر خواهد داشت. برآورد مالی در روش سرمایه انسانی کمتر از مقدار واقعی است. در سایر مطالعاتی که از روش تمایل به پرداخت برای محاسبه هزینه سوانح ترافیکی استفاده کرده‌اند بیشتر از روش ارزش‌گذاری مشروط و یا با روش ارزش‌گذاری مشروط و روش بیان ترجیح هزینه سوانح ترافیکی محاسبه شده است. مطالعه حاضر علاوه بر روش ارزش‌گذاری مشروط و روش بیان ترجیح از روش ترجیح آشکار نیز استفاده کرده است. هزینه سوانح ترافیکی کشور ۶/۴۶ درصد درآمد ناخالص ملی را شامل می‌شد. علت اختلاف برآورد در مطالعه حاضر با سایر مطالعات می‌تواند دقت بیشتر مطالعه حاضر با استفاده همزمان سه روش محاسباتی تمایل به پرداخت باشد. ارزش تغییر خطر یا تمایل به پرداخت بر اساس مفروضات اساسی است و نشان می‌دهد تصمیمات اتخاذ شده در بخش دولتی در تخصیص منابع باید منعکس‌کننده ترجیحات و خواسته‌های شهروندان باشد. در ارزش داده شده به ارتقای ایمنی راه (کاهش خطر) مجموع مقادیری است که مردم برای پرداخت آماده می‌کنند [Lindberg, 1999]. آبلسون در مطالعه خود با بیان مصادیق و تضادها یک ارزش پولی برای نجات زندگی را ارائه کرد. سالانه یک‌ششم درآمد ناخالص ملی در سیدنی صرف هزینه حمایت از زندگی و سلامتی در سال می‌شود. این هزینه‌ها از سایر هزینه‌ها گرفته می‌شود بنابراین نیاز است که بدانیم آیا این سطح از هزینه برای سلامتی و ایمنی مناسب است یا نه. برای ارزیابی یک اندازه‌گیری کمی از ارزش زندگی و سلامتی و ایمنی مورد نیاز است. بیشتر سازمان‌های دولتی استرالیا (مثل بیشتر کشورها) یک دید کیفی در مورد ارزش‌ها دارند



استفاده از این روش: شامل سناریوهای نادرست، ارزش ضمنی، بد جلوه دادن ارزش است [Jesdapipat, 1997]. مطالعه حاضر علاوه بر موارد بررسی شده در سایر مطالعات که استفاده از ارزش گذاری مشروط و بیان ترجیح است از روش ترجیح آشکار نیز استفاده کرده است جامعه مورد بررسی تمایل به پرداخت بیشتری برای افزایش ایمنی نسبت به کاهش خطر داشتند. این نکته قابل توجه است که جامعه مورد بررسی در مواردی که ایمنی خانواده را تأمین کند حاضر به پرداخت بیشتری هستند تا مواردی که باید دولت در حل مشکل مداخله کند. اعتمادسازی در جامعه از سوی دولت یک ضرورت به نظر می رسد. اولین ارزش گذاری مشروط در سال ۱۹۶۳ انجام شده است. مزایای این روش: بر اساس تئوری اقتصادی می تواند یک میزان قابل اعتمادی ارائه نماید، بیشتر تورشها در یک طراحی دقیق می تواند حذف شود. تنها روش قابل دسترسی برای اندازه گیری منابع طبیعی است. در موقعیت های گوناگون با موفقیت، قابل استفاده است. سبب ارتقاء ساخت یک روش پایا می شود [Rahim, 2008]. در روش تمایل به پرداخت درک فرد و درک این که خانواده با پاسخی که می دهد تمایل به کاهش مرگ و مصدومیت را آشکار می سازد و منعکس کننده هزینه بیماری و مرگ است. پی آمد آن روی کیفیت زندگی است. توانایی در اندازه گیری جامع ارزشی که برای زندگی ایمنی آن و اجتناب از درد و رنج و اندوه قائل می شود [Perovic and Tsolakis, 2008]. ایده اصلی تمایل به پرداخت با آزمون تغییر خطر کوچک که برای مردم چقدر ارزش دارد می توان ارزش زندگی را محاسبه کرد [Jennings, 2000] and Jennings, 2000 استفاده از سه روش، ارزش گذاری مشروط، بیان ترجیح و ترجیح آشکار به عنوان نوآوری مطالعه محسوب می شود در هیچ مطالعه ای هر سه روش همزمان بکار گرفته نشده است. از نقاط قوت مطالعه حجم بالای نمونه های مورد بررسی است که این حجم دو برابر حجم متعارف برای انجام پژوهش حاضر بود که باهدف تعیین وضعیت دقیق تری برای کاربران راه به خصوص برای رانندگان صورت پذیرفت همچنین به منظور مدل بندی داده های تمایل به پرداخت از مدل بیزی استفاده شد. در این مطالعه از جا نهی مقادیر گم شده (روش جا نهی رگرسیونی) استفاده شد؛ که نتایج نشان داد در مطالعات مشابه نذری از مقادیر گم شده و روش برخورد با

[Abelson, 2007]. هزینه تمایل به پرداخت بر اساس محاسبه ارزش افراد برای ارتقاء ایمنی با محاسبه مقدار پولی که افراد باید بپردازند تا خطر مرگ کاهش یابد. این مبادله بین خطر و منابع اقتصادی است. میزان ارزش آماری زندگی در سرمایه ناخالص در مالزی که از روش تمایل به پرداخت استفاده کرده است بالا است. کشورهای با درآمد بالا در صورتی که از روش تمایل به پرداخت استفاده کرده باشند تمایل به پرداخت بیشتری دارند. به شکلی ایده آل توصیه می شود هر کشوری باید یک مطالعه تمایل به پرداخت برای محاسبه ارزش آماری زندگی در سوانح ترافیکی پیش از هر سرمایه گذاری در ایمنی راه انجام دهد. با این فرض که سطح درآمد در هر کشوری اولین عامل ارزش آماری زندگی است در انگلیس، نیوزلند، آمریکا هزینه سوانح ترافیکی بر اساس روش تمایل به پرداخت محاسبه می شود [Andersson, 2008].

اندروسون نشان داد ارزش آماری زندگی در جوامعی که در زیرساخت حمل و نقل به خوبی کار کرده اند سیاست گذاری خود را برای حفظ و بهبود زیرساخت با توجه به محدودیت منابع بر مبنای اولویت بندی بنا کرده اند بکار گرفته شده است. استفاده از یک استاندارد مشترک برای منافع و هزینه سیاست گذاران را قادر می سازد در زمینه های مشترک و در مقایسه اولویت بندی، شفاف تر و در اختصاص منابع کارآمدتر عمل کنند [Andersson, 2011].

مطالعات دیگر نشان دادند مطالعات بیان ترجیح ممکن است در زمینه سیاست گذاری ارزشمند باشد [Perovic and Tsolakis, 2008]. روش بیان ترجیح روشی عملی تر در کشورهای با درآمد کم و متوسط است. بسیاری از کشورهای صنعتی در محاسبه هزینه سوانح از روش سرمایه انسانی به سمت روش ارزش کاهش خطر حرکت کردند [Abelson, 2008]. سطح ایمنی می تواند در بین بخش های مختلف متفاوت باشد. در مطالعه جسدای پی پت روش ارزش گذاری مشروط به عنوان یک روش که اغلب به وسیله پرسشنامه و برای کمک به کشف تمایل به پرداخت افراد برای یک کالای محیطی خاص یا خدمت خاص است معرفی می شود. این روش به وسیله: سؤالات باز، سؤالات بسته، رویکرد ارزش گذاری رتبه ای، به انتخاب گذاشتن سناریوهای مختلف، سؤالات فعالیت مشروط انجام می شود. هشدارهای

-Jennings, W. P. and Jennings, P. R. (2000) "Risk, the willingness-to-pay, and the value of a human life", *Journal of Insurance Issues*, pp.180-184.

-Jesdapipat, S. (2010) "Willingness to pay (WTP)", Thailand: Centre of Ecological Economics, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Bangkok.

-Kopits, E. and Cropper, M. (2008) "Why have traffic fatalities declined in industrialised countries?: Implications for pedestrians and vehicle occupants", *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, Nol. 42, No. 1, pp. 129-154.

-Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., ... and Aryee, M. (2013) "A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010". *The Lancet*, Vol. 380, No. 9859, pp. 2224-2260.

-Lindberg, G. (1999) "Calculating transport accident costs: Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging", Sweden: Swedish National Roads and Transportation Research Institute.

-Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., ... and AlMazroa, M. A. (2013) "Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010". *The Lancet*, 380(9859), 2095-2128.

-Miller, T. R. and Levy, D. T. (2000) "Cost-outcome analysis in injury prevention and control: eighty-four recent estimates for the United States", *Medical Care*, Vol. 38, No. 6, pp. 562-582.

-Ministry of Science, Research and Technology of Science and Technology University, Transportation research center. (2012) "The cost of suburban and inner city road traffic injuries (Theory and application)".

-Muller, A. and Reutzell, T. J. (1984) "Willingness to pay for reduction in fatality

آن نشده است؛ که این اندازه‌گیری نیز نشان‌دهنده نوآوری در محاسبه دقیق‌تر هزینه سوانح ترافیکی است.

## ۵. نتیجه‌گیری

با توجه به هزینه‌های بالای مرگ و مصدومیت‌های ناشی از سوانح ترافیکی که در این مطالعه برآورد شده است وضعیت سوانح ترافیکی در کشور هشداردهنده است. میزان تمایل به پرداخت متأثر سن، درآمد متوسط و بالا، لگاریتم کیلومتر سفر، لگاریتم پرداخت روزانه برای کاهش مرگ، لگاریتم پرداخت برای کاهش زمان، وسیله نقلیه اتوبوس، مینی‌بوس و سواری مسافرخش و سرنشین است. در زمینه مقررات و قوانین بخش‌های مرتبط پلیس راهنمایی و رانندگی می‌توانند قوانین جدی‌تری را برای افراد زیر ۳۵ سال و ۵۵ سال به بالا وضع کنند. نتایج تحقیق می‌تواند در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در امر سوانح ترافیکی و اختصاص منابع مورد استفاده قرار گیرد.

## ۶. پی‌نوشتها

Daily payment to fatal reduction

Pay to time reduction

Distance

Have accident

## ۷. منابع

-Abelson, P. (2008) "Establishing a monetary value for lives saved: issues and controversies".

-Canberra: Office of Best Practice Regulation, Department of Finance and Deregulation. Abgerufen am, 5, 2012.

-Andersson, H. and Treich, N. (2011) "The value of a statistical life, A handbook of transport economics", 396.

-García-Altés, A. and Perez, K. (2007) "The economic cost of road traffic crashes in an urban setting". *Injury Prevention*, Vol. 13, No. 1, pp. 65-68.

-Halinen, M. O. and Jaussi, A. (1994) "Fatal road accidents caused by sudden death of the driver in Finland and Vaud, Switzerland". *European heart journal*, Vol. 15, No. 7, pp. 888-894.

-Jacobs, G., Aeron-Thomas, A. and Astrop, A. (2000) "Estimating global road fatalities".

(CVM)", The Regional Training Workshop, Economic Valuation of the Goods and Services of Coastal Habitats, Samut Songkram Province, Thailand, March 24 – 28.

-Salamon, L. M. (Ed.). (2002) "The tools of government: A guide to the new governance". Oxford University Press.

-Van Wee, B. and Rietveld, P. (2013) "Using value of statistical life for the ex ante evaluation of transport policy options: a discussion based on ethical theory", Transportation, Vol. 40, No. 2, pp. 295-314.

risk: an exploratory survey". American Journal of Public Health, Vol. 74, No. 8. pp.808-812.

-Perovic, J. and Tsolakis, D. (2008, November) "Valuing the social costs of crashes: is community's willingness to pay to avoid death or injury being reflected", In Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Adelaide.

- Pitel, S. and Solomon, R. (2013) "Estimating the number and cost of impairment-related traffic crashes in Canada: 1999 to 2010. Oakville": MADD Canada. Accessed October, 9, 2013.

-Rahim K. A. (2008) "Summary of presentation, Contingent Valuation Method

مجتبی گنجعلی، درجه دکتری در رشته آمار را در سال ۱۳۷۲ از کشور انگلستان اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان آمار بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادی در دانشگاه شهید بهشتی است.



حمید سوری، درجه دکتری در رشته اپیدمیولوژی را در سال ۱۳۷۵ از دانشگاه نیوکاسل کشور انگلستان اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان اپیدمیولوژی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادی در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است



الهه عینی، درجه دکتری در رشته علوم بهداشتی را در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان اپیدمیولوژی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیاری در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است



تابان باغفلکی، درجه دکتری در رشته آمار را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه شهید بهشتی اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان آمار بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیاری در دانشگاه تربیت مدرس است.



<sup>1</sup> Win BUGS