

روش پیش‌بینی هزینه‌های متوفیات تصادفات ترافیکی در ایران

مجتبی کاظمی (مسئول مکاتبات)، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودسر و املش، رودسر، ایران
محمود صفارزاده، استاد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس و رییس پژوهشگاه حمل و نقل پارسه، تهران، ایران
هادی موقری، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
محسن فلاح زواره، استادیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران.

E-mail: mojtaba.kazemi.r@gmail.com

دریافت: ۹۲/۰۶/۲۰ پذیرش: ۹۳/۰۳/۱۳

چکیده:

سالانه بخشی از تولید ناخالص ملی همه کشورها، صرف هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم تصادفات می‌شود. هدف از انجام تحقیق حاضر، ارائه مدل پیش‌بینی هزینه‌های تصادفات منجر به فوت است. در این تحقیق با استفاده از شیوه‌های دیات دادگاه و تولید از دست رفته، هزینه هر فوت تعیین شده و با استفاده از الگوی سری زمانی $(ARIMA(3,0,0) \times (1,0,0)_{12})$ ، تعداد فوتی‌ها پیش‌بینی می‌شود که با ادغام سری زمانی و روش‌های برآورد هزینه می‌توان میزان اتلاف تولید ناخالص ملی را محاسبه کرد و در نهایت، مقایسه میان دو روش پیش‌بینی- برآورد را تحقق بخشید. به بیان دیگر، روش مورد استفاده در تحقیق روشی آماری- اقتصادی است که ارائه روش پیش‌بینی- برآورد هزینه و مقایسه دقت برآورد میان مدل‌ها از نوآوری‌های تحقیق محسوب می‌شود. طبق نتایج به دست آمده از روش دیات دادگاه در سال‌های ۹۸۳۱ الی ۱۹۳۱، ابتدا روندی نزولی، سپس صعودی از تولید ناخالص ملی، صرف هزینه‌های فوتی تصادفات شده است و در ادامه، بر اساس روش تولید از دست رفته، روند نزولی مشاهده شد. در نهایت و با مقایسه میان دو شیوه بکار رفته و نتیجه‌گیری‌ها می‌توان استدلال نمود که روش دیات به دلیل ثابت بودن مقدار هزینه، روند غیریکنواخت داشته که این حالت از دقت برآورد روش می‌کاهد، در حالی که روش تولید از دست رفته، کاهش منطقی میزان اتلاف را متناسب با کاهش تعداد فوتی‌ها نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: هزینه، تلفات تصادفات، سری زمانی، تولید ناخالص ملی، روش دیات دادگاه، روش تولید از دست رفته.

۱. مقدمه

توسعه یافته است و تحقیقات بسیار کمتری در مورد کشورهای درحال توسعه انجام شده است. در تحقیقات در دسترس، در بیشتر موارد، هزینه تصادفات/تلفات عموماً در مورد آمار ثبت شده انجام شده است و در صورت نیاز به برآورد هزینه‌ها در سال‌های آتی، این کار غالباً از طریق بررسی روند تغییرات زمانی این هزینه‌ها در سال‌های آتی انجام شده است. در حالی که مطالعات اندکی بر تخمین هزینه تصادفات/تلفات بر اساس بررسی روند تصادفات/تلفات مبتنی است. تحقیق حاضر از معدود تحقیق‌هایی است که پس از برآورد هزینه‌های فعلی متوفیات تصادفات، پیش‌بینی آن را در سال‌های آتی بر مبنای روند تلفات (و نه روند هزینه‌ها) انجام می‌دهد. بنابراین ترکیب پیش‌بینی تلفات و تخمین هزینه‌ها در این تحقیق، امکان استفاده از آمار تلفات تصادفات موجود را در برآورد هزینه متوفیات تصادفات برای سال‌های آتی در اختیار قرار خواهد داد. برای این منظور، ابتدا تعداد تلفات تصادفات با استفاده از الگوهای مناسب سری زمانی پیش‌بینی می‌شود و سپس میزان اتلاف تولید ناخالص ملی در اثر تلفات، با استفاده از روش دیات دادگاه و تولید از دست رفته برآورد می‌گردد.

۲. روش‌های مختلف برآورد هزینه تصادفات

برآورد صحیح و دقیق تعداد تصادفات و مجروحین و تلفات ناشی از آنها، اهمیت زیادی در برآورد هزینه تصادفات دارد که این کار با روش‌های مختلفی انجام شده است. لاوارک و همکارانش با تحلیل سری زمانی آمار تصادفات منجر به جرح در انگلستان، پویایی روند تغییر تصادفات چهار بازه زمانی ماه، اوج تابستان، اوج انتهای سال و روز هفته را با استفاده از سنجش کیفی فاصله‌ای میان سری زمانی و خوشه‌بندی بررسی کردند [Rahimi, Kazemi and Movaghari, 2013]. در تحقیقات اوهاکو، تحلیل سری زمانی روند مشخص افزایشی تصادفات ترافیکی، تحت تأثیر فصل تأیید گردید [Ohakwe, Twueze and Chikezie, 2011]. در ایران، بهادری منفرد و همکاران از سری زمانی جهت تعیین

تصادفات ترافیکی و تلفات و هزینه‌های زیاد ناشی از آن، معضل پیش روی متخصصین و برنامه‌ریزان حمل و نقل است. مطابق پیش‌بینی سازمان بهداشت جهانی، حوادث جاده‌ای تا سال ۲۰۳۰ میلادی، پنجمین عامل مهم مرگ و میر محسوب خواهد شد [WHO, 2013]. در این راستا و درحالی‌که کشورهای بیشتر توسعه یافته، برنامه‌های اساسی در کاهش تصادفات و به‌صفر رساندن تلفات و مجروحیت‌های شدید در تصادفات جاده‌ای را پی گرفته‌اند، پیش‌بینی می‌شود تصادفات جاده‌ای و تلفات ناشی از آن در کشورهای در حال توسعه با توجه به افزایش جمعیت، افزایش اتومبیل، سرمایه‌گذاری ناکافی در حمل و نقل، عدم توسعه فرهنگ، کمبود آموزش و بی‌تفاوتی عمومی نسبت به این موضوع افزایش بیشتری خواهد یافت [Vasconcellos, 1995]. غالباً ارزیابی منافع اجتماعی برنامه‌های ایمنی، تعیین میزان سود کاهش تصادفات در هر بخش، تخصیص بودجه در پروژه‌های ارتقای ایمنی ترافیک، محاسبه کارآیی بودجه‌های مصرف شده، تخصیص بهینه منابع، معرفی تبعات سنگین تصادفات از نظر اقتصادی، و همچنین اجرای عدالت در فرآیندهای قضایی، در کنار تبیین وضع موجود اتلاف منابع سرمایه‌ای در هر کشور، بر اساس بررسی هزینه‌های تصادفات و تلفات ناشی از آن در هر کشور انجام می‌شود. محاسبه هزینه‌های تصادفات بر اساس برآورد هزینه‌های اجزای مختلفی که ممکن است از منابع متفاوت استخراج شده باشند، قابل انجام است. به‌همین دلیل ممکن است مقادیر متفاوتی از هزینه تصادفات برای هر کشور برآورد و گزارش شده باشد. به‌علاوه پیش‌بینی رشد هزینه‌های تصادفات در سال‌های آتی نیز ابزار مهمی در توجیه توسعه سرمایه‌گذاری بر ایمنی جاده‌ای در بعد کلان است.

اگرچه بررسی‌ها، مؤید هزینه‌های بسیار بیشتر تلفات سالیانه تصادفات و هزینه‌های ناشی از آن در کشورهای درحال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته است، لیکن توسعه و بکارگیری مدل‌های اقتصادی برآورد هزینه‌های تصادفات و همچنین تلفات و مجروحیت‌های ناشی از آن عموماً متمرکز بر کشورهای

دیه مرد و زن از سوی ستاد دیه کشور، از این روش می‌توان به عنوان یکی از روش‌های قابل اتکا در محاسبه هزینه‌های تصادفات در ایران استفاده کرد.

ناتوانی تعدیل یافته سال‌های عمر^۲ شاخص دیگری است که سازمان بهداشت جهانی به منظور تخمین هزینه تصادفات از آن استفاده می‌کند و هر دو شاخص سال‌های از دست رفته زندگی بر اثر فوت ناگهانی^۳ و سال‌های زندگی همراه با معلولیت‌ها^۴ را در یک شاخص منفرد در نظر می‌گیرد [Ayati, 2009, Vos et al., 2001, Abouzahar, 1999 and Murray, 2012].

به دلیل تفاوت در اجزای بکار رفته در برآورد هزینه‌های تصادفات و روش برآورد، مقادیر متفاوتی از هزینه‌های تصادفات در مطالعات مختلف گزارش شده است. به عنوان مثال، الویک هزینه‌های کلی تصادفات در کشور نروژ را بدون احتساب ارزش کیفیت از دست رفته زندگی، بین ۰/۳ تا ۲/۸٪ (به طور متوسط ۱/۳٪) تولید ناخالص ملی و با احتساب آن، ۰/۵ تا ۵/۷٪ (به طور میانگین حدود ۲/۵٪) تولید ناخالص ملی برآورد کرده است [Elvik, 2000]. در مطالعه دیگری در کشور هلند، با استفاده از روش ارزش جان آماری^۵ ارزش جان انسان، ارزش‌های متفاوتی از ۰/۹ تا ۱۲۱ میلیون یورو برای جان انسان تخمین زده‌اند. [Hultkrantz and Svensson, 2012] محققین داخلی نیز در تحقیقات خود هزینه تصادفات را بر حسب تولید ناخالص داخلی بیان کرده‌اند. به عنوان نمونه توحیدپور و امیرالدین، هزینه تصادفات درون شهری و برون‌شهری ایران را حدود ۱۸ میلیارد دلار (معادل ۱/۳۹٪ تولید ناخالص داخلی) برای سال ۲۰۰۷ محاسبه کردند [Towhidpour and Amirud-din, 2011].

مهبیاری لیلمی و قربانی، بر اساس مطالعات اقتصادی سال پایه ۱۳۸۶، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم تصادفات رانندگی در ایران را سالانه ۱۸۰ هزار میلیارد ریال (معادل ۶/۲۳٪ از تولید ناخالص داخلی) برآورد کرده‌اند [Mahyari Leilami and Ghorbani, 2006].

بررسی‌ها نشانگر وسعت تحقیقات بر تعیین هزینه‌های تصادفات و همچنین پیش‌بینی الگوهای تغییرات تعداد تصادفات و تلفات

روند فوتی‌های ناشی از تصادفات ترافیکی جرحی در کل کشور استفاده کردند و SARIMA (0,1,1).(0,1,1)12 به عنوان مدل برازش داده شده سری زمانی نرخ مرگ ارائه شد [Bahadori-monfared et al. 2013].

برآورد هزینه تصادفات جاده‌ای، معمولاً شامل هزینه‌های متنوعی همچون هزینه اشیاء منهدم شده یا خسارت دیده، هزینه اوقات تلف شده و از بین رفته، هزینه جراحات جسمانی (غیر از معلولیت‌های دائمی)، هزینه درد، غم، جراحات روانی و صدمات روحی، هزینه جان افراد فوت شده و دچار معلولیت‌های دائم شده و همچنین هزینه‌های اداری است که این عوامل ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در برآوردها منظور گردد [Zahed and Rezaiee Arjroodi, 2006]. برآورد هزینه تصادفات به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که به عنوان نمونه می‌توان به روش تولید از دست رفته (تولید خالص از دست رفته و تولید ناخالص از دست رفته)، روش تمایل به پرداخت (بیمه عمر، ارزیابی تلویحی جامعه) و روش دادگاه‌ها (دیات) و سایر روش‌های قضایی) اشاره داشت [Ayati, 2009 and Almasaeid et al. 1999]. روش تمایل (که منعکس کننده هزینه‌ای است که کاربران راه جهت کاهش خطر تصادفات، تمایل به پرداخت آن دارند [Elvik, 1995]، غالباً در کشورهای غربی همچون انگلستان، آمریکا و سوئیس کاربرد دارد. در مقابل، روش "تولید ناخالص ملی" بر اساس "سال‌های بالقوه از دست رفته" و همچنین روش "دیات" به عنوان روش‌های مناسب تخمین غیرمستقیم هزینه تصادفات به حساب می‌آیند. در روش تولید ناخالص ملی (یا روش سرمایه انسانی)، هزینه یک تصادف، مجموع هزینه‌های واقعی سرمایه از دست رفته (مانند خسارت اتومبیل، هزینه‌های درمانی، هزینه‌های رسیدگی به تصادف و ارزش کنونی تولید از دست رفته قربانی در آینده، در صورت عدم وقوع تصادف) است [Ayati, 2009]. روش دیات نه تنها در تعیین هزینه تصادفات کشورهای مختلفی همچون فرانسه، ایتالیا، کویت و اردن کاربرد دارد [Al-Masaeid et al. 1999 and Elvik, 1995]، بلکه با توجه به اعلام سالیانه

۲-۳ پیش‌بینی فوتی‌ها

گام اول: تشخیص روند

در تحلیل سری‌های زمانی، یافتن الگوهای مناسب مشاهدات از اهمیت بسیاری برخوردار است. به طور کلی مراحل الگوسازی در تحلیل سری‌های زمانی شامل سه مرحله تشخیص (یا شناسایی) الگو، برازش الگو و تشخیص درستی الگو است. برای به دست آوردن تأثیر یک سری زمانی بر سری زمانی دیگر از تابع همبستگی عرضی^۶ (CCF) استفاده می‌شود.

در شکل (۱) تعداد تلفات ماهیانه ناشی از تصادفات نشان داده شده است. برای درک بهتر تغییرات دراز مدت، خط روند با استفاده از تکنیک رگرسیون چندجمله‌ای وزنی موضعی^۷ به آن اضافه شده است. چنان که شکل (۱) نشان می‌دهد، دامنه نوسان مشاهدات با گذشت زمان تقریباً ثابت مانده است. به علاوه روند کلی مشاهدات با گذشت زمان تقریباً در یک سطح باقی‌مانده است. علیرغم آن‌که در ابتدا کاهش اندکی مشاهده شده است، اما در ادامه روند به دست آمده تقریباً ثابت باقی می‌ماند. همچنین الگوی پراکندگی مشاهدات در دوره‌های ۱۲ ماهه، یکسان است.

گام دوم: تشخیص مدل

با توجه به الگوی تناوبی سری زمانی مورد مطالعه، یک مدل فصلی به شکل کلی $SARIMA(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ برای داده‌ها پیشنهاد می‌شود که در آن p,q,d مرتبه‌های مربوط

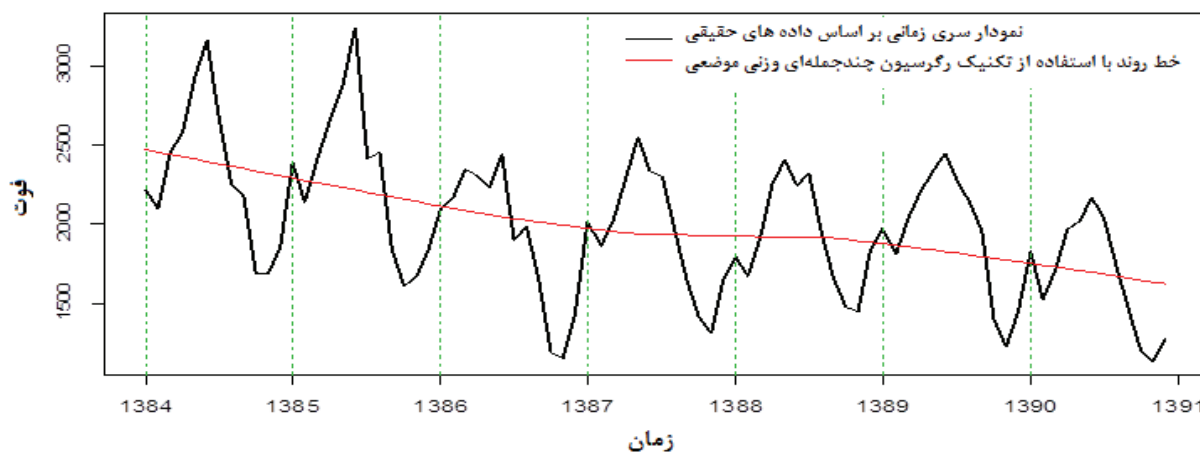
است. در حال حاضر، بررسی هزینه تصادفات/تلفات عموماً بر آمار ثبت شده موجود انجام می‌شود و در صورت نیاز، روند تغییرات زمانی این هزینه‌ها محاسبه می‌گردد و مطالعات زیادی دال بر تخمین هزینه تصادفات/تلفات بر اساس تصادفات/تلفات پیش‌بینی شده در اختیار نیست. بنابراین مطالعه حاضر جزو آن دسته از مطالعاتی است که مبنای برآورد هزینه‌ها را تصادفات پیش‌بینی شده در نظر می‌گیرد.

۳. محاسبه هزینه فوتی‌ها ناشی از تصادفات جاده‌ای

در این تحقیق با استفاده از اطلاعات فوت‌شدگان ثبت شده در اثر تصادفات ترافیکی کشور در سال پایه، تعداد متوفیات برای سال‌های بعد با استفاده از سری زمانی پیش‌بینی و هزینه‌های فوتی‌های از دو روش دیات و عمر از دست رفته استفاده می‌شود. در این تحقیق از نرم افزار R برای تحلیل داده‌های مرگ و میر استفاده می‌شود [Nirooman, 1997, Shumway and Stoffer, 2006 and Cryer and Chan., 2008]

۱-۳ داده‌های تحقیق

در این تحقیق اطلاعات مربوط به فوت‌شدگان تصادفات جاده‌ای کل کشور از سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۰ و نیمه اول سال ۱۳۹۱ به صورت ماهیانه از پایگاه اطلاع‌رسانی پزشک قانونی و سازمان راهداری کشور جمع‌آوری و استفاده شده است.



شکل ۱. نمودار سری زمانی داده‌های مرگ و میر^۸

و PACF داده‌های مرگ و میر در تصادفات برون‌شهری کشور را نشان می‌دهد.

در شکل (۲) مشاهده می‌شود که ACF به صورت سینوسی به سمت صفر میل می‌کند و PACF نیز بعد از تأخیر سه قطع می‌شود. از طرفی با توجه به مقدار معنی‌دار PACF در تأخیر ۱۲، یک الگوی اتورگرسیو مرتبه یک فصلی مشاهده می‌شود. بنابراین مدل $ARIMA(3,0,0) \times (1,0,0)_{12}$ برای داده‌های فوتی پیشنهاد می‌شود. جدول (۱) نتایج حاصل از برازش مدل پیشنهادی، به همراه انحراف استاندارد ضرایب است.

در جدول (۱)، ar1، ar2 و ar3 به ترتیب معرف مقادیر یک، دو و سه دوره گذشته غیرفصلی و sar1 نیز بیانگر مقدار یک دوره گذشته فصلی است. Intercept نیز جمله ثابت مدل است که همانند ضریب ثابت در مدل‌های رگرسیونی کلاسیک است. بنابراین مدل پیش‌بینی تعداد متوفیات تصادفات کشور به صورت رابطه (۲) ارائه می‌شود:

$$Z_t = 1963.55 + 0.61Z_{t-1} + 0.20Z_{t-2} - 0.07Z_{t-3} + 0.77Z_{t-12} - 0.47Z_{t-13} - 0.15Z_{t-14} + 0.05Z_{t-15} + a_t$$

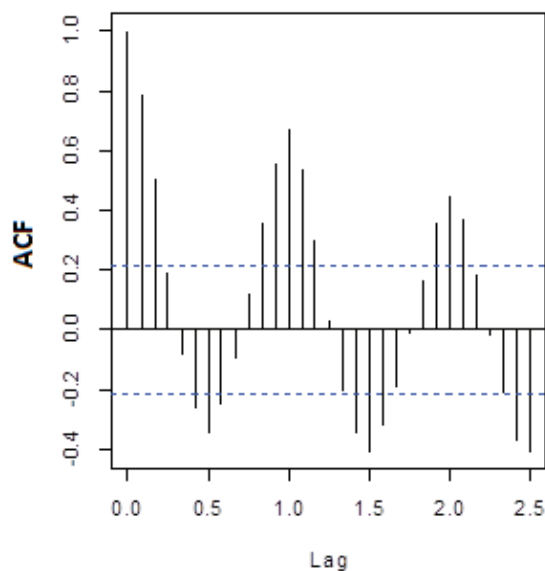
به جزء غیرفصلی و P,Q,D نیز مرتبه‌های مربوط به جزء فصلی مدل هستند و S نیز دوره تناوب مدل است. شکل ریاضی مدل به صورت رابطه (۱) است.

$$\varphi_p(B)\Phi_p(B^s)\nabla_s^D\nabla^d Z_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)a_t \quad (1)$$

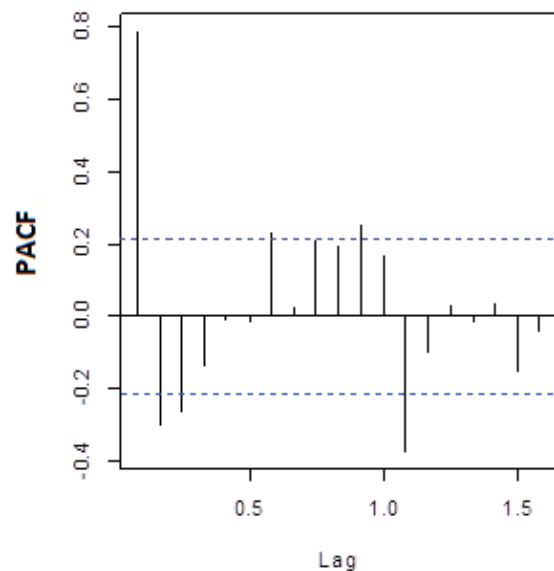
در این رابطه، Z_t مقدار متغیر در زمان t و a_t یک فرآیند تصادفی محض است. همچنین $\varphi_p(B) = 1 - \varphi_1 B - \dots - \varphi_p B^p$ ، $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$ و $\nabla^d = (1 - B)^d$ و $\nabla_s^D = (1 - B^s)^D$ و $\Theta_q(B^s) = 1 - \theta_1 B^s - \dots - \theta_q B^{qs}$ جزء مؤلفه‌های غیرفصلی مدل هستند. به طور متناظر $\Phi_p(B^s)$ ، $\Theta_q(B^s)$ و ∇_s^D نیز جزء مؤلفه‌های فصلی مدل هستند. در تمامی این روابط، B یک عملگر پس‌رو بوده که در رابطه $B^j x_t = x_{t-j}$ صدق می‌کند.

تعیین مرتبه سری زمانی مشکل‌ترین و اصلی‌ترین مرحله تحلیل سری‌های زمانی است. با توجه به ایستا بودن سری زمانی، نیازی به تفاضلی کردن آن نیست، بنابراین مقدار برابر d صفر قرار می‌گیرد و با توجه به تناوب ۱۲ ماه، مقدار s نیز برابر ۱۲ خواهد بود. برای تعیین سایر مرتبه‌ها، از نمودارهای توابع خودهمبستگی (ACF^q) و خودهمبستگی جزئی ($PACF^{1q}$) استفاده می‌شود. شکل (۲) نمودار ACF

نمودار توابع خودهمبستگی ACF



نمودار توابع خودهمبستگی جزئی PACF



شکل ۲. نمودار ACF و PACF داده‌های مرگ و میر در تصادفات برون‌شهری

جدول ۱. نتایج حاصل از برازش مدل

Intercept	sar1	ar3	ar2	ar1	ضریب
۱۹۶۳/۵۵	-۰/۷۷	۰/۰۷	-۰/۲۰	-۰/۶۱	برآورد
۲۳۱/۶۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۲	انحراف استاندارد

شاهد خواهیم بود. با توجه به این کاهش خفیف، تلفات جاده‌ای در ایران در مرحله‌ی تثبیت قرار گرفته است.

کنترل دقت و صحت مدل با استفاده از داده‌های حقیقی ماه‌های فروردین تا شهریور سال ۱۳۹۱ و مقادیر پیش‌بینی شده برای این ۶ ماه انجام شد. در نهایت دقت مدل با سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید و در قالب ستون انحراف استاندارد مقادیر پیش‌بینی آمده است.

۳-۳ محاسبه و پیش‌بینی هزینه‌های فوتی‌های تصادفات جاده‌ای

۳-۳-۱ روش دیه

گام اول: محاسبه هزینه‌ها بر اساس روش دیه

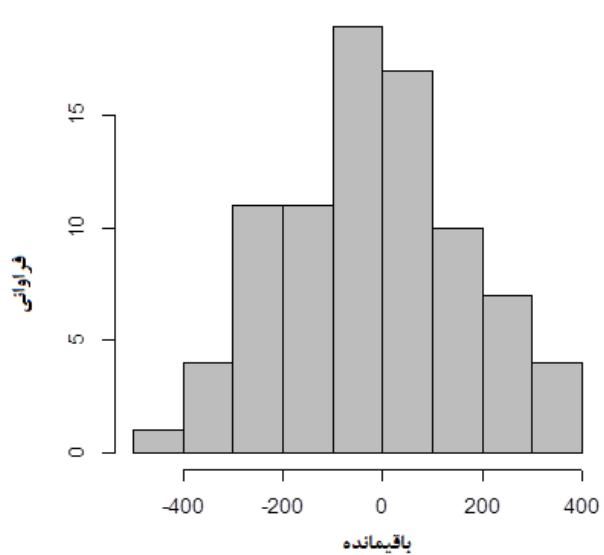
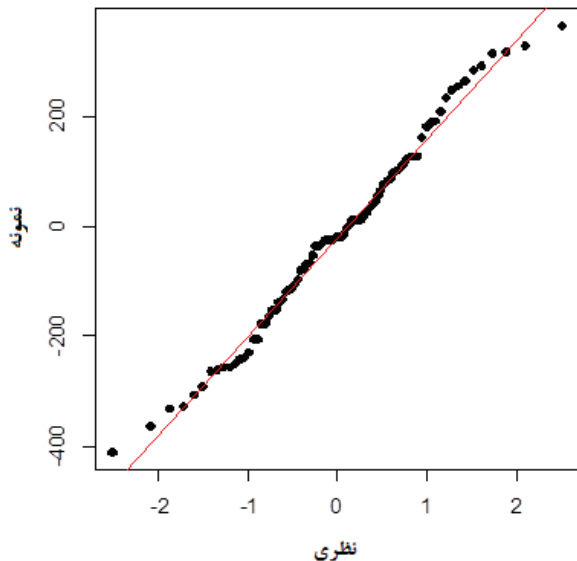
طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی، نرخ فوت مردان و زنان در تصادفات جاده‌ای سالانه در هر یکصد هزار نفر جمعیت، به ترتیب ۳۷/۸ و ۱۴/۸ نفر است. با توجه به تفاوت نرخ دیه مرد و زن، مقدار تصحیح شده مبلغ دیه (CR) با توجه به نرخ مرگ و میر به ازای یک صد هزار نفر جمعیت، مطابق رابطه (۳) تعیین و

گام سوم: برازش مدل

برای ارزیابی نیکی برازش^{۱۱}، نمودار نرمال و نمودار مستطیلی باقیمانده‌ها (اختلاف مقادیر مشاهده شده از مقادیر برآورد شده) در شکل (۳) نشان داده شده است. چنان‌که این شکل نشان می‌دهد، در نمودار نرمال تمام نقاط تقریباً در امتداد یک خط راست قرار گرفته‌اند و نمودار مستطیلی نیز تقریباً زنگوله‌ای شکل است که نشان دهنده پیروی از توزیع نرمال است که آزمون کلموگروف-سمیرنوف نیز مؤید این نتیجه است. علاوه بر این، بررسی نمودار ACF باقیمانده‌ها الگوی خاصی در بین آنها نشان نمی‌دهد.

گام چهارم: پیش‌بینی و اعتبارسنجی مدل

مقادیر دقیق پیش‌بینی ماهیانه در قالب جدول (۲) آمده است. با نگاه به این جدول می‌توان دریافت تا پایان سال ۱۳۹۱، روزانه تقریباً ۵۵ نفر در اثر تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. بر اساس این شکل در پایان سال ۹۱ نسبت به سال ۹۰، میزان کاهش ۰/۲۶٪ تلفات جاده‌ای را در راه‌های برون‌شهری



شکل ۳. نمودار نرمال و مستطیلی باقیمانده‌ها

روش پیش‌بینی هزینه‌های متوفیات تصادفات ترافیکی در ایران

جدول ۲. پیش‌بینی مقادیر مرگ و میر از فروردین تا شهریور ۱۳۹۱ به همراه مقادیر واقعی، جهت کنترل مدل

ماه	مقادیر واقعی	مقادیر پیش‌بینی	انحراف استاندارد مقادیر پیش‌بینی
فروردین	۱۵۳۹	۱۶۴۶/۱۷	۱۷۹/۵۹
اردیبهشت	۱۵۳۸	۱۴۵۴/۴۸	۲۱۰/۴۷
خرداد	۱۷۰۹	۱۶۳۶/۷۷	۲۳۴/۰۸
تیر	۱۹۳۳	۱۸۷۰/۱۲	۲۴۴/۹۱
مرداد	۱۸۲۱	۱۹۳۲/۱۳	۲۵۱/۳۹
شهریور	۲۰۶۹	۲۰۶۳/۱۱	۲۵۴/۸۶
مهر	-	۱۹۷۸/۶۴	۲۵۶/۸۴
آبان	-	۱۷۶۰/۳۷	۲۵۷/۹۵
آذر	-	۱۵۵۵/۰۸	۲۵۸/۵۷
دی	-	۱۳۶۱/۰۱	۲۵۸/۹۳
بهمن	-	۱۳۰۹/۷۸	۲۵۹/۱۳
اسفند	-	۱۴۱۸/۷۰	۲۵۹/۲۴

در محاسبات منظور می‌شود. ۱۳۹۱، مبلغ ۹۰۳ میلیون ریال است. به همین ترتیب نرخ دیه مربوط به سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ نیز محاسبه و در قالب جدول (۳) ارائه شده است.

$$CR = \frac{37.8 \times 1 + 14.8 \times 0.5}{37.8 + 14.8} = 0.86 \quad (3)$$

گام دوم: ارائه مدل پیش‌بینی کل هزینه‌های فوت با استفاده از روش دیه

افزایش متوسط تصحیح شده‌ی نرخ دیه سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۹۰، معادل ۱/۶۲۸ برابر و این میزان برای سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۹، حدود ۱/۲۹ برابر است. حدود تغییرات برای سال ۱۳۸۹ به سال ۱۳۹۱، رشد چشمگیری را نشان می‌دهد. بر اساس روش دیه و رابطه (۵) مبلغ هزینه‌های فوت است.

$$Y_i = [0.61X_1 + 0.2X_2 - 0.07X_3 + 0.77X_4 - 0.47X_5 - 0.15X_6 + 0.05X_7 + a] \times \bar{C} \quad (5)$$

رقم دیه در ایران بر اساس اصول فقه شیعه جعفری تعیین می‌شود و برای ماه‌های حرام بیش از سایر ماه‌های سال است. نرخ دیه (قوه قضائیه، ۱۳۹۱) در سال ۱۳۹۱، معادل ۹۴۵.۰۰۰.۰۰۰ ریال و این مقدار طی چهار ماه حرام معادل ۱.۲۶۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال است. بنابراین متوسط نرخ دیه در سال بر اساس رابطه (۴) به دست خواهد آمد. برای سایر سال‌ها نیز به صورت مشابه عمل می‌شود. (۴) = نرخ متوسط دیه در سال ۹۱

$$\frac{(8 \times 945.000.000) + (4 \times 1.260.000.000)}{12} =$$

ریال ۱.۰۵۰.۰۰۰.۰۰۰

بر اساس رابطه (۴) نرخ متوسط دیه تصحیح شده برای سال

جدول ۳. متوسط نرخ دیه^{۱۲} در ایران.

سال	نرخ ۸ ماه غیر حرام (ریال)	نرخ ۴ ماه حرام (ریال)	متوسط نرخ دیه (ریال)	متوسط تصحیح شده نرخ دیه (ریال)
۱۳۹۱	۹۴۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۲۶,۰۰۰,۰۰۰	۱,۰۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۹۰۳,۰۰۰,۰۰۰
۱۳۹۰	۶۷۵,۰۰۰,۰۰۰	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۶۴۵,۰۰۰,۰۰۰	۵۵۴,۷۰۰,۰۰۰
۱۳۸۹	۴۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۳۰,۰۰۰,۰۰۰

در تحقیقات جدید رو به افزایش است. تحقیقات موسسه برل نشان داد که اهمیت نسبی عنصر کیفیت زندگی (درد و رنج و جراحات‌های روانی) براساس ارقام اعطایی دادگاه، به طور متوسط ۷۹٪ است. باید توجه داشت که در این ارزش، ارزش‌های متفاوت از ارزش تولید بالقوه یک دانشمند مقتول تا ارزش تولید بالقوه یک پیرمرد یا پیرزن بی‌سواد، همگی منظور شده است و از این رو، این رقم متوسط را می‌توان در تعداد کل متوفیات و معلولان دائم ضرب کرد [Ayati, 2009].

از آنجا که تولید P_f محاسبه شده برای سال فعلی مربوط به قدرت خرید فعلی است، این تولید در سال‌های آتی با توجه به نرخ تورم باید متناسب با قدرت خرید همان سال محاسبه شود. از طرف دیگر لازم است مقادیر تولید P_f هر سال در آینده را با توجه به نرخ بهره (یا نرخ تنزیل) به ارزش فعلی آن تبدیل نمود که به شکل رابطه (۹) خواهد بود [Ataty, 2009]:

$$P_f = \left[1 + \frac{(1+f)^1}{(1+r)^1} + \frac{(1+f)^2}{(1+r)^2} + \frac{(1+f)^3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{(1+f)^4}{(1+r)^4} \right] \times 0.03 \quad (9)$$

در این رابطه، f نرخ تورم و r نرخ بهره است. با توجه به جمعیت، ۷۴۷۳۳ هزار نفری سال ۱۳۸۹، مقدار P_f برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ به ترتیب ۶۲۱۷۳۸۰۶۱ و ۵۴۸۳۰۶۵۴۸ ریال و میزان تولید ناخالص ملی برای این دو سال ۴۹۰۵۹۵۸ و ۴۳۰۴۲۶۴ میلیارد ریال بوده است. با در دست داشتن ارزش تولید بالقوه یک فرد (رابطه ۸)، می‌توان مقدار هزینه‌ها را طبق این روش به دست آورد (رابطه ۱۰).

$$Y_i = [0.61X_1 + 0.2X_2 - 0.07X_3 + 0.77X_4 - 0.47X_5 - 0.15X_6 + 0.05X_7 + a] \times P_f \quad (10)$$

در این رابطه P_f ارزش متوسط تولید بالقوه از دست رفته یک قربانی در یکسال و مابقی پارامترها مشابه رابطه (۵) است.

گام سوم: محاسبه شاخص ناتوانی تعدیل یافته سال‌های عمر در تعیین DALY پنج مقدار کلیدی دخالت دارند که عبارتند از: [Anand and Hanson, 1997, Zahed and Arjroodi, 2006]

در این رابطه Y_i میزان کل هزینه‌های فوت، a ثابت معادله (عدد ۱۹۴۶)، \bar{C} میانگین نرخ دپه‌ی تعیین شده برای سال هدف، X_1 تا X_7 به ترتیب تعداد فوتی‌ها یک ماه، دو ماه، سه ماه، دوازده ماه، سیزده ماه، چهارده ماه و پانزده ماه قبل از ماه هدف است.

۳-۲-۳ روش عمر از دست رفته

گام اول: محاسبه هزینه‌ها بر اساس روش معادل ریالی عمر از دست رفته درصدی از درآمدهای غیرپولی خانوارهای شهری که خارج از درآمدهای حاصل از ارزش جاری مسکن ملکی شخصی قرار می‌گیرد و در ایران توسط بانک مرکزی با عنوان "سایر" معرفی می‌شود و از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ به طور متوسط ۶/۳٪ بوده است (برای سال‌های ۹۰ و ۹۱ حدوداً ۶/۵٪) که به رقم تولید ناخالص ملی اضافه می‌شود [Ayati, 2009]، رابطه (۶):

$$\text{اصلاح شده } GNP_{1391} \text{ میلیارد ریال} = 4905958 \times \frac{1}{(1-6.5\%)} = 5247014 \quad (6)$$

برای محاسبه تولید ناخالص ملی سرانه، جمعیت سال ۱۳۹۰ ایران استفاده می‌شود که برابر با ۶۶۹,۱۴۹,۷۵ نفر است. این جمعیت در سال ۱۳۹۱ بر اساس نرخ رشد جمعیت اعلام شده توسط این سازمان، بر اساس رابطه (۷) به دست می‌آید:

$$\text{جمعیت } 1391 = \text{جمعیت } 1390 \times (1 + 0.0129)^1 = 76119100 \text{ نفر} \quad (7)$$

گام دوم: ارائه مدل پیش‌بینی کل هزینه فوت با استفاده از روش معادل ریالی عمر از دست رفته

مقدار ارزش متوسط تولید بالقوه از دست رفته یک قربانی حادثه در یکسال (P_f) و بر اساس تولید ناخالص ملی اصلاح شده با استفاده از رابطه (۸) به دست می‌آید:

$$P_f = \left[\frac{GNP}{Capita} \right] \times \left\{ \frac{2}{(1-0.79)} \right\} = 9.52 \left[\frac{GNP}{Capita} \right] \quad (8)$$

از سال ۱۹۹۷ میلادی به بعد نقش عنصر کیفیت زندگی همواره

[and World Bank. 1993

بهره (۰/۲) برای ایران)، β پارامتر به دست آمده از تابع وزن‌بندی سن (ثابت استاندارد GBD، ۰/۰۴)، سن متوسط فوت شدگان (در تصادفات جاده‌ای)، L مدت زمان از دست رفته زندگی (معادل شاخص امید به زندگی منهای سن متوفی در هنگام فوت). طبق اعلام مرکز ملی آمار، سن امید به زندگی در سال ۱۳۹۰ برای مردان ۷۲/۱ و زنان ۷۴/۶ سال است (به طور متوسط؛ ۷۳/۳۵ سال) و از آنجا که متوسط سن متوفیات تصادفات جاده‌ای سال ۱۳۹۰، ۳۲ سال بیان شد که در نهایت با استفاده از رابطه (۱۲) شاخص ناتوانی تعدیل یافته‌ی سال‌های عمر معادل ۸/۷ سال محاسبه می‌شود.

اکنون با ضرب سال‌های از دست رفته زندگی بر اثر فوت در تولید ناخالص سرانه که با P_f معرفی شد، مقدار تولید از دست رفته به دست می‌آید. با فرض این که نرخ تورم در چهار سال آینده برابر میانگین نرخ تورم در ۴ ماه (مهر، شهریور، مرداد و تیر) و با استفاده از آمار بانک مرکزی (جدول ۴)، نرخ تورم برابر ۲۳/۸۲۵ درصد در نظر گرفته می‌شود.

در رابطه (۹) برای تعیین نرخ بهره (۱۵/۳۵٪) از میانگین نرخ تعیین شده از بیشترین حالت آن در مسکن و ساختمان، معادل ۱۱٪ تا ۱۳٪، و متوسط نرخ سود تسهیلات بانک‌های دولتی (۱۴٪) تا ۱۵٪ و غیر دولتی (۱۸٪ تا ۲۱٪) استفاده شد.

۳-۳-۴ ارائه مدل‌های نهایی برآورد هزینه

بر اساس رابطه (۹) مقدار هزینه سال‌های از دست رفته زندگی ناشی از یک فوت، در سال ۱۳۹۱ برابر با ۲۰۹۵۴٫۴۷۵٫۶۲۴ ریال است که در این قسمت می‌توان نسبت ارزش جان آماری به تولید ناخالص ملی را بر اساس روش دیات دادگاه و طبق رابطه (۱۳) برآورد نمود.

$$Y_j = [0.61X_1 + 0.2X_2 - 0.07X_3 + 0.77X_4 - 0.47X_5 - 0.15X_6 + 0.05X_7 + a] \times \bar{C} \times GNP^{-1} \quad (13)$$

۱- عمر از دست رفته به دلیل مرگ در هر سن: که با توجه به شاخص امید به زندگی در هنگام تولد تعیین می‌شود.

۲- درجه معلولیت: شش کلاس مختلف برای اندازه‌گیری میزان از دست دادن قدرت فیزیکی تعریف شده است و مقدار عددی برای هر کلاس از صفر (برای سلامتی کامل) تا یک (برای فوت) متغیر است و برای معلولیت مقدار آن ۰/۵ است.

۳- تابع وزنی سن: معادل $cxe^{-\beta}$ که X میزان سن، c و β اعداد ثابت می‌باشند.

۴- تقدم زمانی^{۱۳}: که ارزش زمانی منافع سلامتی در حال حاضر با ارزش منافع سلامتی در آینده مقایسه می‌شود (در تئوری اقتصاد متعارف، ارزش مورد دوم کمتر از مورد اول است). به طور متعارف در ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها از نرخ بهره برای کاهش منافع در آینده استفاده می‌شود. در این فرآیند، منافع آینده آنها را به ارزش فعلی خالص تبدیل می‌کنند که این منافع تبدیل شده قابل مقایسه با هزینه‌های پروژه است (تحلیل هزینه-فایده). تابع کاهش در رابطه (۱۱) نشان داده شده است:

$$e^{-r(x-a)} = \text{تابع بهره} \quad (11)$$

که در آن X سن نمونه، a سال شروع و r نرخ بهره است.

۵- قاعده تساوی تعداد-مدت: یعنی اینکه دو نفری که هر کدام ۱۰ سال از عمرشان را به دلیل معلولیت از دست می‌دهند، معادل یک نفر است که ۲۰ سال از زندگی خود را به همین دلیل از دست می‌دهد.

رابطه نهایی DALY با توجه به شاخص‌های ۵ گانه فوق رابطه (۱۲) است:

$$DALY = - \left[\frac{D \times C \times e^{-(\beta a)}}{(\beta + r)^2} \right] + [e^{(\beta + r) \times L} \times [(1 + (\beta + r) \times (L + a)) - (1 + (r + \beta) \times a)] \quad (12)$$

که در آن؛ C = ثابت تصحیح وزن‌بندی سن (۰/۱۶۵۸)، r نرخ

جدول ۴. میزان نرخ تورم برای ۴ ماه اول سال ۱۳۹۱

ماه از سال ۱۳۹۱	مهر	شهریور	مرداد	تیر
نرخ تورم	۲۴٫۹	۲۴	۲۳٫۵	۲۲٫۹

ناخالص ملی با استفاده از دو مدل ارائه شده در تحقیق در قالب جدول‌های (۵) و (۶) آمده است که از این طریق می‌توان میزان ابطال تولید ناخالص ملی برای هر یک از روش‌ها در سال مورد نظر نسبت به سال قبل از آن را نجید. و دقت برآورد دو مدل ارائه شده در تحقیق را ارزیابی کرد.

در این جدول‌ها قیمت کل ارزش جان آماری کل افرادی که بر اثر تصادف جاده‌ای جان خود را از دست داده‌اند محاسبه و بر تولید ناخالص ملی همان سال تقسیم و به این ترتیب میزان ابطال تولید ناخالص ملی در این بخش به صورت درصد بیان شده است.

محاسبه‌های جدول (۵) طبق آمار موجود سال ۸۹ و ۹۰ و مقدار پیش‌بینی شده نیمسال دوم ۹۱ و بکارگیری رابطه (۱۴) است. جدول (۶) با استفاده از رابطه (۱۵) به دست آمده است که بر اساس ارزش متوسط تولید بالقوه است و همانند جدول (۵) مقدار نیمسال دوم ۹۱ حاصل پیش‌بینی و مابقی سال‌ها آمار رسمی اعلام شده است که این حالت برای روش دیات نیز حاکم است.

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۵) و (۶) می‌توان مقایسه میان دو روش و تفاوت نتایج به دست آمده از آنها را مشاهده کرد. این تحقیق با هدف پیش‌بینی تعداد فوتی‌های تصادفات با استفاده از آمارهای ثبت و پیش‌بینی شده و محاسبه هزینه ناشی از فوت یک نفر با استفاده از روش‌های دیه دادگاه و روش معادل ریالی عمر از دست رفته انجام شد که در نهایت مدل پیش‌بینی هزینه تصادفات بر اساس دو روش ذکر شده برای

که در این رابطه؛ Y_j میزان اتلاف برای ماه مورد نظر، a ثابت معادله (عدد ۱۹۴۶ است)، \bar{C} میانگین نرخ دیه تعیین شده برای سال مورد بررسی، X_1 برابر تعداد فوتی‌ها در ماه قبلی، X_2 فوتی‌ها در دو ماه گذشته، X_3 فوتی‌ها در سه ماه گذشته، فوتی‌های X_4 دوازده ماه گذشته، X_5 فوتی‌های سیزده ماه گذشته، X_6 فوتی‌های چهارده ماه گذشته و X_7 فوتی‌های پانزده ماه گذشته و GNP مقدار تولید ناخالص ملی یا داخلی است.

در ادامه و برای روش ارزش تولید متوسط بالقوه رابطه (۱۴) ارائه می‌شود:

$$Y_j = [0.61X_1 + 0.2X_2 - 0.07X_3 + 0.77X_4 - 0.47X_5 - 0.15X_6 + 0.05X_7 + a] \times P_f \times GNP^{-1} \quad (14)$$

که در این رابطه؛ P_f مقدار ارزش متوسط تولید بالقوه از دست رفته یک قربانی حادثه در یکسال و مابقی پارامترها مشابه رابطه (۱۳) است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق ابتدا تعداد فوتی‌های ناشی از تصادفات کل کشور با استفاده از سری زمانی پیش‌بینی شد. پس از آن با استفاده از دو روش دیه و عمر از دست رفته میزان هزینه هر فوت محاسبه و با ضرب در تعداد کل هزینه کل محاسبه شد. در ادامه میزان تولید ناخالص ملی برای سال مورد نظر پس از تصحیح‌های لازم برآورد گردیده و سهم از بین رفتن آن بر اثر فوتی‌های تصادفات تخمین زده شد. برآورد میزان ابطال تولید

جدول ۵. نسبت هدر رفت تولید ناخالص ملی بر اثر فوت‌های تصادفات جاده‌ای با استفاده از دیات

سال	تولید ناخالص ملی (میلیارد ریال)	قیمت کل ارزش جان آماری (ریال)	سهم از GNP (درصد)
نیمسال اول ۱۳۹۱	۱۵۵۲۴۷۰۱۴	$9,579,927 \times 10^6$	۰,۱۸۲۵
کل سال		$18,056,388 \times 10^6$	۰,۳۴۴
نیمسال اول ۱۳۹۰	۴۹۰۵۹۵۸	$62,131,947 \times 10^6$	۰,۱۲۶۶
کل سال		$111,211,803 \times 10^6$	۰,۲۲۶۰
نیمسال اول (www.mefa.ir) ^{۱۱}	۴۳۰۴۲۶۴	$5,509,160 \times 10^6$	۰,۱۲۷۹
کل سال		$999,707 \times 10^6$	۰,۲۳۲

روش پیش‌بینی هزینه‌های متوفیات تصادفات ترافیکی در ایران

جدول ۶. نسبت هدر رفت تولید ناخالص ملی بر اثر فوت‌های تصادفات جاده‌ای با استفاده از ارزش متوسط تولید بالقوه

سال	تولید ناخالص ملی (میلیارد ریال)	قیمت کل ارزش جان آماری (ریال)	سهم از GNP (درصد)
۱۳۹۱	۵۲۴۷۰۱۴	$6,961,935 \times 10^4$	۰,۱۴۰۷
پیش‌بینی کل سال			۰,۲۵۰۰۸
۱۳۹۰	۴۹۰۵۹۵۸	$6,964,088,021 \times 10^2$	۰,۱۴۱۹
کل سال			۰,۲۵۴۰
۱۳ (www.mefa.ir)	۴۳۰۴۲۶۴	$6,141,581,644 \times 10^2$	۰,۱۴۲۶
۸۹			۰,۲۹۶۰

می‌یابد، میزان تغییرات ناگهان افزایش یافته است. در مقایسه با نیمسال اول سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ که با استفاده از روش ارزش متوسط تولید بالقوه هر فرد هزینه‌ها به دست آمده است، روند نزولی اتلاف تولید ناخالص ملی را نشان می‌دهد (۰/۱۴۱۹٪ برای نیمسال اول ۱۳۹۰ و ۰/۱۴۲۶٪ برای نیمسال اول ۱۳۸۹). بعلاوه، میزان اتلاف پیش‌بینی شده طبق روش مذکور در پایان سال ۱۳۹۱، معادل ۰/۲۵۰۰۸٪ تخمین زده می‌شود که این مقادیر برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ به ترتیب؛ ۰/۲۵۴۰٪ و ۰/۲۹۶۰٪ است. با دقت در میزان درصد‌های به دست آمده از اتلاف تولید ناخالص ملی و یا داخلی، می‌توان ارتباط کاهش تعداد تلفات تصادفات جاده‌ای و کم شدن اتلاف تولیدات کشور را به سادگی درک نمود، در حالی‌که در روش دیه مقرر شده از سوی دادگاه چنین تناسبی مشاهده نمی‌شود. در این تحقیق مقدار "ناتوانی تعدیل یافته‌ی سال‌های عمر" با توجه به آمار ارائه شده در سال ۱۳۹۰، معادل ۸/۷ سال به دست آمد و هزینه سال‌های از دست رفته ناشی از یک فوت برای یک نفر معادل ۲.۹۵۴.۴۷۵.۶۲۴ ریال، در سال ۱۳۹۱ برآورد شد. این نتایج در حالی به دست آمده‌اند که تعداد فوتی‌ها ناشی از تصادف در ۳۰ ماهی مورد بررسی تحقیق، کاهش داشته است. از این رو درک مقادیر به دست آمده از شیوه ارزش متوسط تولید بالقوه هر فرد در سال، ساده‌تر و قابل لمس است.

تحقیق ارائه شد که می‌توان از آن برای پیش‌بینی استفاده نمود. با توجه به نسبت کل ارزش جانهای آماری به دست آمده توسط روش دیات به تولید ناخالص ملی، این نرخ در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ روندی نزولی داشته (از ۰/۲۳۲٪ به ۰/۲۲۶٪)، اما در مقایسه شش ماه نخست سال ۱۳۹۱ و سال ۱۳۹۰ این نرخ از ۰/۱۲۶۶٪ به ۰/۱۸۲۵٪ افزایش را نشان می‌دهد که این موضوع مبین آن است که در نیمسال اول ۱۳۹۱ میزان اتلاف تولید ناخالص ملی به نسبت سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ به مراتب بیشتر بوده، در حالی‌که میزان تصادفات کاهش یافته است. در حقیقت تعداد کشته‌شدگان تصادفات جاده‌ای نیمسال اول ۱۳۹۱ به نسبت سال ۱۳۹۰ تعداد ۵۹۲ نفر و نسبت به سال ۱۳۸۹ تعداد ۲۲۰۳ نفر کاهش داشته و برای سال ۱۳۹۰ نسبت به ۱۳۸۹، کاهش ۳۲۰۰ نفر فوت را شاهد بوده‌ایم. همچنین میزان اتلاف تولید ملی در پایان سال ۱۳۹۱ معادل ۰/۳۴۴٪ پیش‌بینی شده است که احتمال رشد آن نسبت به سال ۱۳۹۰، معادل ۰/۱۱۸٪ است. نتایج به دست آمده بر اساس ارزش متوسط تولید بالقوه از دست رفته یک قربانی حادثه در یک سال (P_t) نشان می‌دهد که مقدار اتلاف تولید ناخالص ملی برای نیمه اول سال ۱۳۹۱ معادل ۰/۱۴۰۷٪ است که این مقدار به نسبت روش دیه، معقول تر و منطقی‌تر به نظر می‌رسد، زیرا روند تعداد فوتی‌ها کاهش را نشان می‌دهد، اما در روش دیه به دلیل آنکه نرخ دیه پارامترهای مختلفی را شامل نمی‌شود و هر ساله افزایش

راهداری و حمل و نقل جاده ای.

- مهبیاری لیلیمی، فرهاد و قربانی، مهبیار (۱۳۸۵) "گزارش جهانی در خصوص پیشگیری از صدمات ناشی از تصادفات جاده ای"، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پژوهشکده حمل و نقل.

- نیرومند، حسینعلی (۱۳۷۶) "تحلیل سریهای زمانی؛ روش های یک متغیری و چند متغیری"، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

- نیرومند، حسینعلی (۱۳۸۴) "جزیه و تحلیل سریهای زمانی"، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

- نیک منش، محمود (۱۳۹۰). "مدلسازی بارندگی ماهانه مناطق سعادت شهر و ارسنجان در استان فارس با استفاده از تئوری موجک و مقایسه آن با سری های زمانی"، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان: دانشگاه شهید باهنر کرمان.

- Abouzahar, C. (1999) "Disability adjusted life years (DALYs) and reproductive health: A critical analysis", Reproductive Health Matters. Vol 7. No.14, pp. 118-129.

- Anand, S, and Hanson, K. (1997) "Disability-adjusted life years: a critical review". Journal of Health Economics", Vol. 16, pp. 685-702.

- Ayati, E. (2002) "The cost of traffic accidents in Iran". Mashhad, Iran: Ferdowsi University Press.

- Bahadorimonfared, A., Soori, H., Mehrabi, Y., Delpisheh, A., Esmaili, A. and Salehi, M. (2013) "Trends of fatal road traffic injuries in Iran (2004-2011)", Public Library of Science, Vol.8, Issue.5, p.65198.

- Barker, C. and Green, A. (1997). "Opening the debate on DALYs". Health Policy and Planning, Vol.11, No.2, pp.179-183.

۵. پی نوشتها

- 1- Potential Years of Life Lost (PYLL)
- 2- Disability Adjusted Life Years (DALY = YLLD + YLLF)
- 3- YLLF (Years of Life Lost duo to Fatality)
- 4- YLLD (Years of Life Lost duo to Disability)
- 5- Value of Statistical Life (VSL)
- 6- Cross Correlation Function
- 7- locally-weighted polynomial regression

۸- این آمار از سایت پزشکی قانونی و سازمان راهداری جمعآوری شده است.

- 9- Autocorrelation Function
- 10- Partial Autocorrelation Function
- 11- Goodness of Fit

۱۲- این آمار از سایت قوه قضاییه اقتباس شده است.

- 13- Time Preference

۱۴- تعداد تصادفات برای شش ماهه ی نخست سال ۱۳۹۱ است.

۱۵- تولید ناخالص ملی اصلاح شده بر اساس اطلاعات سال ۱۳۹۰

۱۶- به دلیل در اختیار نداشتن GNP از GDP استفاده شده است که در عمل اختلاف ناچیزی با یکدیگر دارند.

۶. مراجع

- آیتی، اسماعیل (۱۳۸۸). "هزینه تصادفات (تئوری و کاربرد)". وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل و نقل.

- رحیمی، امیرمسعود، کاظمی، مجتبی و موقری، هادی "طراحی مدل پیش بینی تعداد مجروحین و مصدومین تصادفات برون شهری ایران"، سومین کنفرانس بین المللی حوادث رانندگی و جاده ای، اردیبهشت ۹۱، دانشگاه تهران، تهران. ایران.

- زاهد، فاطمه و رضایی ارجودی، علی (۱۳۸۵) "برآورد هزینه خارجی بخش جاده ای کشور بر محیط زیست اجتماعی (با تاکید بر تصادفات جاده ای)", مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هشتم، شماره ۸۵، ص. ۳۵ - ۵۲.

- سازمان راهداری کشور (۱۳۹۰) "سالنامه آماری"، سازمان

- Towhidpour, R. and Amiruddin, I. (2011) "Socio-economic Consequences of Traffic Accidents in Iran". Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Issue 5, No. 9, pp. 897-901.
- Vasconcellos, E. (1995) "Reassessing traffic accidents in developing countries", Transport Policy, Volume 2, Issue 4, pp. 263-269.
- Vos, T., Lopez, A., Salomon, J. and Ezzati, M. (2001) "National burden of disease studies: a practical guide", Edition 2.0. Global Program on Evidence for Health Policy, Geneva.
- World Bank (1993) "World development report: 1993: Investing in health", New York: Oxford University Press.
- WHO (2013) "Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action", Geneva: WHO Press.
- Cleveland, W. S. (1979) "Robust locally weighted regression and smoothing scatter plots". Journal of the American Statistical Association, 74, pp. 829-836.
- Cryer, J. D. and Chan, K. S. (2008). "Time series analysis with applications in R", 2nd ed. Springer.
- Elvik, R. (2000). "How much do road accidents cost the national economy? ", Accident Analysis and Prevention, 32, pp. 849-851.
- Elvik, R. (1995) "An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries". Accident Analysis and Prevention, 27, pp. 237-247.
- Hultkrantz, L. and Svensson, M. (2012) "The value of a statistical life in Sweden: A review of the empirical", Health Policy 108, pp. 302-310.
- Ihaka, R. and Gentleman, R. (1996) "R: a language for data analysis and graphics". Journal of Computational and Graphical Statistics, 5, pp. 299-314.
- Murray, C. (2012) "Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010." Lancet 380, pp. 2197-223.
- Ohakwe, J., Iwueze, I. S. and Chikezie, D. C. (2011) "Analysis of road traffic accident in Nigeria; a case study of Obinze/ Nekede/ Iheagwa Road in Imo state, southeastern, Nigeria". Asian Journal of Applied Sciences, 4(2), pp. 166-175.
- Qian, G. and Zhao, X. (2007) "On time series model selection involving many candidate ARMA models". Computational Statistics and Data Analysis, 51, pp. 6180-6196.
- Al-Masaeid, H., Al-Mashakbeh, A. and Qudah, A. (1999) "Economic costs of traffic accidents in Jordan". Accident Analysis and Prevention, 31, pp. 347-357.
- Shumway, R. H. and Stoffer, D. S. (2006) "Time series analysis and its applications with R examples", 2nd ed., Springer.

