

## تحلیل پویای مسئله حوادث رانندگی در ایران: رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها

مسعود ربیعه<sup>۱\*</sup>، محمد مهدی کرمی<sup>۲</sup>، مصطفی ضیایی<sup>۳</sup>، عزیزالله یعسوبی<sup>۴</sup>،  
هدایت سالاری<sup>۵</sup>

۱- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شریف، تهران، ایران

۳- کارشناسی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه شریف، تهران، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۵- استادیار، گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۲۲

دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۵

### چکیده

عواملی چون گسترش پدیده شهرنشینی، استفاده رو به رشد از وسایل نقلیه و صنعتی شدن موجب افزایش تصادف‌های رانندگی شده است. مسئله تصادف‌های رانندگی در ایران یک معضل جدی است و ایران جزء کشورهای است که آمار بالایی از مرگ ناشی از تصادف‌های رانندگی را به خود اختصاص می‌دهد. با نگاه پویا به مسئله مذکور در ایران و بررسی متغیرهای مهمی مثل تعداد تلفات سالیانه ناشی از تصادف‌ها می‌توان به اهمیت موضوع بیشتر پی برد. به‌طور کلی مسئله تصادف‌های رانندگی دارای ابعاد گوناگونی است و دارای پیچیدگی‌های خاص خود است. در این راستا و در این تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم، نخست پس از بیان مسئله پویا، با توجه به پیشینه و صاحبه‌های

صورت گرفته چهار دسته عامل اصلی به عنوان عوامل یا متغیرهای مهم و اثرگذار شناسایی شدند. براساس این چهار عامل اصلی، مدل علی- معلولی استخراج و سپس این مدل به مدل انباره - جریان تبدیل شد. در ادامه اعتبارسنجی مدل بررسی و مدل در فضای نرم‌افزار Vensim شبیه‌سازی گردید. در پایان سه سیاست پیشنهادی روی مدل شبیه‌سازی گردید که نتایج آن نشان از بهبود قابل توجه رفتار سیستم در خصوص متغیرهای اصلی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** مسئله تصادف‌های رانندگی، پویایی‌شناسی سیستم‌ها، مدل انباره - جریان، شبیه‌سازی، سیاست.

## ۱- مقدمه

صنعتی شدن، توسعه شهرنشینی و افزایش استفاده از وسایل نقلیه باعث افزایش تخلفات و در نتیجه تصادف‌های رانندگی شده است. یافته‌های جرم‌شناسی نیز نشان‌دهنده تابعیت بزهکاری از توسعه و گسترش در برخی زمینه‌ها است. تصادف‌های جاده‌ای به بحرانی برای توسعه اجتماعی و سلامت عمومی جوامع تبدیل شده است و پیش‌بینی می‌شود که در صورت بی‌توجهی اعضای جامعه جهانی به ایمنی، این حوادث افزایش پیدا می‌کند [۱]. در پژوهش‌های علی و معلولی به عمل آمده در راستای شناسایی علت و سرچشمه وقوع تصادف‌های رانندگی، مشخص شده که هر تصادف رانندگی زائیده یک خطا و تخلف رانندگی است. تصادف‌های رانندگی یکی از بزرگ‌ترین مشکلات سلامت عمومی در سطح جهان هستند [۲، صص ۵۷-۸۵]. تصادف‌ها سالیانه موجب مرگ ۱/۲ میلیون نفر از مردم جهان و ناتوانی بیش از ۵۰ میلیون نفر دیگر می‌شود. در اروپا هر سال به علت حوادث رانندگی بیش از ۴۰ هزار نفر می‌میرند و بیش از ۱۵۰ هزار نفر دچار ناتوانی می‌شوند. حدود ۲۰۰ هزار خانواده به علت حوادث رانندگی دارای یک عضو مبتلا به ناتوانی بوده یا در مرگ عزیزان خود داغدار هستند. تعداد موارد مصدومیت و مرگ‌ومیر ناشی از حوادث رانندگی در کشورهای با درآمد پایین به طور نامتناسبی بالاست؛ در حالی که فقط ۴۰ درصد از وسایل نقلیه در این کشورها وجود دارد. صدمات ناشی از حوادث رانندگی تا سال ۲۰۲۰ دومین علت معلولیت در کشورهای در حال توسعه و سومین علت مرگ و معلولیت در سراسر دنیا خواهد بود. تخمین زده می‌شود در صورت عدم اقدام

مناسب، تا سال ۲۰۲۰ مرگ‌های ناشی از تصادف‌های جاده‌ای در کشورهای با درآمد پایین و متوسط به میزان ۸۰ درصد افزایش پیدا کند. به طور کلی ۸۵ درصد مرگ‌ها و ۹۰ درصد ناتوانی‌های ناشی از حوادث رانندگی در کشورهای با درآمد پایین و متوسط روی می‌دهد و این در حالی است که مرگ‌های ناشی از حوادث رانندگی در کشورهای در حال توسعه مانند مالزی ۴۴ درصد و چین ۲۴ درصد افزایش یافته‌است. این میزان در کشورهای با درآمد بالا مانند کانادا ۶۳ درصد و آمریکا ۲۷ درصد کاهش پیدا کرده است [۳]. این در حالی است که ایران یکی از بالاترین آمارهای مربوط به تعداد مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌ها در جهان را دارا است. سالانه بین ۲۵۰۰۰ تا ۲۷۰۰۰ نفر در تصادف‌های رانندگی در ایران کشته شده‌اند. در ایران به ازای هر ۱۰۰۰ وسیله نقلیه ۱۲۰ تصادف صورت می‌گیرد در حالی که این رقم در کشورهای توسعه یافته مثل ژاپن و فرانسه ۱۲ تصادف است [۴].

از طرفی حمل و نقل و ارتباطات از بخش‌های زیربنایی در اقتصاد هر کشور به حساب می‌آید و این پدیده امروز به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی کشورها محسوب می‌شود. سیاست‌های حمل‌ونقل در سراسر جهان به وضوح نیازمند رشدی هستند تا پایه‌پای تمایل فزاینده برای جابه‌جایی، توسعه پیدا کنند و کیفیت زندگی را حفظ کنند. در این راستا مدیریت ایمنی و کاهش حوادث جاده‌ای یک موضوع کلیدی به حساب می‌آید. امروزه تعداد تصادف‌های جاده‌ای در کشور ما رو به افزایش است و در نتیجه خسارت‌های مالی ناشی از آن‌ها که بر خانواده‌ها و دولت تحمیل می‌شود، بسیار بالا بوده و با توجه به این‌که خسارت‌های مالی، جانی، روانی و اجتماعی در مواردی غیر قابل جبران می‌باشد، ضرورت دارد به منظور جلوگیری از خسارات تصادف‌های رانندگی راهکارهای مؤثری به اجرا گذارده شود. هم‌اکنون تصادف‌های رانندگی در ایران، دومین عامل مرگ و میر است [۵]. براساس مطالعات پیشین، در پدید آمدن تصادف‌های رانندگی چهار عامل اصلی انسان، جاده، وسیله‌نقلیه و محیط مؤثر می‌باشند. مطالعات در کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد که عامل انسانی در ۹۵ درصد از تصادف‌ها نقش دارد، در جمهوری اسلامی ایران نقش عامل انسانی در تصادف‌ها ۷۰ تا ۷۵ درصد گزارش شده است. بیشتر تصادف‌ها به دلیل عدم دقت در رانندگی اتفاق می‌افتد، گاهی اوقات تصادف‌ها به دلیل آشفتگی، بی‌نظمی و شکیبایی نداشتن رانندگان اتفاق می‌افتد. پژوهش‌های انجام شده در ایران نشان داده است که

بین سلامت روان، پرخاشگری، نوع شخصیت و عادت‌های رانندگی رابطه‌های معنادار وجود دارد [۶؛ ۷؛ ۸].

بررسی تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که در بیشتر این پژوهش‌ها با روش‌های آماری و به صورت جداگانه، بخش‌های مرتبط با مسئله مانند خودروها، رفتار رانندگان و وضعیت راه‌ها بررسی شده است. در حالی که با توجه به روابط پیچیده بین متغیرهای مسئله تصادف‌ها و همچنین با توجه به اینکه این مسئله از جنس مسائل اجتماعی - انسانی - فرهنگی و اقتصادی است، باید با نگاهی سیستمی، این موضوع را مورد تحقیق قرار داد. از طرفی بررسی این مسئله با توجه به رشد یا کاهش متغیرهایی چون جمعیت، تعداد اتومبیل‌ها، بهبود یا افت شرایط حاکم بر جاده‌ها یک مسئله مبتنی بر زمان یا پویا است. با توجه به اینکه روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها دارای دو ویژگی مهم نگاه سیستمی و پویایی بوده و مسئله‌محور نیز می‌باشد، روش مناسبی برای تحلیل پویای مسئله مذکور می‌باشد. علاوه بر این در این روش، امکان آزمودن سیاست‌های پیشنهادی با هدف بهبود وضعیت مسئله وجود دارد. با توجه به مطالب ذکر شده در بالا و اهمیت سیاست‌گذاری کنترل تصادف‌های رانندگی، این پژوهش بر آن است تا با استفاده از مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها به تحلیل پویای مسئله پیش‌رو و با ارائه سیاست‌های بهبود به پیش‌بینی پیامدهای گزینه‌های مختلف سیاستی در این حوزه بپردازد. در ادامه مقاله پس از ارائه پیشینه پژوهش، به این موارد پرداخته می‌شود: روش‌شناسی پژوهش (این بخش به‌طور عمده معطوف است به بیان مسئله پویا، تعیین مرز سیستم و نمودار زیرسیستم)، تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش (این بخش به‌طور عمده معطوف است به ارائه نمودارهای انباره - جریان بخش‌های اصلی، اعتبارسنجی - شبیه‌سازی مدل و ارائه سیاست‌های راهبردی) و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادها.

## ۲- پیشینه پژوهش

در این بخش برخی مطالعات در حوزه تصادف‌های رانندگی و مباحث مرتبط پرداخته می‌شود: کندوری و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای به توسعه یک مدل پیش‌بینی‌کننده حادثه برای قطعات آزادراه‌ها که تابعی از حجم ترافیک، درصد وسایل نقلیه سنگین و شرایط جوی بوده است، پرداخته‌اند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که برخلاف طول

قطعات، حجم ترافیک رابطه غیرخطی با وقوع حوادث ترافیکی در آزادراه‌ها دارد [۹]. سیکرن و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) با هدف دستیابی به اطلاعات عمیق و ساختارمند در مورد نگرش استفاده‌کنندگان از جاده‌ها و باورهای آنها در مورد تصادف‌ها و پیشگیری مطالعه‌ای انجام داده‌اند. در این پژوهش به طور کلی دیدگاه‌های ۲۰۹۵ نفر در طی ۴ ماه اخذ و مورد تحلیل محتوا قرار گرفت. رفتار رانندگان به عنوان دلیل اصلی تصادف‌ها دارای بیشترین فراوانی به نسبت عامل وسیله نقلیه و جاده، در صحبت‌های رانندگان ذکر شده است [۱۰]. خراسانی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹) یک مطالعه کیفی در ایران انجام داده‌اند. هدف این مطالعه شناسایی موانع پیشگیری از آسیب‌های جاده‌ای و ارائه پیشنهاد‌های مناسب برای پیشگیری براساس دیدگاه ذینفعان، قربانیان تصادف‌ها و استفاده‌کنندگان از جاده‌ها بود. ۳۸ مصاحبه نیمه ساختارمند با صاحب‌نظران پیشگیری از آسیب‌های جاده‌ای انجام شد. متغیر اصلی که در این مطالعه شناسایی شد، نبود رویکرد نظام‌مند در ایمنی جاده‌ای است. همچنین موانعی که در ارتباط با پیشگیری از آسیب‌های جاده‌ای شناسایی شدند، مربوط به عوامل انسانی (فرهنگ رانندگی ایمن، اجرای قوانین)، سیستم حمل‌ونقل (ایمنی وسیله نقلیه، زیرساخت‌ها) و هماهنگی سازمانی بودند [۱۱]. آریف محمود<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) در کشور امارات از مدلسازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها برای تحلیل رفتار رانندگی مرتبط با تخلف از قوانین رانندگی استفاده کرده است. این مطالعه چگونگی ارتباط نظری بین عوامل مختلف را تشریح و منجر به مدلی شده که می‌تواند در ارزیابی مزایای سیاست‌های مختلف برای کنترل تخلفات رانندگی با استفاده از رویکرد سیستمی کمک‌کننده باشد. در این پژوهش یک مدل شبیه‌سازی طراحی و برای رفتار تخلفات رانندگی در طول سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۷ مورد آزمون قرار گرفته است. در واقع ارائه مدل شبیه‌سازی برای پاسخ به سؤال‌های زیر بود: چه مداخلاتی باید برای کاهش و در نهایت کنترل تخلفات رانندگی اجرا شوند که قادر باشند ایمنی جاده‌ای را بهبود بخشند؟ چگونه آن مداخلات برای کنترل تخلفات در شرایط متفاوت حمل و نقل تعدیل شوند [۱۲]. ایواتا<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) در پژوهشی برای کشور چین، به بررسی رابطه میان تلفات و جراحات ناشی از تصادف‌های جاده‌ای و رشد اقتصادی پرداخته است. نتایج پژوهش حاکی از وجود ارتباط به صورت U معکوس بین مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌ها و تولید ناخالص داخلی سرانه بوده؛ به طوری که افزایش تولید ناخالص

داخلی سرانه تا حدود ۱۵۰۰ و ۴۰۰۰ دلار باعث افزایش مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌ها شده ولی افزایش بیشتر تولید ناخالص داخلی سرانه باعث کاهش مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌ها می‌شود [۱۳]. آیتی (۲۰۱۱) در تحقیقی نشان می‌دهد که ایران در طول پنج سال، یعنی از سال ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۸۷، ۶۱ هزار میلیارد تومان ضرر کرده است. شاخص هزینه تصادف‌ها به تولید ناخالص ملی، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصاد مهندسی در بخش راه و ترابری هر کشور است، زیرا این شاخص نشان می‌دهد که نسبت به توان اقتصادی هر کشور، هزینه تصادف‌ها چه قدر از این توان را نابود ساخته و تا چه حد به بنیه اقتصادی کشور صدمه وارد کرده است [۱۴]. هیوکو و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۲) یک مطالعه کیفی را با هدف ارزیابی مداخلات کنترل سوانح و حوادث جاده‌ای در کشور پرو انجام دادند. روش مطالعه مذکور نظریه داده‌بنیاد و روش جمع‌آوری اطلاعات مصاحبه‌های عمیق با سیاست‌گذاران و کارشناسان حوزه تصادف‌های رانندگی بوده است. کل مصاحبه‌های انجام شده ۱۹ مصاحبه بوده است. پیشنهادها حاصل شده عبارتند از برنامه‌ریزی و تعهدات سیاسی مستمر و کارآمد، تخصیص بودجه کافی و مستمر، آموزش، نظارت، پایش و ارزیابی سیاست‌های اجرا شده، مشارکت چند بخشی (همکاری سازمان‌های مختلف)، حاکمیت و مسئولیت‌پذیری قوی [۱۵].

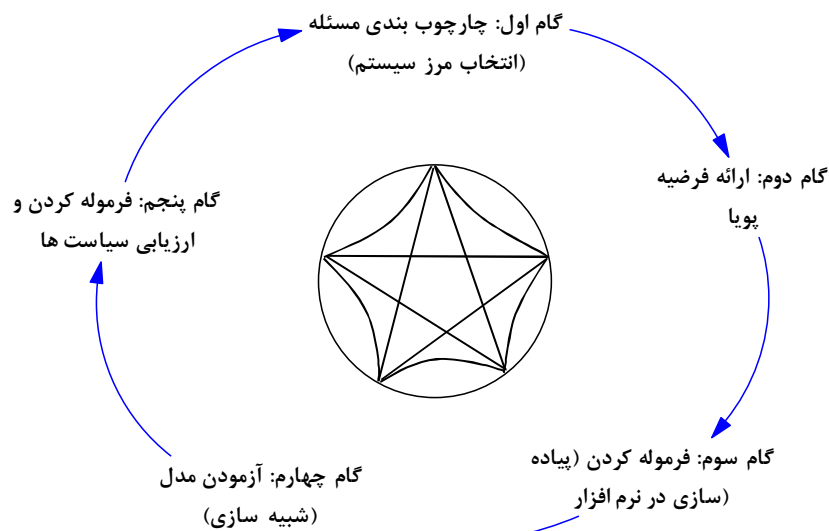
یانگ‌میانگ‌گو<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را با هدف بررسی کاربرد روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها برای ارزیابی سیاست‌گذاری ایمنی جاده‌ای انجام دادند. پژوهشگران یادآور می‌شوند که روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها برای بررسی ترافیک در سطح خرد مانند تعامل بین راننده، خودرو و جاده و در سطح کلان مانند سیاست‌های ایمنی ترافیکی که موجب کاهش احتمال تصادف‌های رانندگی می‌شود، قابل استفاده است. [۱۶]. هو<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی و مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌های جاده‌ای در فاصله زمانی سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از وجود ارتباط به صورت U معکوس بین رشد اقتصادی و تعداد افراد کشته شده در تصادف‌های رانندگی بوده است؛ به طوری که تعداد مرگ‌ومیر در تصادف‌ها، در مراحل اولیه توسعه اقتصادی افزایش پیدا کرده ولی بعد از رسیدن به حد معینی از توسعه اقتصادی، تعداد مرگ‌ومیر در تصادف‌ها شروع به کاهش یافتن می‌کند [۱۷]. بهادری منفرد و همکاران

(۲۰۱۳) پژوهشی را در مورد روند مرگ‌ومیرهای ناشی از حوادث جاده‌ای در یک دوره ۵ ساله در ایران انجام داده‌اند. در این مطالعه از تحلیل سری‌های زمانی و مدل رگرسیونی استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که نرخ مرگ‌ها به علت حوادث جاده‌ای در طول سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ از ۳۸ در ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت به ۳۱ در ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت کاهش پیدا کرده است. این نتایج نشان داد که این کاهش قابل توجه نیست و هنوز این آمار بسیار زیاد است. این مطالعه راهکارهای اصلاح قوانین رانندگی، تقویت کنترل پلیس، بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل، آموزش‌های رانندگی و ارتقای خدمات مراقبت پزشکی را برای کاهش نرخ مرگ به علت سوانح جاده‌ای پیشنهاد داده است [۱۸]. انو<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «تصادف‌های جاده‌ای و شرایط اقتصاد کلان در غنا» به بررسی تأثیر تصادف‌های جاده‌ای بر رشد اقتصادی و همچنین به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر تصادف‌های جاده‌ای در غنا در فاصله زمانی سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ پرداخته است. نتایج پژوهش نشان داد که تصادف‌های جاده‌ای تأثیر منفی بر رشد اقتصادی داشته و همچنین یافته‌های دیگر مطالعه حکایت از آن داشته است که متغیرهای اندازه اقتصاد غنا (تولید ناخالص داخلی)، استاندارد زندگی شهروندان غنا (تولید ناخالص داخلی سرانه) و مخارج دولت از متغیرهای کلان اقتصادی می‌باشند که بر تصادف‌های جاده‌ای در غنا تأثیرگذار می‌باشند [۱۹]. هاشمی نظری و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی روند پنج‌ساله مرگ‌های ناشی از تصادف‌های رانندگی در استان خوزستان (۱۳۸۹-۱۳۸۵)» به بررسی میزان بروز مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌های رانندگی در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ در استان خوزستان پرداخته‌اند. براساس نتایج مطالعه، در مجموع تعداد ۶۶۷۵ مورد مرگ به دنبال تصادف‌های رانندگی در استان در دوره پنج‌ساله رخ داده است. همچنین، بروز مرگ‌ومیر ناشی از تصادف‌های رانندگی از ۳۶/۴ در سال ۱۳۸۵ به ۲۹/۶ در هر ۱۰۰ هزار نفر در سال ۱۳۸۹ کاهش پیدا کرده است [۲۰]. امیری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی به توسعه مدل چند هدفه مکانیابی مراکز امدادی در حالت احتمالی بودن دسترس‌پذیری پرداخته‌اند [۲۱]. رحیم‌دل میبیدی و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشی در حوزه استراتژی‌های پایدار تکاملی دفاع و حمله را با هدف افزایش قابلیت اطمینان سیستم انجام دادند. در این پژوهش ایشان یک روش جدید پویا را برای تعیین استراتژی‌ها ارائه کردند [۲۲]. با مرور پژوهش‌های انجام‌شده،

نتیجه‌گیری می‌شود که پژوهش‌های اندکی با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها انجام شده و ضروری است این مسئله مهم در کشور ایران با رویکرد سیستمی بررسی شده تا فرضیه‌های پویای علت به‌وجود آورنده مسئله، شناسایی و با هدف شبیه‌سازی سیاست‌های پیشنهادی، بتوان به بهبود رفتار پویای مسئله رسید.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش روش پژوهش مبتنی بر رویکرد پویایی‌شناسی سیستم و به عنوان یک رویکرد تحقیق از نوع کیفی - کمی می‌باشد. مراحل فرایند مدلسازی رویکرد پویایی‌های سیستم براساس روش‌شناسی استرمن<sup>۱</sup>، براساس با شکل ۱ است:



شکل ۱ فرایند مدلسازی رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها [۲۳]

در این پژوهش مراحل مذکور ارائه و تشریح می‌شود. با توجه به پیچیدگی مسئله مورد بررسی (تعداد بالای متغیرها و روابط بین آنها) و حجیم شدن مقاله از ارائه حلقه‌های علی- به طور مجزا صرف‌نظر می‌شود اما در نمودار جریان هر بخش سعی شده است که قطبیت هر لینک ذکر شود تا به نوعی نمودار علی - معلولی به نمایش گذاشته شود. نحوه تعیین روابط علی - معلولی به این شکل بوده که از مطالعه آثار و

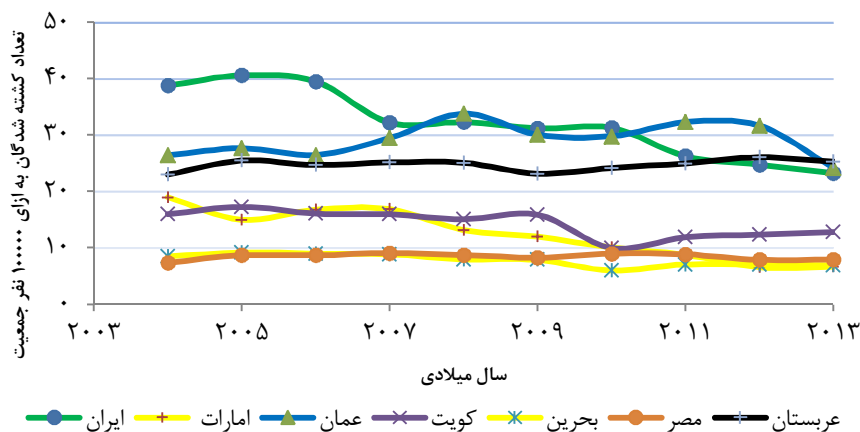


مقالات مرتبط، مصاحبه با متخصص و دریافت نظرات آنان، حلقه‌های علی معلولی استخراج شده‌اند. در بحث نحوه فرموله کردن، علاوه بر داده و اطلاعات متخصص و شهود مدل‌سازان، تمام تست‌های اعتبارسنجی ساختاری مدل در آن اجرا شده و همچنین رفتار متغیرها با ما به ازای بیرونی آنها مقایسه شده است تا بیشترین نزدیکی حاصل شود.

### ۳-۱- بیان مسئله پویا

در این پژوهش مسئله پویای تصادف‌ها و سوانح رانندگی ایران مبتنی بر یک متغیر مهم (تعداد کشته‌شدگان بر اثر تصادف‌های رانندگی یا تعداد تلفات رانندگی به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت) بیان می‌شود. برای بیان مسئله به شکل پویا یک بازه زمانی مناسب ۱۰ سال مد نظر قرار گرفته است. در نمودار اول وضعیت کشور ایران در طول زمان در متغیر مهم مذکور با شش کشور خاورمیانه (که به‌طور عمده همسایگان ایران هستند) مقایسه شده است.

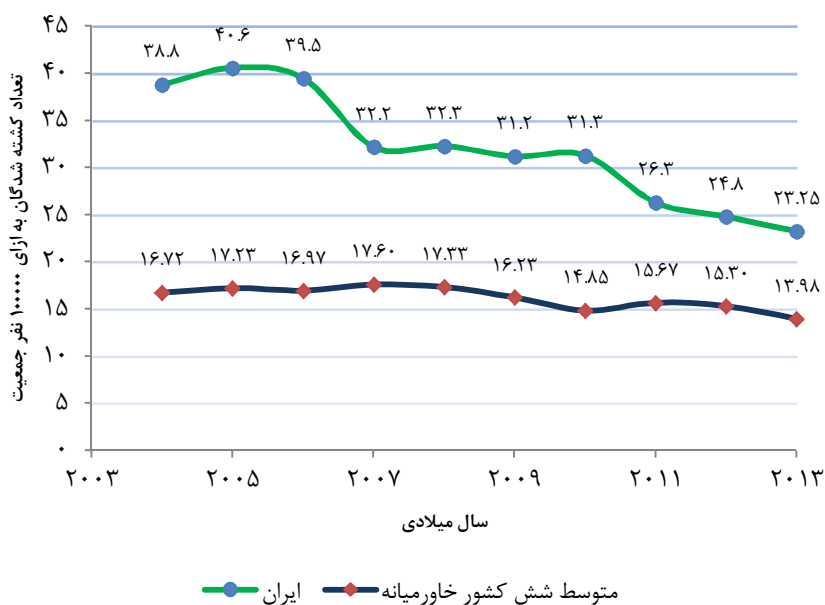
مقایسه تعداد کشته‌شدگان تصادفات رانندگی در ایران و برخی از کشورهای خاورمیانه در طول سال های ۲۰۰۳-۲۰۱۳



شکل ۲ مقایسه تعداد کشته‌شدگان تصادف‌های رانندگی در ایران و برخی از کشورهای خاورمیانه [۲۴].

اگر چه شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش نسبی جمعیت، وضعیت ایران از نظر کاهش تعداد تلفات رانندگی رو به بهبود است، اما همچنان تفاوت بالایی با برخی از کشورهای منطقه از نظر متغیر مذکور دارد و این نشان‌دهنده یک نگرانی جدی است و نیازمند مطالعاتی به منظور ارائه سیاست‌های بهبوددهنده می‌باشد. شکل ۳ وضعیت ایران را با میانگین شش کشور مذکور مورد مقایسه قرار داده است و مقایسه نمودارها نشان از تفاوت معنادار کشور ایران با میانگین شش کشور دارد اگر چه که در سال‌های اخیر این اختلاف کاهش پیدا کرده است، اما همچنان مسئله جدی و نگران‌کننده است.

مقایسه تعداد کشته شدگان تصادفات رانندگی در ایران و متوسط شش کشور خاورمیانه در طول سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۱۳



شکل ۳ مقایسه تعداد کشته شدگان تصادف‌های رانندگی در ایران و میانگین برخی از کشورهای خاورمیانه [۲۴]

از طرفی شکل‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهند که اگر چه بهبودهای اتفاق افتاده حاصل تلاش افراد و سازمان‌های درگیر در مسئله و اعمال سیاست‌های بهبوددهنده بوده است، اما وضعیت مقایسه‌ای نشان می‌دهد که همچنان به تلاش بیشتر در اعمال سیاست‌های بهبودی راهبردی نیاز جدی وجود دارد. شایان ذکر است که نمودارهای فوق مربوط به کل تصادف‌های شهری و برون‌شهری است در صورتی که حوزه پژوهش مقاله حاضر، تصادف‌های جاده‌ای یا برون‌شهری می‌باشد.

### ۳-۲- مطالعه اولیه

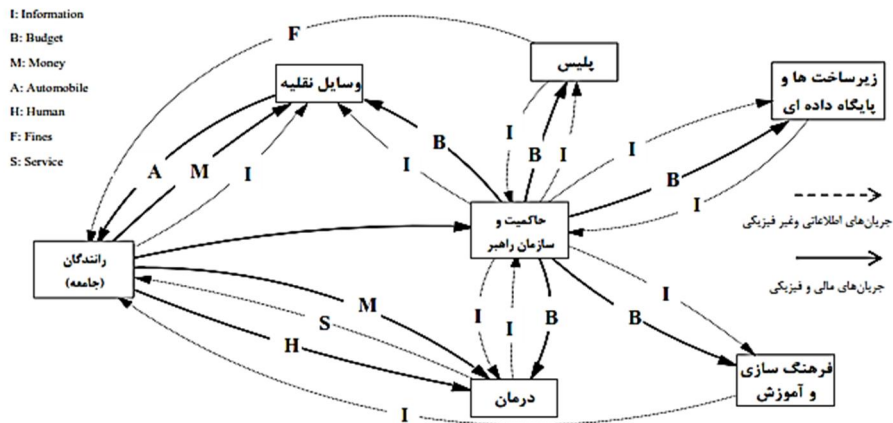
در این بخش با انجام مصاحبه‌های اولیه و با بررسی مستندات و پیشینه، عوامل اصلی مرتبط با تصادف‌های رانندگی در ایران شناسایی و انتخاب می‌شوند. این متغیرها - که برای انجام مدلسازی از آنها استفاده خواهد شد - در چهار دسته عامل انسانی، وسیله نقلیه، راه و محیط و عامل مدیریتی - سیاستی قرار می‌گیرند. در واقع استخراج روابط علی - معلولی و شناسایی زیرسیستم‌های مدل در این تحقیق با محوریت این چهار عامل و زیرعامل‌های آنها می‌باشد. در این راستا و در این پژوهش، یکی از محققان (آقای هدایت سالاری) اقدام به انجام مصاحبه با تعدادی از صاحب‌نظران و خبرگان حوزه مورد بررسی کرد. همه مصاحبه‌های انجام شده در بازه زمانی بهمن ۹۳ تا اردیبهشت ۹۴ صورت گرفته است. به استثنای مصاحبه یکی از خبرگان که از تلویزیون پخش شده بود، سایر مصاحبه‌ها به وسیله خود محقق مذکور انجام شدند. تعداد این مصاحبه‌شوندگان ۱۵ نفر بوده است. در ذیل نتایج تحلیل مصاحبه‌ها در قالب چالش‌ها و زیرچالش‌ها آورده شده است. جدول ۱ خلاصه مطالب استخراج شده از مصاحبه‌ها در مورد چالش‌های فنی و چالش‌های سیاست‌گذاری کنترل تصادف‌ها در ایران را نشان می‌دهند.

**جدول ۱ خلاصه مطالب استخراج شده از مصاحبه‌ها در مورد چالش‌های سیاست‌گذاری و فنی کنترل تصادف‌ها**

چالش‌ها و زیرچالش‌های فنی کنترل تصادف‌ها	چالش‌ها و زیرچالش‌های سیاست‌گذاری
<p>چالش‌های مربوط به راه: عدم اختصاص بودجه به حمل‌ونقل ریلی - جاده‌های قدیمی با طراحی ضعیف</p>	<p>ضعف مدیریتی در حوزه مورد بررسی: - نبود یک سازمان راهبر - عدم یکپارچگی - شفاف‌نبودن وظایف - نبود نقشه راه</p>
<p>چالش‌های خودرویی: - کیفیت پایین و به روز نبودن استانداردها - خودروهای فرسوده</p>	<p>عدم وجود سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد: - تصویب قوانین با نگاه غیرکارشناسانه - تصمیم‌گیری بدون استفاده نتایج پژوهش‌ها</p>
<p>چالش‌های معاینه فنی خودروها: - پوشش ضعیف معاینه فنی - عدم استفاده از کارشناسان فنی</p>	<p>ضعف رویکرد پیشگیرانه: - اقدام‌های واکنشی و دفاعی برای کنترل تصادف‌ها - توجه نکردن به فرهنگ‌سازی - تمرکز روی پیامدها برای کنترل تصادف‌های</p>
<p>چالش کلاه ایمنی: - پایین بودن استفاده از کلاه ایمنی - استاندارد نبودن کلاه ایمنی - کنترل ضعیف پلیس بر موتور سیکلت</p>	<p>ضعف‌های اطلاعاتی: - نبود داده‌های معتبر (برای تصمیم‌گیری) - ثبت غیر دقیق داده‌ها</p>
<p>طراحی نامناسب شهری برای استفاده عابرین</p>	

همان‌طور که پیش از این بیان شد، یکی از نتایج مصاحبه مذکور همراه با بررسی مستندات و پیشینه را می‌توان در قالب شناسایی عوامل اصلی مرتبط با تصادف‌های رانندگی در ایران ارائه کرد، در واقع در این تحقیق به طور عمده مدلسازی متمرکز بر عوامل به وجودآورنده تصادف‌های برون شهری و متمرکز بر بحث پیشگیری است. در حقیقت وارد بحث درمان نمی‌شود، چون این بخش بر وقوع تصادف‌ها احتمالاً تأثیر کمی دارد و اقدام‌های آن فقط مربوط به بعد از وقوع حادثه است. در مورد حاکمیت و سازمان راهبر هم فقط به تصمیم‌های کلان در حوزه‌های مرتبط با تصادف‌ها پرداخته می‌شود که با مسئله ما مرتبط است.

ساختار کلی مدل پویایی سیستم طراحی شده (نمودار زیرسیستم).



شکل ۴ روابط درون بخشی زیرسیستم های سیستم تصادفها

### ۳-۳- قلمروی زمانی و مرز سیستم

افق زمانی این تحقیق که برای بیان مسئله در نظر گرفته شده است، یک دوره ۱۰ ساله است. در این تحقیق، مرز جغرافیایی سیستم، کشور ایران و نوع تصادفها لحاظ شده جاده ای یا برون شهری می باشد. بر این اساس، اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیق، مستندات موجود، مصاحبه های صورت گرفته با خبرگان حاصل شده است. جدول ۲ مرز سیستم را نشان می دهد:

جدول ۲ مرز مدل

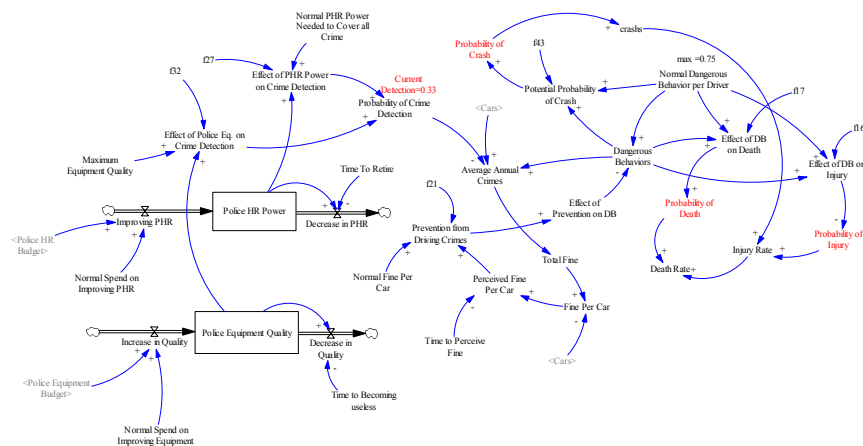
متغیرهای برونزا	متغیرهای درونزا
درآمد دولت	نمونه ای از متغیرهای درونزا عبارتند از:
سایر هزینه های دولت	
بودجه تخصیص یافته به بخش پیشگیری	احتمال وقوع مرگ و میر، جراحت تعداد تصادفها
وضعیت تصادفها و تمام متغیرهای مرتبط با آن در سایر کشورها	تعداد وسایل نقلیه قدیمی و تعداد وسایل نقلیه جدید
کیفیت ماشین های تولیدی کیفیت راه های جدید احداث شده کیفیت تجهیزات پلیس	عمر جاده ها، راه ها و میزان کیفیت آنها

#### ۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

##### ۴-۱- نمودارهای جریان مرتبط با زیر سیستم‌ها

##### ۴-۱-۱- نمودار جریان بخش پلیس (کمیت و کیفیت نیروی انسانی پلیس و تجهیزات پلیس)

شکل ۵ مربوط به بخش کمیت و کیفیت نیروی انسانی پلیس می‌باشد. در این قسمت، فرض بر این بوده که نیروی انسانی از نظر تعداد و از نظر کیفیت یک جا در این متغیر دیده شود و باید براساس بودجه‌ای که به بخش نیروی انسانی تخصیص می‌دهیم، برای این نیروها آموزش و استخدام انجام شود و البته این نکته در نظر گرفته شده که اگر بودجه لازم تخصیص داده نشود، نیروها با گذر زمان بازنشسته و از سیستم خارج می‌شوند. این بخش می‌تواند در توسعه این تحقیق به وسیله دیگر محققان در قالب جریان‌های همزاد و زنجیره عمر توسعه پیدا کند.



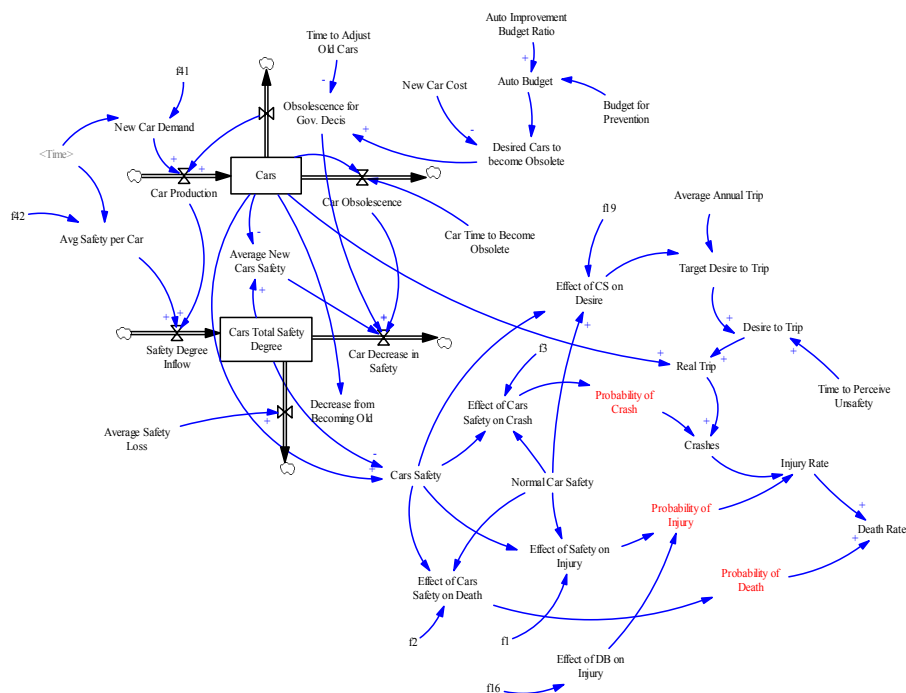
شکل ۵ نمودار انباره و جریان بخش پلیس

##### ۴-۱-۲- نمودار جریان بخش جریمه‌ها

شکل ۶ روابط بین متغیرهای اصلی بخش جریمه‌ها را در سیستم تصادف‌ها نشان می‌دهد. در این قسمت، همان‌طور که مشاهده می‌شود، با توجه به آمار تصادف‌های کشور و مقایسه آن با آمار لمللی، مشخص می‌کنند که جریمه‌ها آیا بازدارنده هستند یا خیر و بر این اساس نرخ جریمه را تغییر می‌دهند و افزایش مبالغ جریمه، رفتارهای



بخشی از بودجه که برای تعویض خودروها تخصیص یافته (تا کیفیت خودروها را افزایش دهیم)، به نرخ خودروهای جدید وارد شده تخصیص پیدا می‌کند. بخشی از خودروها هم به مرور زمان مستهلک شده و از سیستم خارج می‌شوند. همچنین گذر زمان، کیفیت خودروها را کاهش می‌دهد که این مسئله نیز در مدل دیده شده است.



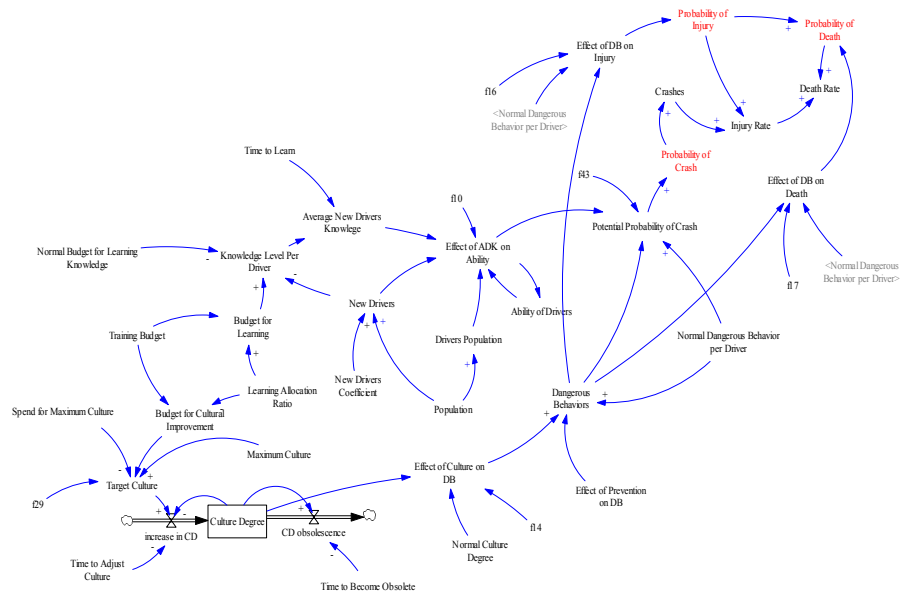
شکل ۷ نمودار انباره و جریان بخش خودرو

#### ۴-۱-۴- نمودار جریان بخش فرهنگ و آموزش

شکل ۸ روابط بین متغیرهای اصلی بخش فرهنگ و آموزش را در سیستم تصادف‌ها نشان می‌دهد. در این بخش سطح فرهنگی رانندگان در قالب یک متغیر حالت دیده شده که باید برای آن پیوسته بودجه‌ای در جهت حفظ و ارتقای سطح آن تخصیص داده شود. اگر این بودجه تخصیص پیدا نکند، به تدریج تعلیمات و ارزش‌های فرهنگی از جامعه می‌رود و سطح فرهنگی جامعه افت می‌نماید. اگر سطح فرهنگی ارتقا پیدا



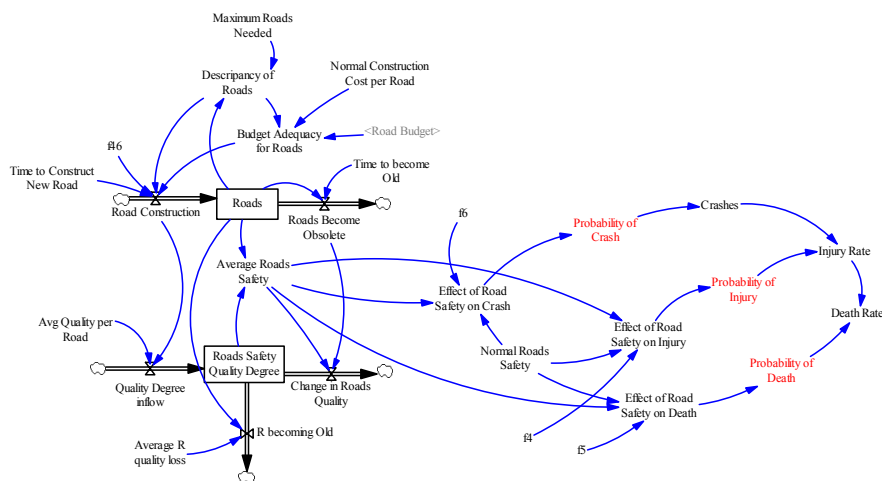
کند، دانش رانندگان افزایش پیدا کرده و احتمال بروز تصادف را کاهش می‌دهد. همچنین بهبود سطح فرهنگی جامعه، رفتارهای خطرناک رانندگان را کاهش می‌دهد که آن نیز باعث کاهش تصادفها خواهد شد.



شکل ۸ نمودار انباره و جریان بخش فرهنگ و آموزش

#### ۴-۵-۱- نمودار جریان بخش جاده (زیرساخت)

شکل ۹، روابط بین متغیرهای اصلی بخش جاده را در سیستم تصادفها نشان می‌دهد. در این بخش ما یک جریان همزاد از دو متغیر حالت جاده‌ها و کیفیت و ایمنی جاده‌ها داریم که براساس آن متوسط کیفیت جاده مشخص شده و بر روی احتمال بروز تصادفها و مرگ و جرح اثر می‌گذارد. جاده‌ها با توجه به مقدار هدفی که برای میزان مسیره‌های ارتباطی در کشور تعیین می‌شود، افزایش پیدا می‌کنند یا جاده‌های قدیمی بازسازی می‌شوند اما ممکن است محدودیت بودجه مانع از ساخت و ساز راه‌ها شود. بخشی از جاده‌ها هم به مرور زمان مستهلک شده و از سیستم خارج می‌شوند. همچنین گذر زمان، کیفیت جاده‌ها را کاهش می‌دهد که این مسئله نیز در مدل دیده شده است.



شکل ۹ نمودار انباره و جریان بخش جاده

#### ۲-۴- اعتبارسنجی مدل (آزمون مدل)

اعتبارسنجی مدل‌های مربوط به سیستم‌های اجتماعی، مفهومی ابهام برانگیز است که همواره مورد نقد قرار داشته است. این موضوع در مورد مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم‌ها به دلیل اهمیت راهبردی سؤالاتی که این مدل‌ها پاسخ می‌دهند و نیز سادگی درک مدل‌ها و نتایج کلی آنها، بیشتر صادق است. آزمون‌های اعتبارسنجی را به طور کلی می‌توان به سه دسته آزمون‌های ساختار مدل، رفتار مدل و مضامین سیاست‌ها دسته‌بندی کرد [۲۵]. به دلیل فراوانی نسبی این آزمون‌ها و محدودیت‌های حجمی مقاله تعدادی از متداول‌ترین آنها در دو حوزه ساختاری و رفتاری در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند.

#### ۱-۲-۴- آزمون‌های ساختاری

- آزمون سازگاری ابعادی

درخصوص این آزمون باید به این سؤال پاسخ داد که آیا ابعاد متغیرها در دو طرف معادلات در حالت موازنه قرار دارند؟

پاسخ: بله وضعیت تمام متغیرها در این خصوص مورد تأیید است.

- آزمون شرایط حدی

آیا تمامی معادلات مدل در صورتی که در معرض مقادیر حدی ولی امکان‌پذیر متغیرها قرار گیرند، معنادار باقی خواهند ماند؟ پاسخ: بله وضعیت تمام متغیرها در این خصوص مورد تأیید است. برای نمونه در فرمول نرخ خروج به دلیل استهلاک طبیعی ماشین‌ها، تعداد ماشین‌ها به شکل زیر است:

$$Car\ Obsolescence = Cars/Car\ Time\ to\ Become\ Obsolete$$

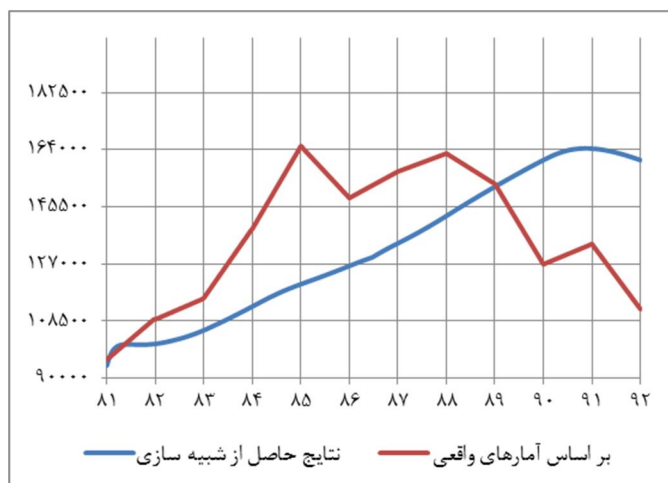
آیا با توجه به این فرمول ممکن است متغیرانبار ماشین منفی شود؟ پاسخ: خیر است. زیرا در فرمول نرخ خروج استهلاک طبیعی ماشین‌های این متغیر، تعداد ماشین‌ها در صورت کسر قرار گرفته است و وقتی تعداد ماشین‌ها صفر شود، این نرخ خروج نیز صفر می‌شود و مثبت نخواهد بود، از این رو متغیر ممکن نیست منفی شود. از آن طرف نرخ ورود نیز با استدلالی مشابه نمی‌تواند منفی شود که بتواند متغیر انبار را منفی کند چون اگر حتی فرض کنیم که تقاضای ماشین جدید هم صفر باشد فرموله‌بندی به نحوی طراحی شده که همواره حداقل به ازای اتومبیل‌هایی که با هزینه دولت نوسازی می‌شوند نرخ ورودی داریم و هیچ‌گاه متغیر انبار منفی نخواهد شد، به عبارت دیگر قسمت اول که مربوط به متغیر نرخ استهلاک طبیعی خود ماشین‌ها است تعداد ماشین‌ها در صورت است و اگر متغیر انبار صفر شود نرخ خروج نیز صفر می‌شود. برای نرخ استهلاک دومی هم که از تصمیم‌های دولت می‌آید، دقیقاً به همان مقدار این متغیر نرخ، نرخ تولید خودرو داریم؛ یعنی نرخ تولید خودرو همواره بزرگ‌تر مساوی نرخ خروج خودرو از تصمیم دولت است، بنابراین برآیند این دو متغیر نرخ همواره بزرگ‌تر یا مساوی صفر است.

#### ۴-۲-۲-۴-۲-۴ آزمون‌های رفتاری

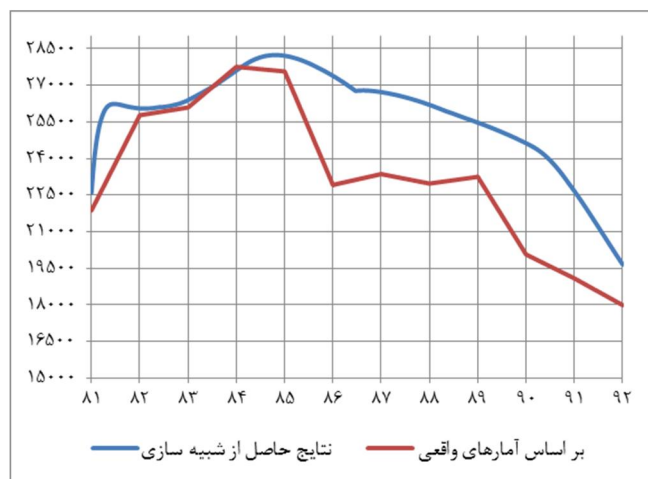
- آزمون بازتولید رفتار

هدف از انجام آزمون بازتولید رفتار، مقایسه‌ی نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است، به عبارت دیگر در این حالت رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو بازتولید می‌شود تا با داده‌های واقعی مقایسه شود. در هریک از اشکال زیر رفتار یکی از متغیرهای کلیدی سیستم در حالت واقعی و

حالت شبیه‌سازی شده نمایش داده شده است. نمودار اول مربوط به تعداد تصادف‌های رانندگی و نمودار دوم مربوط به تعداد تلفات تصادف‌ها در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۲ می‌باشد.



شکل ۱۲ تعداد تصادف‌های رانندگی براساس نتایج شبیه‌سازی و داده‌های واقعی



شکل ۱۳ تعداد متوفیان حوادث رانندگی براساس نتایج شبیه‌سازی و داده‌های واقعی

#### ۴-۲-۳- آزمون آماری

توجه اصلی این آزمون‌ها معطوف است به اینکه آیا رفتار مدل از لحاظ آماری شبیه به داده‌های سیستم واقعی است یا خیر؟ در ادامه یک نمونه از آزمون‌های آماری ارائه می‌شود.

محاسبه‌ی درصد خطای مجذورات (RMSPE): براساس این شاخص، هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، نتایج شبیه‌سازی بیشتر مورد اعتماد قرار می‌گیرد. میزان خطا در این روش براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\sqrt{\frac{1}{\theta} \sum_{j=1}^{\theta} \left( \frac{y_{T+i}^s - y_{T+i}^a}{y_{T+i}^a} \right)^2} \times 100$$

در این رابطه  $y_{T+i}^s$  نتایج شبیه‌سازی متغیر الگو،  $y_{T+i}^a$  داده‌های واقعی و  $\theta$  نشان‌دهنده تعداد مشاهدات است.

ضریب نابرابری (IT): محاسبه ضریب نابرابری یکی دیگر از روش‌های سنجش میزان خطای داده‌های شبیه‌سازی شده از داده‌های واقعی است. میزان IT بین ۰ تا ۱ قرار می‌گیرد. اگر IT برابر با صفر باشد، به این مفهوم است که مقادیر پیش‌بینی شده در الگو با مقدار واقعی برابر است و اگر IT برابر ۱ باشد، به این مفهوم است که عملکرد الگو در ارزیابی رفتار سیستم واقعی مناسب نیست. میزان این خطا براساس فرمول زیر مورد محاسبه قرار می‌گیرد [۲۶].

$$\sqrt{\frac{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^s - y_{T+i}^a)^2}{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^s)^2 + \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^a)^2}}$$

نتایج روابط بالا در جدول ۳ مشخص شده است.

جدول ۳ نتایج آزمون آماری اعتبارسنجی

سال	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	RMSPE	ضریب نابرابری (IT)
تعداد تصادفات (شبه سازی)	۹۴۰۹۴	۱۰۱۱۰۷	۱۰۵۵۰۴	۱۱۳۲۰۱	۱۲۰۴۲۶	۱۲۶۳۳۳	۱۳۳۶۶۹	۱۴۲۵۲۸	۱۵۲۰۰۲	۱۶۰۶۰۹	۱۶۴۳۳۳	۱۶۶۲	۰.۱۳
تعداد تصادفات (آمار واقعی)	۹۶۰۰۰	۱۰۹۰۳۳	۱۱۵۹۷۹	۱۲۳۸۵۱	۱۳۵۱۳۰	۱۴۸۳۵۴	۱۵۶۹۰۵	۱۶۳۷۵۷	۱۷۲۸۸۵	۱۸۲۸۸۵	۱۹۳۳۲۸		
تعداد کشته شدگان (شبه سازی)	۲۲۵۹۲	۲۶۰۵۳	۲۶۳۹۰	۲۷۶۰۴	۲۸۲۰۹	۲۷۳۸۷	۲۶۷۱۹	۲۶۱۹۷	۲۵۴۷۳	۲۴۶۲۶	۲۳۶۶۷	۱۲۶۵	۰.۰۸
تعداد کشته شدگان (آمار واقعی)	۲۱۸۷۳	۲۵۷۷۳	۲۶۰۸۹	۲۷۷۵۵	۲۷۵۶۷	۲۷۹۱۸	۲۷۳۶۲	۲۶۹۷۴	۲۶۳۴۹	۲۵۶۸۸	۲۵۰۸۹		

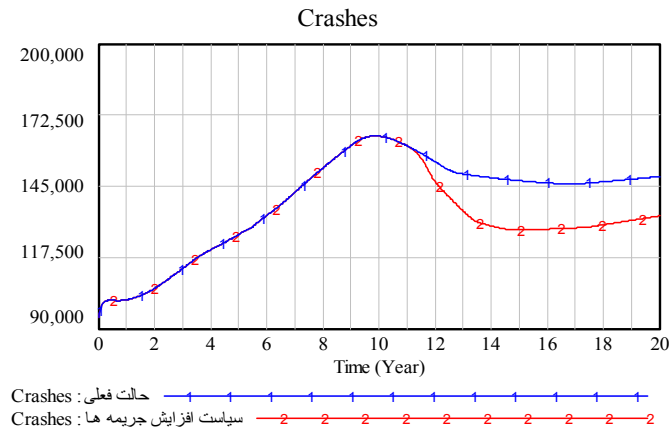
#### ۳-۴- اعمال سیاست‌های راهبردی پیشنهادی

با توجه به فهمی که از این سیستم به دست آمده است، سیاست‌های مؤثر، سیاست‌هایی هستند که بیشتر بر پیشگیری تأکید دارند؛ یعنی اقدام‌های پیشگیرانه‌ای که تاکنون به دلایل مختلف (از جمله اهمیت بیشتر بخش درمان در کوتاه‌مدت یا وجود اولویت‌های بالاتر در برنامه دولت برای تخصیص بودجه) در کشور اتفاق نیفتاده یا کمتر مورد توجه قرار گرفته است. برای ارتقای توجه به بخش پیشگیری، مهم‌ترین سیاست‌های راهبردی پیشنهادی عبارتند از:

- از جمله سیاست‌های پیشنهادی مهم و اثرگذار می‌توان به بحث افزایش جریمه‌های رانندگی در مقاطع زمانی مشخص شده در قانون اشاره کرد.
- فعالسازی سازمان راهبر با هدف تخصیص مناسب بوجه به بخش‌های مختلف مانند پلیس، فرهنگ و آموزش، جاده و زیرساخت، نوسازی وسایل نقلیه و ... نام برد.
- با این سیاست می‌توان شاهد بهبودهای قابل توجهی در رفتار مدل بود، زیرا بر بخش فرهنگ، نیروهای پلیس، ارتقای راه‌ها، و ... می‌تواند به صورتی جامع‌نگر، اثرگذار باشد و تصمیم‌های مناسبی را اتخاذ کند.
- سیاست ترکیبی (همزمان افزایش جریمه‌ها و فعالسازی سازمان راهبر در تخصیص مناسب‌تر بودجه‌ها).

در ادامه این بخش رفتار متغیرها در سه بخش با لحاظ این سه سیاست به شکل زیر می‌باشد. در هر یک از این سیاست‌ها، فرض شده است که از اکنون (سال ۱۱ ام) سیاست‌ها اعمال شوند. فرضی که در اینجا وجود دارد این است که سال صفر مدل معادل با سال ۸۱ شمسی و تا سال ۹۲ اطلاعات در دسترس بوده است.

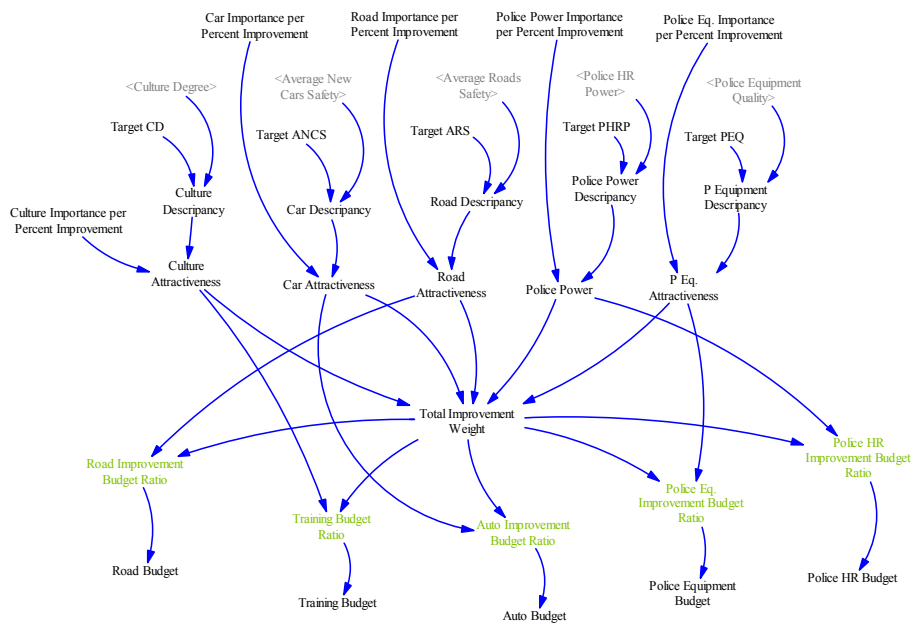
### ۴-۳-۱- سیاست اول: افزایش جریمه‌های رانندگی



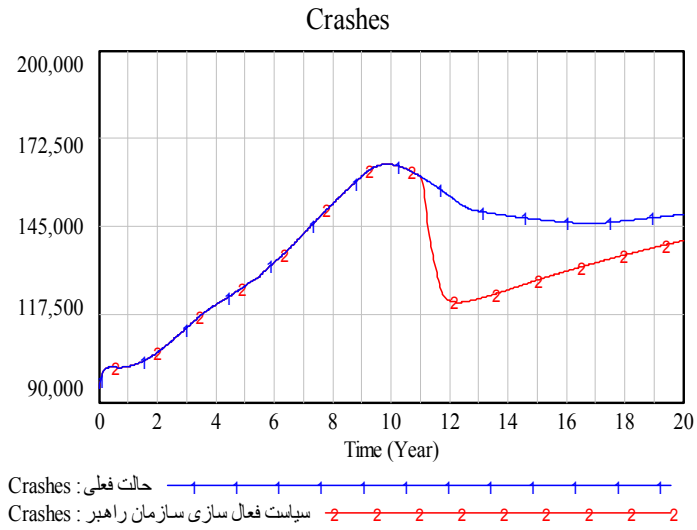
شکل ۱۷ تعداد تصادف‌های رانندگی قبل و پس از اعمال سیاست افزایش جریمه‌ها

### ۴-۳-۲- سیاست دوم: فعال‌سازی سازمان راهبر

#### ساختار سیاست:

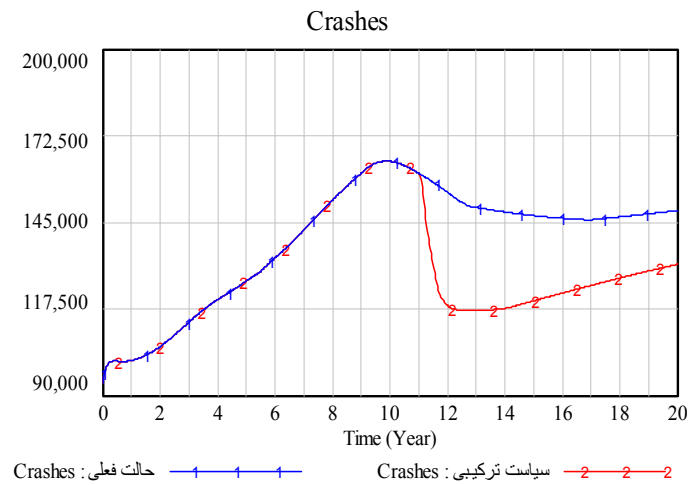


### رفتار ناشی از اعمال ساختار سیاست در مدل



شکل ۱۸ تعداد تصادف‌های رانندگی قبل و پس از اعمال سیاست فعال‌سازی سازمان راهبر

### سیاست سوم: سیاست ترکیبی اول و دوم



شکل ۱۹ تعداد تصادف‌های رانندگی قبل و پس از اعمال سیاست ترکیبی



## ۵- نتیجه‌گیری

مسئله تصادف‌های رانندگی در ایران یک معضل جدی است و ایران جزء کشورهای است که آمار بالایی از مرگ ناشی از تصادف‌های رانندگی را به خود اختصاص داده است. نگاه پویا به مسئله مذکور در ایران به لحاظ متغیرهای مهمی مثل تعداد تلفات سالیانه ناشی از تصادف‌ها و مقایسه ایران با برخی کشورها در خصوص این متغیر، می‌توان به اهمیت موضوع بیشتر پی برد. بنابراین ضرورت امر ایجاب می‌کند که متغیرها، مشکلات و چالش‌های موجود زمینه‌ساز این معضل در کشور و همچنین ارتباطات پیچیده و غیر خطی آنها شناسایی و تحلیل شوند در این تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم و براساس گام‌های مدلسازی آن، نخست پس از ارائه و تحلیل مسئله پویا، با توجه به پیشینه تحقیق و مصاحبه‌های صورت گرفته چهار دسته عامل اصلی شامل عامل انسانی، عامل وسیله نقلیه، عامل راه و محیط و عامل مدیریتی - سیاسی به عنوان عوامل یا متغیرهای مهم اثرگذار شناسایی و با توجه به زیرعوامل هر یک از این عوامل اقدام به استخراج روابط علی - معلولی شد. در مقایسه نتایج مصاحبه‌های اولیه با نتایج تحقیقاتی چون خراسانی و همکاران (۲۰۰۹) و هیوکو و همکاران (۲۰۱۲) شباهت‌های قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود. در این راستا براساس گام‌های فرایند مدلسازی رویکرد پویایی‌شناسی سیستم پس از طرح مسئله پویا، به شناسایی روابط علی - معلولی پرداخته شد (که به دلیل محدودیت حجم مقاله از ارائه آن در این مقاله خودداری شد). به دنبال آن مدل انباره - جریان (به دلیل وسعت بالای مدل با توجه به تعداد بالای متغیرها و روابط بین آنها) در پنج بخش مجزا نیز ارائه شد. در ادامه به بحث اعتبارسنجی و شبیه‌سازی مدل پرداخته شد. در بحث اعتبارسنجی سعی شد تا از میان روش‌های متعدد موجود چند روش مرسوم و متداول‌تر ارائه شود که مهم‌ترین آنها روش بازتولید رفتار می‌باشد. نتایج این اعتبارسنجی نشان از اطمینان قابل توجه به مدلسازی و نتایج شبیه‌سازی دارد. پس از اعتبارسنجی و کسب اطمینان به مدل برای دستیابی به رفتار بهتر در خصوص متغیرهای اصلی به اعمال سه سیاست در مدل اقدام شد. نتایج شبیه‌سازی اعمال سیاست‌ها نشان از بهبود قابل ملاحظه در رفتار اصلی‌ترین متغیر، یعنی تعداد تصادف‌ها به خصوص در اعمال سیاست سوم دارد. واضح است که به تبع این متغیر اصلی، متغیر اصلی دیگر یعنی تعداد تلفات جاده‌ای نیز بهبود پیدا خواهد کرد. در واقع نوآوری اصلی این پژوهش بازمی‌گردد به اینکه با رویکرد سیستمی و جامع‌نگر این مسئله را بررسی

کرده‌ایم و در کارهای مشابه چنین چیزی وجود نداشته است. پیشنهادی هم که ارائه شده است، ایجاد یک نهادی بوده که به صورت کلی هزینه‌های بخش‌های مختلف را در نظر بگیرد و براساس تأثیرگذاری آنها، بینشان بودجه تخصیص دهد.

در خصوص پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود که محققان علاقه‌مند به توسعه یا بهبود این مدل اقدام کنند. یکی از موارد پیشنهادی در توسعه مدل در پژوهش‌های آتی توسعه مدلسازی بخش پلیس است. در این خصوص توصیه می‌شود که با کسب داده‌های بیشتر بخش پلیس دقیق‌تر دیده شود، برای مثال یک زنجیره عمر از نیروها و یک کیفیت هم با آنها جریان همزاد تشکیل دهند و اینکه حقوق نیروها پرداخت نشود، نارضایتی آنها افزایش یافته و از سیستم خارج می‌شوند و ممکن است کیفیت مجموعه را کاهش دهند. البته توسعه از این قبیل در مدل منوط به داشتن داده و اطلاعات کافی می‌باشد. مورد پیشنهادی دیگر مربوط به حوزه حمل‌ونقل‌های جایگزین حمل‌ونقل جاده‌ای است مانند حمل‌ونقل‌های ریلی و هوایی که به دلیل محدودیت‌هایی چون زمان و داده در تحقیق حاضر دیده نشده است. با توجه به اینکه برای کاهش تصادف‌های جاده‌ای علاوه بر کاهش احتمال تصادف می‌توان میزان تردد جاده‌ای را به کمک روش‌های حمل‌ونقل‌های ریلی و هوایی کاهش داد یکی راهکارها یا سیاست‌ها می‌تواند توسعه و بهسازی روش‌های جایگزین باشد. در پایان پیشنهاد می‌شود تا با توجه به سیاست اعمال شده در مدل و محدودیت‌های بسیار جدی این تحقیق در کسب داده‌های مورد نیاز به تأسیس یک سازمان متولی (مانند آنچه که در این تحقیق آن را سازمان راهبر نام نهادیم) در حوزه مسئله تصادف‌ها اقدام شود، به نحوی که پژوهش‌های مشابه در آینده در خصوص این مسئله و معضل مهم کشور حداقل به لحاظ کسب داده و اطلاعات با حداقل مشکل روبه‌رو شوند. از طرف دیگر با تأسیس این سازمان (به‌عنوان هماهنگ‌کننده بخش‌های درگیر در مسئله) می‌توان به حل مسئله تا حد قابل توجهی امیدوار بود.

#### **تقدیر و تشکر:**

این مقاله، نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور با کد ۹۳۰۱۷۳۵۰ و به شماره قرارداد ۴۰۵۷۳/ص/۹۴ مورخ ۳۰/۳/۱۳۹۴ است.

## ۶- پی‌نوشت‌ها

1. System Dynamics (SD)
2. Fabienne Sikron et al.
3. Davoud Khorasani-Zavreh
4. Arif Mahmood
5. Ivata
6. Huicho
7. Yang Miang Goh
8. Hu
9. Enu
10. Sterman

## ۷- منابع

- [1] Peden M., Scurfield R., Sleet D., Mohan D., Hyder A., Jarawan E., Mathers C. (2004) " World report on road traffic injury prevention", *Publications of the World Health Organization*, Geneva.
- [2] Vahabzadeh E. (2007) "The effect of human factor on the accidents of Karij-Qazvin Highway In 2004 And The Reduction & Control Strategies", *Traffic Management Studies Quarterly Science Journal*, 8: 57-85, (in Persian).
- [3] Sanaeinasab H., Irani Gh. A., Rafati H., Karimi A. A. (2009) "Traffic accidents: A survey on traffic accidents frequency and effective factors in a military base in tehran", *Police Management Studies Quarterly Science Journal*, 4(1): 19-30, (in Persian).
- [4] Seifollahi S., Nemati F. (2012) "The effective social factors of driving accidents' occurrences in Tehran (Case of Study: Fatal Accidents, Spring 2011)", *Journal of Iranian Social Development Studies*, 4(2): 113-129, (in Persian).
- [5] Soori H., Eyni E., Mehmandar M.R., Khosravi K. (2012) "Evaluation of Iran's new law of traffic violations investigations", *Rahvar Research Journal*, 17: 75-89, (in Persian).

- [6] Oreyzi H.R., Haghayegh A. (2010) "Psychometric properties of the Manchester driving behavior questionnaire", *Journal of Payesh Health Monitor*, 9: 21-28, (in Persian).
- [7] Hagh-Shenas H., Hosseini M., Jamshidi M., Azizi H.R. (2008) "Relation of personality traits with driving behavior in city of Shiraz in 2005 ", *Hakim Research Journal*, 11(3): 47-54, (in Persian).
- [8] Oreyzi H. R., Barati H. (2011) "Predicting driving error, lapses and violations from personality characteristics and vienna risk taking test-traffic", *Iran Occupational Health Journal*, 8(4): 48-60, (in Persian).
- [9] Konduri S., Labi S., Sinha K.C. (2003) "Incident occurrence models for freeway incident management", *Transportation Research Record*, 1856: 125-135.
- [10] Sikron F., Baron-Epel O., Linn S. (2008) "The voice of lay experts: Content analysis of traffic accident talk-backs", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(1): 24- 36.
- [11] Khorasani-Zavareh D., Mohammadi R., Khankeh H.R., Laflamme L., Bikmoradi A., Haglund B.J. (2009) "The requirements and challenges in preventing of road traffic injury in Iran. A qualitative study", *BMC Public Health*, 9(1): 486.
- [12] Mehmood A. (2010) "An integrated approach to evaluate policies for controlling traffic law violations", *Accident Analysis & Prevention*, 42(2): 427-436.
- [13] Iwata K. (2010) "The relationship between traffic accidents and economic growth in China", *Economics Bulletin*, 30(4): 3306-3314.
- [14] Ayati E., Abbasi E. (2011) "Investigation on the role of traffic volume in accidents on urban highways", *Journal of Safety Research*, 42(3): 209-214.
- [15] Huicho L., Adam T., Rosales E., Paca-Palao A., López L., Luna D., Miranda J.J. (2012), "Evaluation of interventions on road traffic injuries in Peru: A qualitative approach", *BMC Public Health*, 12-71.
- [16] Goh Y.M., Love P.E. (2012) "Methodological application of system dynamics for evaluating traffic safety policy", *Safety Science*, 50(7): 1594-1605.

- [17] Hu R., Zhang J., Zhong C., Tian J. (2012) "Analysis on long-term relationship between economic growth and mortality from traffic accident", *Journal of theoretical and applied Information technology*, 46(1): 339-346.
- [18] Bahadorimonfared A., Soori H., Mehrabi Y., Delpisheh A., Esmaili A., Salehi M., Bakhtiyari M. (2013) "Trends of fatal road traffic injuries in Iran (2004–2011)", *PLoS one*, 8(5), e65198.
- [19] Enu P. (2014) "Road traffic accidents and macroeconomic conditions in Ghana", *Social and basic sciences research review*, 2(9): 347-393.
- [20] Hashemi Nazari S., Kazemian M., Hosseini F. (2012) "Trend of five years traffic accident mortality in Khuzestan province (2006-2010)", *Iranian Journal of Forensic Medicine*, 17: 123-129, (in Persian).
- [21] Amiri M., Taghavifard M.T., Aghaee M. (2016) "Development of three-objective model for the location – allocation of assistance centers in a probabilistic condition of availability to emergency vehicles, *Modern Researches in Decision Making*, 1(2): 1-27, (in Persian).
- [22] Rahimdelmeybodi M., Amiri A.H., Karbasian M., (2016) "Evolutionary Stable Strategies to Defend and Attack with False Targets and Reliability Approach, *Modern Researches in Decision Making*, 1(2): 29-52, (in Persian).
- [23] Sterman J. (2000) "Business dynamics system thinking and modeling for a Complex World", McGraw – Hill, New York.
- [24] (2015) "Global status report on road safety", *Publications of the World Health Organization*, Geneva.
- [25] Sushil Sh. (1993) "System dynamics: A practical approach for managerial problems", Wiley Eastern Limited Publication, India.
- [26] Faghih N., Ranaei-Kordshooli H., Mohammadi A., Samadi A.H., Moosavi-haghighi H., Ghafournian M. (2014) "Evaluation of services supply chain in telecommunication company of Iran using system dynamics approach", *Journal of Industrial Management Perspective*, 11(11): 111-137, (in Persian).