پژوهش درپزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
دوره ۳۶، ویژه نامه ۱، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۷ تا ۱۱

مقاله اصلی
(Original Article)

ارائه الگوئی برای پیش‌بینی روند مرگ ناشی از سوانح ترافیکی در ایران

دکتر ایاد بهادری منفرد[۱]، دکتر حمید سوری[۱،۲]، دکتر یدالله محرابی[۱*]، دکتر محمد رحمتی رودسری[۳]، دکتر علیرضا اسماعیلی[۴]، دکتر مسعود صالحی[۵]، دکتر علی دل پیشه[۶]

[۱] گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
[۲] مرکز تحقیقات ارتقاء ایمنی و پیشگیری از سوانح جاده‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
[۳] معاونت تحقیقات و فناوری، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
[۴] دانشکده راهور، دانشگاه علوم انتظامی
[۵] دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
[۶] گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام

چکیده

سابقه و هدف: *با توجه به نگرانی‌ها و دغدغه‌ها و عوارض شناخته شده سوانح ترافیکی، تاکنون الگوی واقع بینانه‌ای برای پیش بینی مرگ و میر ناشی از حوادث ترافیکی دست کم در ایران صورت نگرفته است. هدف مطالعه حاضر ارائه یک الگوی عملی و پایا برای پیش بینی روند مرگ و میر ناشی از حوادث ترافیکی برای یک دوره دو ساله می باشد.*

روش بررسی: *در این مطالعه توصیفی تمام مرگ‌های ناشی از حوادث ترافیکی در فاصله سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ مورد آنالیز قرار گرفت. برای تعیین روند مرگ در کشور از مدل‌های سری زمانی باکس و جینکینز استفاده شد. مرگ ناشی از سوانح ترافیکی برای سالهای ۱۳۹۰و ۱۳۹۱ پیش‌بینی و سپس با آمار واقعی در ۹ ماه اول سال ۱۳۹۰ مقایسه شد.*

یافته‌ها: *برای سال۱۳۹۰، ۲۱۵۴۸ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۲۷۶۶۹-۱۵۴۲۶) مورد مرگ مرتبط با سوانح ترافیکی با رشد منفی ۷/۳۲ درصد نسبت به سال ۱۳۸۹ پیش‌بینی شد. همچنین برای سال ۱۳۹۱ تعداد ۲۰۴۰۴ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۳۰۸۹۳-۹۹۱۴) مورد مرگ ناشی از سوانح ترافیکی با رشد منفی ۵/۳۱ درصد نسبت به سال ۱۳۹۰ برآورد گردید.*

نتیجه‌گیری: *توجه به نتایج واقعی بدست آمده تا پایان دی ماه سال ۱۳۹۰، در مقایسه با نتایج پیش‌بینی شده طبق مدل برازش داده شده به سری زمانی نشان می‌دهد که درستی پیش بینی مدل انتخابی، ۹۳ درصد می باشد که میزان قابل قبولی می باشد.*

واژگان کلیدی: *پیش‌بینی، مدل، مرگ ، سوانح ترافیکی، ایران.*

مقدمه

تعداد کلی مصدومیت‌های ترافیکی در جهان رو به افزایش است اطلاعات موجود حاکی از آن است که اگر این روند ادامه یابد تا سال ۲۰۲۰، مرگ و میر در کشورهایی با درآمد متوسط و پایین تا ۸۳ درصد و در کشورهای با درآمد بالا تا ۲۷ درصد افزایش خواهد داشت (۴-۱).

تاکنون پیش بینی درستی از حوادث ترافیکی در ایران صورت نگرفته است در ماده ۸۵ قانون برنامه چهارم توسعه، دولت ایران مکلف شده است که حوادث ناشی از حمل ونقل جاده‌ای را تا پایان برنامه، هر سال به میزان ۱۰٪ کاهش دهد؛ جهت کاهش این حوادث به میزان مورد نظر لازم است ابتدا میزان مرگ در اثر حوادث رانندگی پیش بینی شود و سپس برنامه

آدرس نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، گروه اپیدمیولوژی دکتریدالله محرابی
(**e-mail:** mehrabi@sbmu.ac.ir)

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

ریزی برای مداخلات لازم صورت گیرد. در این مقاله نتایج پیش بینی حوادث ترافیکی برای سالهای ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ پیش‌بینی و سپس بخشی از آن با آمار واقعی در ۹ ماه اول سال ۱۳۹۰ مقایسه می گردد.

سری‌های زمانی (Time Series) نوعی از داده‌ها هستند که در قالب یک متغیر خاص در طول زمان رخ می‌دهند. کاربرد اصلی تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، پیش‌بینی (Forecasting) است (۵، ۶). برای پیش‌بینی رفتار سری‌های زمانی و تعیین مدل پیش‌بینی، فنون مختلفی وجود دارد. این فنون را می‌توان به دو دسته روش‌های کمی و روش‌های کیفی تقسیم کرد.

چنانچه تحلیل‌گر بر اساس رفتار مشاهده‌شده از سری زمانی و تجزیه و تحلیل اجزای آن قانع شود که می‌توان مقادیر آینده را با استفاده از مبانی ریاضی پیش‌بینی کرد از مدل‌های کمی برای پیش‌بینی در سری زمانی استفاده می‌شود که البته بسیار زیاد و متنوع هستند.

گروه عمومی مدل‌ها برای یک سری زمانی باکس و جنکینز، در آمار به مدل‌های ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) معروف هستند. از این مدل‌ها می‌توان مدل‌های متعددی چون مدل رگرسیون ساده، رگرسیون چندگانه، میانگین متحرک، و حتی مدل‌های ناشناخته دیگر را که مناسب با سری زمانی هستند استخراج کرد. در این مدل علاوه بر عامل روند به تغییر فصلی و تصادفی نیز توجه می‌شود. مدل‌های باکس-جنکینز و ابزارهای استفاده‌شده در آن فقط برای سری‌های زمانی "ایستا" کاربرد دارد. بنابراین قبل از اینکه یک سری زمانی غیرایستا به وسیله این مدل تحلیل گردد، باید با استفاده از روش‌های "دیفرانسیل‌گیری" به یک سری ایستا تبدیل شود. باکس و جنکینز، روش‌شناسی ویژه‌ای برای مدل‌های ARIMA دارند که برای این کار، ابتدا انتخاب مدل صورت می‌پذیرد. سپس تخمین پارامترهای مدل و آزمون آن یعنی پیش‌بینی سری با استفاده از مدل تعیین شده (مرحله سوم) صورت می‌گیرد.

مواد و روشها

مطالعه حاضر، یک مطالعه توصیفی است. در این مطالعه، تمام مرگ‌های ناشی از حوادث ترافیکی در فاصله سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ که گزارش آن‌ها توسط پلیس راهور ناجا که شامل پلیس ترافیک شهری (درون شهری) و پلیس راه (برون شهری) تهیه و در مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) و پزشکی قانونی کشور ثبت شده است مورد آنالیز قرار گرفت و برای این منظور، از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

برای تعیین روند مرگ در کشور بعد از تعیین مناسب‌ترین مدل از روش سری زمانی استفاده شد. در این میان به منظور افزایش توان مدل پیش‌بینی برای تعیین روند، به جای استفاده از "سال"، از "ماه" به عنوان متغیر زمانی بهره گرفته شد. و برای تعیین این روند از مدل‌های سری زمانی باکس و جینکینز استفاده شد. برای توصیف ارتباط بین یک متغیر وابسته و یک سری متغیر مستقل یا پیش‌بین از رگرسیون چندگانه استفاده گردید. هنگامی‌که پیامد بیش از دو طبقه بود روش رگرسیون لجستیک انتخاب شد. برای تعیین این که چه متغیرهایی بر روی احتمال یک پیامد خاص تأثیر می‌گذارند نیز از رگرسیون لوجستیک بهره گرفته شد. به دنبال برازش مدل، اهمیت هر یک از متغیرهایی که وارد مدل شدند مورد تأیید قرار گرفت. علاوه بر رگرسیون، باقی‌مانده‌ها هم برای ارزیابی مدل بررسی گردید. باقی‌مانده‌ها در رگرسیون لوجستیک، اختلاف بین احتمالات مشاهده‌شده و پیش‌بینی شده یک واقعه می‌باشند.

مراحل انجام سری های زمانی در این مطالعه عبارت بودند از : حذف مولفه نامانا، شناسایی مدل آریمای مناسب، برآورد کردن پارامترها، تحلیل مانده ها و در نهایت، ارزیابی پیش بینی مدل. در نهایت، میزان پیش بینی مرگ ناشی از سوانح ترافیکی با آمار واقعی در ۹ ماه اول سال ۱۳۹۰ مقایسه شد.

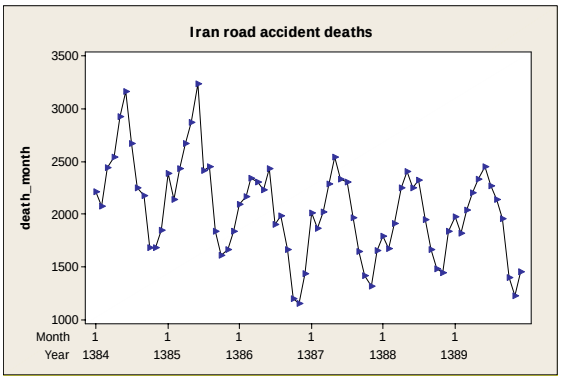
یافته‌ها

سری زمانی نشان داده شده در نمودار ۱، مرگ ناشی از سوانح ترافیکی کشور بر حسب ماه و سال را نشان می‌دهد و بیانگر آن است که سری، فصلی و نا ایستا است. داده‌های این سری به تفکیک ماهانه جمع‌آوری شده‌اند و مشاهده می‌کنیم که با هر ۱۲ بار مشاهده یک بار الگوی تغییرات تکرار می‌شود. از طرفی مقدار سری با افزایش زمان به طور متوسط کاهش می‌یابد. افزایش در ماه‌های خاصی از سال که بیشترین تعداد مسافرت‌ها را دارد (ماه های تابستان) کاملاً مشهودتر است.

جدول ۱ مقادیر شاخص‌های AIC (AKAIKE Information Criterion) و SBC (SCHWARTZ Bayesian Criterion) برای برآورد مدل‌های ARIMA با اولین تفاضل گیری و همچنین با تفاضل گیری مرتبه اول و سپس مرتبه ۱۲ سری‌های زمانی را نشان می‌دهد. گام بعدی بررسی خود همبستگی باقی‌مانده‌ها پس از برازش مدل است. آماره‌های

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

آزمون فرض صفر مبنی بر ناهمبسته بودن باقی‌مانده‌ها را در هیچ‌یک از فواصل زمانی رد نمی‌کنند.



نمودار ۱- سری زمانی مرگ ناشی از سوانح ترافیکی کشور بر حسب ماه و سال

جدول ۱- آماره کای‌دو ضرایب خودهمبستگی باقی‌مانده‌های سری زمانی مرگ ناشی از سوانح ترافیکی کشور

فاصله زمانی	χ^2	درجه آزادی	مقدار p
۶	۱/۴۲	۴	۰/۸۴۰۶
۱۲	۱/۸۵	۱۰	۰/۹۹۷۴
۱۸	۶/۷۶	۱۶	۰/۹۷۷۶
۲۴	۱۵/۰۸	۲۲	۰/۸۵۸۹

مقدار پیش بینی شده - مقدار واقعی= باقیمانده

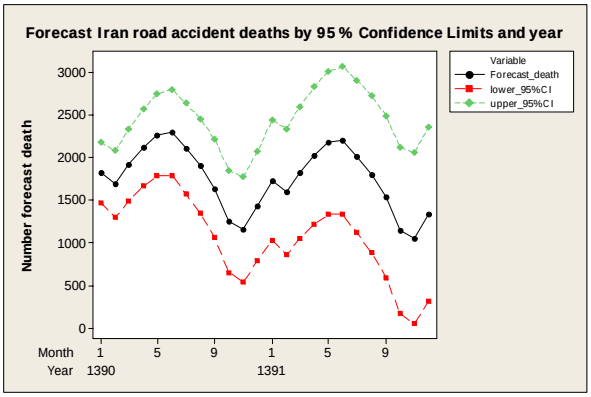
تفاضل گیری فصلی یا غیر فصلی با مرتبه بیش از یک ضروری نیست. تفاضل گیری غیر فصلی مرتبه ۲، AIC را بیشتر می‌کند. تفاضل گیری فصلی مرتبه دو، نیز AIC را بیشتر می‌کند. تفاضل‌های مراتب بالاتر نیز اختلاف‌ها را تشدید می‌کند. با توجه به جدول ۲ کمترین مقدار AIC (۷۹۰) برای مدل $SARIMA(0,1,1)\times(0,1,1)_{12}$ (Seasonal Auto Regressive Integrated Moving) است که مدل کاملاً مناسبی برای برازش به سری است. سری زمانی نشانه‌هایی از نا ایستایی را در خود جا داده است و برای ایستا کردن آن تفاضل گیری فصلی و سپس غیر فصلی انجام شد.

همبستگی میان باقی‌مانده‌ها و نمودارها نشان می‌دهند که فرض صفر مبنی بر ناهمبسته بودن باقی‌مانده‌ها را نمی‌توان رد کرد. همچنین نمودارهای نرمال بودن انحراف ناچیزی از توزیع نرمال را نشان می‌دهند. بنابراین مدل ذکرشده فوق، برای برازش به سری زمانی نرخ مرگ و میر به اندازه کافی مناسب خواهد بود.

پس از مشخص شدن بهترین مدل برای برازش به سری و برآورد پارامترهای مربوط به آن، به بررسی مرحله سوم برازش مدل باکس جنکینز یعنی پیش‌بینی سری با استفاده از مدل تعیین شده پرداخته شد. با استفاده از مدل $SARIMA(0,1,1)\times(0,1,1)_{12}$، پیش‌بینی سری به این صورت خواهد بود که در سال ۱۳۹۰، حدود ۲۱۵۴۸ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۲۷۶۶۹-۱۵۴۲۶) مورد مرگ ناشی از سوانح ترافیکی با رشد منفی ۷/۳۲ درصد نسبت به سال ۱۳۸۹ وجود داشته باشد و در سال ۱۳۹۱، حدود ۲۰۴۰۴ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۳۰۸۹۳-۹۹۱۴) مورد مرگ با رشد منفی ۵/۳۱ درصد نسبت به سال ۱۳۹۰ برآورد می‌شود و بیشترین مرگ در هر دو سال در ماه‌های تابستان (به ویژه مرداد و شهریور) می‌باشد (نمودار ۲).

جدول ۲- مقادیر AIC و SBC برای برآورد مدل‌های ARIMA با اولین تفاضل‌گیری و همچنین با تفاضل‌گیری مرتبه اول و سپس مرتبه ۱۲ سری‌های زمانی

ردیف	با تفاضل گیری مرتبه ۱		با تفاضل گیری مرتبه اول و سپس مرتبه ۱۲	
	مدل	AIC	SBC	AIC	SBC
۱	ARIMA (0,1)	۱۰۰۹	۱۰۱۴	۷۹۹	۸۰۳
۲	ARIMA (0,2)	۱۰۰۹	۱۰۱۴	۸۱۲	۸۱۶
۳	ARIMA (0,12)	۹۸۴	۹۸۸	۸۰۳	۸۰۸
۴	ARIMA (1,12)	۹۸۶	۹۹۲	۷۹۰	۷۹۷
۵	ARIMA (2,12)	۹۸۵	۹۹۲	۸۰۵	۸۱۱



نمودار ۲- پیش‌بینی مرگ ناشی از سوانح ترافیکی کشور همراه با حدود پیش‌بینی

در نهایت مدل ARIMA برای سری زمانی مرگ ناشی از سوانح ترافیکی کشور برای مردان و زنان به تفکیک استخراج شد. مدل پیش‌بینی حاصله برای مردان در سال ۱۳۹۰ حدود

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

۱۷۰۸۸ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۲۱۸۹۵-۱۲۲۸۱) مورد مرگ ناشی از سوانح ترافیکی با رشد منفی ۷/۰۶ درصد نسبت به سال ۱۳۸۹ و در سال ۱۳۹۱، ۱۶۴۴۸ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۲۴۳۶۴-۸۵۳۱) مورد مرگ با رشد منفی ۳/۷۵ درصد نسبت به سال ۱۳۹۰ تخمین می‌زند؛ بیشترین مرگ در مردان در هر دو سال در ماه‌های شهریور و مرداد می‌باشد. اما در خصوص زنان حدود ۴۵۴۰ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۶۰۷۳-۳۰۰۸) مورد مرگ ناشی از سوانح ترافیکی با رشدمنفی ۶/۶۴ درصد برای سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۹و برای سال ۱۳۹۱، ۴۱۶۹ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۶۶۶۱-۱۶۷۶) مورد مرگ با رشد منفی ۸/۱۸ درصد نسبت به سال ۱۳۹۰ پیش‌بینی می‌شود؛ بیشترین مرگ در هر دو سال در ماه‌های فروردین، تیر و مرداد خواهد بود.

بحث

این مطالعه کاهش رشد مرگ ناشی از سوانح ترافیکی را در سالهای ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ نسبت به سالهای قبل را نشان می‌دهد که البته میزان کاهش در سال ۱۳۹۰ نسبت به ۱۳۸۹ بیش از مقدار کاهش در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۹۰ می‌باشد؛ همچنین به نظر می رسد در زنان در سال ۱۳۹۱ نیز به همان مقدار قبلی، کاهش مرگ ناشی از سوانح ترافیکی رخ دهد.

میزان مرگ ناشی از سوانح ترافیکی در ماه‌های تابستان بیشتر است که با توجه به افزایش تصاعدی مسافرت‌های بین شهری در این زمان قابل پیش بینی می باشد؛ ولی باید به این نکته نیز توجه داشت که فروردین ماه نیز (که یکی از ایام مسافرت ایرانیان بدلیل فرارسیدن سال نو می باشد) برای زنان، آمار مرگ بالایی داشته است.

در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۹۶ با عنوان تغییر الگوی ترافیک و اثر آن بر مرگ در کودکان در انگلیس انجام شد روش آماری مورد استفاده، مدل‌سری های زمانی و رگرسیون پواسون بود. محققان به این نتیجه رسیدند که اگر روند مرگ به همین شکل موجود ادامه یابد مرگ کودکان تا سال ۲۰۰۵ به میزان ۳۳٪ کاهش خواهدیافت. این مطالعه نیز تاییدکننده تحقیق و تشابه نتایج با کشور ما می باشد (۷). در مطالعه دیگری که در شانگهای چین انجام شد روند حوادث ترافیکی منجر به مرگ در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۳ و همچنین پیش‌بینی شیوع آنها برای ۵ سال آینده مورد بررسی قرار گرفت؛ محققان برای بررسی روند از روش‌های اپیدمیولوژیک توصیفی و برای پیش‌بینی شیوع این حوادث از مدل آماری (Grey dynamic model GM(1,1 استفاده کردند؛ آنها از پژوهش خود نتیجه گرفتند که خطر حوادث ترافیکی منجر به مرگ در سال‌های اخیر افزایش یافته است(از ۷/۷۸ به ۱۴/۱۸ در ۱۰۰۰۰۰ نفر) و همچنان برای سال‌های آینده نیز در حال افزایش خواهد بود (۸). که بر خلاف نتایج حاصل از مطالعه ما در کشور ایران می باشد. در تحقیق دیگری در کشور چین که صدمات ترافیکی جاده ای از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۳ تحت آنالیز سری زمانی با تکنیک Box-Jenkins جهت پیش بینی روند قرار گرفت و آمار حاصل از مدل ARIMA نشان داد که پیش بینی برای سال ۲۰۰۳ بسیار نزدیک به واقعیت می باشد (۹).

البته بررسی‌های سازمان بهداشت جهانی نیز پیش بینی می‌کند که مرگ مرتبط با سوانح ترافیکی در کل جهان و در اغلب کشورها (به جز کشورهای با درآمد بالا) تا سال ۲۰۲۰ در حال افزایش خواهد بود (۱)؛ بنابر این اگر کشور ما بتواند روند کاهشی فعلی در مرگ مرتبط با سوانح ترافیکی را حفظ کند از این نظر در کنار کشورهای پیشرفته خواهد بود.

با توجه به نتایج واقعی به دست آمده از داده‌های پزشکی قانونی کشور در سال ۱۳۹۰ تا پایان دی ماه، ۱۷۶۴۳ مرگ ناشی از سوانح ترافیکی در کشور به ثبت رسیده است که مقایسه با نتایج پیش‌بینی شده طبق مدل برازش داده شده به سری زمانی برای سال ۱۳۹۰ تا پایان دی‌ماه نشان می‌دهد که مدل انتخابی ۱۸۹۶۴ مورد مرگ ناشی از سوانح ترافیکی کشور پیش‌بینی کرده است که ۹۳ درصد درستی پیش بینی را نشان می دهد. بنابراین با اطمینان بالایی می توان از این مدل آماری برای پیش بینی مرگ ناشی از سوانح ترافیکی در سال آینده بهره گرفته شود و در برنامه ریزی های مربوط به پیشگیری از سوانح ترافیکی استفاده بهینه گردد.

قدردانی و تشکر

بدین وسیله از سازمان پزشکی قانونی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، پلیس راهور ناجا و وزارت راه و شهرسازی بخاطر حمایت های بی دریغ شان تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. این مقاله بر گرفته از پایان نامه مقطع دکترای تخصصی دکتر ایاد بهادری منفرد می‌باشد.

REFERENCES

1. Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E. World report on road traffic injury prevention. Geneva: World Health Organization; 2004.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

2. Seymour J. Trafficking in death. Newscientist 1996;151:34.

3. Soori H, Royanian M, Zali A, Movahedinejad A. Road traffic injuries in Iran: the role of interventions implemented by traffic police. Traffic Injury Prevention 2008;10:375-78.

۴. موهان د، نویسنده. راهنمای آموزش عملی پیشگیری از سوانح ترافیکی. تهران: دفتر تحقیقات کاربردی پلیس راهنمایی و رانندگی؛ ۱۳۷۸.

۵. آذر ع، مؤمنی م، نویسندگان. آمار و کاربرد آن در مدیریت. تهران: سمت؛ ۱۳۸۰.

۶. جندقی غ، نویسنده. آمار و کاربرد آن در مدیریت و اقتصاد. قم: علم گستر کریمه؛ ۱۳۸۴.

7. Diguiseppi C, Roberts I, Li L. Influence of changing travel patterns on child death rates from injury: trend analysis. BMJ 1997;314:710.

8. Wen J, Yuan P, Deng Z, Liu K, Zhang Y, Liu L, et al. Time-series analysis on road traffic injury in China. Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban 2005;36:866-69.

9. Yan-hong L, Rahim Y, Wei L, Gui-xiang S, Yu Y, Zhou D, et al. Field data: a study on trend and prediction of fatal traffic injuries prevalence in Shanghai. Traffic Injury Prevention 2006;7:403-407.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]