

کاربرد روش گیر و بازگیر جهت برآورد میزان مرگ و میرهای ناشی از حوادث

ترافیکی (مطالعه موردی: مناطق ۵، ۹، ۱۰، ۲۱ و ۲۲ تهران)

محمد آراد اکبری (مسئول مکاتبات)، دانشجوی دکتری حقوق، کارشناس ترافیک و رئیس تصادفات منطقه ۵ تهران

سهیلا طالبی، مدرس دانشگاه، دکترای علم اطلاعات و دانش شناسی

E-mail: rh.akbari60@gmail.com

چکیده

در بسیاری از کشورها، ثبت بیماری‌ها منبع اصلی اطلاعات لازم برای برنامه ریزی و نظارت بر برنامه‌های بهبود سلامت به شمار می‌رود. در ایران هیچ سیستم رجیستری یکپارچه‌ای برای مرگ و میرهای ناشی از حوادث ترافیکی وجود ندارد. در نتیجه سازمان‌های دخیل در این گونه حوادث، آمارهای متفاوتی ارائه می‌دهند. این مطالعه با هدف بررسی میزان مرگ و میرهای ناشی از سوانح ترافیکی و تمامیت ثبت مرگ و میرها در مناطق غربی تهران از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ با استفاده از روش گیر و بازگیر انجام شد. بدین منظور، داده‌های کلیه قربانیان حوادث رانندگی از جمله نام خانوادگی، سن، جنس و زمان مرگ آنها که به تأیید سازمان پزشکی قانونی، پلیس راهنمایی و رانندگی و بیمارستان‌ها رسیده بود، جمع‌آوری شد. سپس، مدل‌های خطی لگاریتمی مختلف که در زمینه روش گیر و بازگیر ارائه شده، برای پیش‌بینی تعداد مرگ و میرهای گزارش نشده در منابع برآزش داده شد. معیار اطلاعات آکائیک (AIC) و معیار اطلاعات بیزی (BIC) به عنوان شاخص‌های نیکویی برآزش برای شناسایی مدل‌های برآزش شده مرجح مورد استفاده قرار گرفتند. بر اساس پیش‌بینی برآزش شده‌ترین مدل، تعداد مرگ و میرهای حوادث ترافیکی ۱۳۳۸ مورد بوده که از این تعداد ۳۴۱ مورد توسط هیچ‌یک از سازمان‌های مسئول، مستند نشده است. میزان مرگ و میرهای ناشی از سوانح ترافیکی ۲۲/۶۳ در هر ۱۰۰،۰۰۰ نفر جمعیت پنج منطقه، با فاصله اطمینان ۹۵٪ (۲۴/۴۱ - ۲۱/۵۲) برآورد شد. این میزان توسط LMO، بیمارستانها و TPD به ترتیب ۳۶/۰۶، ۹۵/۶۵ و ۱۶/۸۵ گزارش شد. به نظر می‌رسد آمار ارائه شده از طرف سازمان‌های مسئول کمتر از میزان واقعی است، از این رو لزوم استفاده از روش‌هایی مانند روش گیر و بازگیر احساس می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مرگ و میر، گیر و بازگیر، آسیب‌های حوادث ترافیکی

۱. مقدمه

از سوانح ترافیکی و تمامیت ثبت مرگ و میرها در سازمان پزشکی قانونی، اداره پلیس راهنمایی و رانندگی و بیمارستان ها انجام شد.

۲. روش‌ها

۲-۱ طراحی و جمعیت

این مطالعه یک مطالعه توصیفی مقطعی است که در آن از روش گیر و بازگیر برای برآورد میزان مرگ و میرهای ناشی از حوادث ترافیکی استفاده شده است. جامعه مطالعه شامل کلیه متوفیان حوادث ترافیکی در مناطق غربی تهران بزرگ از جمله منطقه ۵، ۹، ۱۰، ۲۱ و ۲۲ از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ بود.

۲-۲ منابع اطلاعات

اطلاعات از طریق سه سازمان، یعنی سازمان پزشکی قانونی، بیمارستان ها و پلیس راهنمایی و رانندگی به دست آمد. سازمان پزشکی قانونی، مسئول ثبت اطلاعات مربوط به هر گونه مرگ و میر ناشی از حوادث ترافیکی است. بیمارستان ها به ثبت اطلاعات مربوط به مصدومینی که به بیمارستان منتقل می شوند و در طی ۳۰ روز بعد فوت می کنند، می پردازند. پلیس راهنمایی و رانندگی نیز مسئول ثبت مرگ و میرهای حوادث ترافیکی است که در صحنه تصادف اتفاق می افتد.

۲-۳ تجزیه و تحلیل

تحلیل های آماری این مطالعه به منظور برآورد تعداد حوادث ترافیکی منجر به مرگ و همچنین بررسی کامل بودن گزارش های ارائه شده توسط سازمان های ذیربط انجام شد. اولین گام در برآورد تعداد کل موارد منجر به مرگ و میر، شمارش مواردی بود که بطور جداگانه در هر منبع (سازمان پزشکی قانونی، بیمارستان ها و پلیس راهنمایی و رانندگی) گزارش شده بود و نیز مواردی که در میان دو منبع و همچنین هر سه منبع مشترک بود. متغیرهای مورد بررسی که اطلاعات منابع را به یکدیگر مرتبط می ساخت عبارت بود از نام، نام خانوادگی، سن، جنس و تاریخ فوت. برای این که سوابق به

آسیب های حوادث ترافیکی، بار سنگینی را بر خانواده ها و جوامع ایران تحمیل می کند. بنابراین، اولویت اکثر ارگان های نظامی و سازمان ها، کاهش این گونه حوادث است که همگی به اطلاعات دقیقی جهت برنامه ریزی موفق و ارزیابی برنامه های پیشگیرانه نیازمند هستند. در ایران علیرغم شیوع حوادث ترافیکی، هیچ سیستم رجیستری یا نظارتی خاصی برای جمع آوری و گزارش اطلاعات مرتبط با آسیب های این حوادث وجود ندارد و سازمانهای دخیل معمولاً میزان آسیب های متفاوت و اغلب کمتری را گزارش می دهند.

یکی از متداول ترین روش ها برای مقابله با این مشکل، روش گیر و بازگیر^۱ است. در این روش، برای برآورد موارد از دست رفته (گزارش نشده) در میان کل لیست ها و به تبع آن تعداد کل موارد، به میزان همپوشانی بین دو یا چند لیست ناقص تکیه می شود. روش گیر و بازگیر در ابتدا در بوم شناسی برای تعیین تعداد حیوانات در یک منطقه مشخص مورد استفاده قرار گرفت. اخیراً، این روشها به طور گسترده ای جهت برآورد بروز و شیوع نتایج مرتبط با سلامت و ارزیابی حساسیت سیستم های نظارتی و یا جیستری مورد استفاده واقع شده اند.

چهار فرض مبتنی بر روش گیر و بازگیر مطرح شده است: اول، جمعیت باید بسته باشد یعنی هیچ نوع تغییری در اندازه یا ساختار آن در طول مطالعه رخ ندهد. دوم، آزمودنی ها باید با احتمال مساوی در منابع معین ثبت شوند. سوم، منابع باید از یکدیگر مستقل باند به این معنی که ثبت شدن توسط یک منبع نباید بر احتمال ثبت شدن توسط منابع دیگر تأثیر بگذارد و چهارم، برای برقراری ارتباط کامل بین منابع باید اطلاعات کافی موجود باشد. مناطق شمالی پهنای غربی تهران جزء حادثه خیزترین مناطق مورد مطالعه محسوب می شوند زیرا این مناطق به دلیل وجود اماکن اداری، پایانه مسافربری، مجتمع های تجاری و اماکن تفریحی و ورزشی، گردشگران بسیاری را به خود جذب می کنند. مطالعه حاضر با هدف برآورد میزان مرگ و میرهای ناشی

$$\log(m_{ijk}) = U + U_{1(i)} + U_{2(j)} + U_{3(k)} + U_{12(ij)} + U_{13(ik)} + U_{23(jk)} + U_{123(ijk)} \quad (4)$$

m_{ijk} : فراوانی مورد انتظار برای سلول ijk

U : پارامتر مشترک

U_1, U_2, U_3 : پارامترهای اثر اصلی (اثر مرتبه اول)

U_{12}, U_{13}, U_{23} : پارامترهای اثر مرتبه دوم (تعامل دو طرفه)

U_{123} : پارامتر اثر با بالاترین مرتبه (تعامل سه طرفه)

در فرمول ۱، تعداد پارامترها ۸ و تعداد مقوله های ارائه کننده اطلاعات ۷ است. بنابراین، یک پیش فرض عینی این است که پارامتر تعامل سه طرفه برابر با صفر است. معیار اطلاعات آکائیک^۴ (AIC) و معیار اطلاعات بیزی^۵ (BIC) به عنوان مبنایی برای قضاوت در مورد عملکرد مدل ها به کار رفتند.

جنس و گروه سنی آزمودنی ها مورد تجزیه و تحلیل طبقه ای قرار گرفت. گروه های سنی عبارت بودند از ۰ تا ۲۴، ۲۵ تا ۴۴، ۴۵ تا ۶۴ و ۶۵ سال به بالا. اگر در یک سلول هیچ مشاهده ای وجود نداشته باشد، ضریب تصحیح $1/2^{k-1}$ ، که در آن k نشان دهنده تعداد منابع است، به منظور جلوگیری از تورش (سوگیری) داده های پراکنده (۱۹، ۲۰) به کلیه سلول ها اضافه می شود. با این حال، در این مطالعه، تمام سلولهای جنس - سن دارای مشاهده بودند.

کامل بودن هر منبع با تقسیم تعداد حوادث ترافیکی منجر به مرگ که توسط آن منبع گزارش شده بود، به تعداد کل تصادفات منجر به مرگ که توسط مدل خطی لگاریتمی انتخابی برآورد شده بود، محاسبه گردید. شایان ذکر است که شناسایی تعداد قربانیان (به ترتیب ۱ در بیمارستان ها (H)، ۵۰ در پلیس راهنمایی و رانندگی^۶ (TPD) و ۹ در سازمان پزشکی قانونی^۷ (LMO)) غیر ممکن بود، زیرا نام و نام خانوادگی آنها در لیست گزارش شده در دسترس نبود. برای تجزیه و تحلیل داده ها از بسته R-capture در نرم افزار آماری R استفاده شد.

به منظور محاسبه میزان وقوع مرگ و میرهای حوادث ترافیکی، تعداد جمعیت پنج منطقه مورد نظر که توسط مرکز آمار ایران گزارش شده، به عنوان مخرج به کار رفت.

عنوان یک مورد منحصر به فرد در نظر گرفته شوند، حداقل چهار مورد از پنج معیار فوق می بایست وجود داشته باشد.

۲-۳-۱ گیر و بازگیر با دو منبع

ما برآوردهای چپمن^۲ تعداد کل حوادث ترافیکی منجر به مرگ را از طریق تطبیق دو به دو^۳ سه منبع (سازمان پزشکی قانونی، پلیس راهنمایی و رانندگی و بیمارستان ها) محاسبه کردیم. فرض می کنیم که N_A تعداد موارد گزارش شده توسط منبع A, N_B تعداد موارد گزارش شده توسط منبع B و N_{AB} تعداد موارد گزارش شده توسط هر دو منبع باشد، پس برآورد چپمن تعداد موارد، واریانس مربوطه (Var) و حدود اطمینان (۰.۹۵٪) به شرح زیر محاسبه می شوند:

$$N = \frac{(N_A + 1)(N_B + 1)}{(N_{AB} + 1)} - 1 \quad (1)$$

$$95\% \text{ CI} = N \pm 1.96\sqrt{\text{Var}(N)} \quad (2)$$

$$\text{Var} = \frac{(N_A + 1)(N_B + 1)(N_A - N_{AB})(N_B - N_{AB})}{(N_{AB} + 1)^2(N_{AB} + 2)} \quad (3)$$

۲-۳-۲ گیر و بازگیر با سه منبع

با رجیستری های متعدد، فرم قدرتمندتری از رویکرد گیر و بازگیر را می توان از طریق مدل های خطی لگاریتمی برای تنظیم وابستگی و ناهمگونی احتمالی انجام داد. در این مطالعه، تعداد موارد ثبت شده به منزله متغیر وابسته و هر رجیستری به عنوان یک متغیر مستقل است که در صورت از دست رفتن موارد (ثبت نشدن) مقدار آن برابر با صفر و در غیر این صورت، برابر با یک خواهد بود. بنابراین، در صورت وجود n رجیستری، 2^n ردیف در مجموعه داده ها خواهیم داشت که در آن هنگامی که تمام n متغیر مستقل صفر باشند، مقدار متغیر وابسته از دست خواهد رفت. پس می توان از مدل خطی لگاریتمی برازش شده برای پیش بینی این مقدار از دست رفته استفاده کرد.

با در اختیار داشتن سه منبع و با توجه به وجود یا عدم وجود وابستگی بین منابع، با استفاده از تمام ترکیبات ممکن اثرات اصلی و تعامل آنها، هشت مدل حاصل می گردد که از نظر نوع و تعداد شرایط حاصلضربی متفاوت است. کلی ترین مدل بدین صورت است:

۳. نتایج

جدول ۱. توزیع تعداد تلفات ترافیکی ثبت شده توسط منابع داده

داده های مشاهده شده	منبع داده ها		
	TPD	H	LMO
۱۳۱۱	خیر	خیر	بله
۴۴۶	خیر	بله	خیر
۱۴۲	بله	خیر	خیر
۷۷۳	خیر	بله	بله
۲۸۷	بله	خیر	بله
۷	بله	بله	خیر
۱۶۴	بله	بله	بله
مشاهده نشده	خیر	خیر	خیر

اختصارات: H نشان دهنده بیمارستان ها؛ LMO، سازمان پزشکی قانونی و TPD، اداره پلیس راهنمایی و رانندگی است. بله، نشانگر وجود و خیر، نشان دهنده عدم وجود منبع داده است. نتایج به دست آمده از برآوردگر چپمن نشان داد که برآوردهای TPD و منابع بیمارستانی با برآوردهای دو مورد دیگر متفاوت است. تجزیه و تحلیل طبقه ای، وجود الگوی تقریباً مشابهی را در گروه های سنی و جنسی نشان داد (جدول ۲).

در کل، در مناطق مورد مطالعه، تعداد ۱۳۳۸ مورد مرگ و میر ناشی از تصادفات به ثبت رسید که از آن میان، ۲۲۳ مورد مربوط به بیمارستان ها، ۲۱۸ مورد مربوط به TPD و ۸۹۷ مورد مربوط به LMO بود. توزیع موارد به ثبت رسیده توسط این سه منبع در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، از میان تمام موارد ثبت شده، ۷۱۲ مورد تنها مربوط بود به یکی از سه منبع و حداقل تعداد موارد مشترک بین بیمارستان ها و TPD مشاهده شد. در یک نگاه توصیفی، مشاهده شد که میانگین سنی قربانیان برابر بود با ۴۰/۱ و ۶۳ درصد از آنها در گروه سنی ۱۵ تا ۴۴ سال قرار داشتند. علاوه بر این، نسبت جنسی (مرد به زن) ۴ بود که نشانگر آن بود که مردان حدود ۸۰ درصد قربانیان را تشکیل می دادند.

جدول ۲. برآورد تعداد کل (فاصله اطمینان ۹۵٪) حوادث ترافیکی منجر به مرگ و میر در زیر گروه های مختلف با استفاده از روش گیر و بازگیر

دو منبعی، مناطق ۵، ۹، ۱۰، ۲۱ و ۲۲ (سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷)

H / TPD	LMO / TPD	LMO / H	گروه سنی - جنسی
تجزیه و تحلیل طبقه ای			
۴۴۱ (۳۶۳-۶۴۰)	۱۱۱۵ (۷۲۱-۱۳۳۹)	۱۱۲۰ (۸۵۵-۱۴۵۸)	کل
تجزیه و تحلیل غیر طبقه ای			
۳۵۲ (۲۷۲-۴۳۷)	۸۹۲ (۶۰۲-۹۷۸)	۸۹۷ (۷۴۳-۱۰۶۰)	مردان
۸۹ (۲۴-۱۹۱)	۲۲۳ (۱۱۹-۳۶۱)	۲۲۳ (۱۱۲-۳۹۸)	زنان
۴۴۱ (۳۶۳-۶۴۰)	۱۱۱۵ (۷۲۱-۱۳۳۹)	۱۱۲۰ (۸۵۵-۱۴۵۸)	کل
۱۰۹ (۸۹-۱۸۴)	۱۶۱ (۶۷-۲۱۳)	۱۶۳ (۹۰-۲۱۶)	≥ ۲۴
۲۱۱ (۱۸۵-۲۴۷)	۵۸۸ (۴۵۳-۶۱۲)	۵۸۹ (۵۲۵-۶۷۷)	۴۴-۲۵
۸۲ (۶۶-۱۰۷)	۲۵۹ (۱۸۰-۲۹۰)	۲۶۰ (۱۸۹-۳۵۲)	۶۴-۴۵
۳۹ (۲۳-۱۰۲)	۱۰۷ (۲۱-۲۲۴)	۱۰۸ (۵۱-۲۱۳)	≥ ۶۵
۴۴۱ (۳۶۳-۶۴۰)	۱۱۱۵ (۷۲۱-۱۳۳۹)	۱۱۲۰ (۸۵۵-۱۴۵۸)	کل

کاربرد روش گیر و بازگیر جهت برآورد میزان مرگ و میرهای ناشی از حوادث ترافیکی (مطالعه موردی: مناطق ۵، ۹، ۱۰، ۲۱ و ۲۲ تهران)

منبع مشترک هستند ($LMO \times H$ ، $LMO \times TPD$ ، $H \times TPD$)؛ و $LMO \times TPD$ ، $LMO \times H$ و $H \times TPD$ ، و در نهایت یک مدل با سه شرط دو حاصلضربی وجود دارد که در آن هر ترکیب دو طرفه دارای یک منبع مشترک است ($LMO \times H$ ، $LMO \times TPD$ ، $H \times TPD$)؛ تمام مدل ها برازش شدند و خصوصیات مربوط به آنها در جدول ۳ نشان داده شده است. علاوه بر این، جدول ۴ تعداد برآورد شده مرگ و میر را برای هر گروه سنی و جنسی نشان می دهد.

همانطور که در بخش قبلی توضیح داده شد، برآورد تعداد مرگ و میرها با استفاده از مدل خطی لگاریتمی انجام شد. برای تنظیم وابستگی بین منابع، شرایط حاصلضربی دوگانه (دو جزئی) در مدل های خطی لگاریتمی وارد شدند. با وجود سه منبع، هشت مدل ممکن مطرح می گردد. مدل ۱ تنها شامل سه منبع بدون هیچ شرط حاصلضربی است (LMO ، H ، TPD)، مدل های ۲ تا ۴ شامل یک شرط دو حاصلضربی هستند ($LMO \times H$ ، $LMO \times TPD$ ، $H \times TPD$) و سایر مدل ها دارای دو شرط دو حاصلضربی با یک

جدول ۳. برآورد تعداد کل آسیب های حوادث ترافیکی براساس مدل های خطی لگاریتمی، مناطق ۵ گانه غربی طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷

مدل	مدل خطی لگاریتمی	X	N	ci ۹۵٪ برای N	df	BIC	AIC	بrazش اطلاعات
۱	LMO, H, TDP	۳۳۸	۱۳۳۵	۱۲۴۵-۱۴۵۳	۲	۲۰۳	۱۷۲/۷	خوب
۲	LMO × H, TDP	۴۴۲	۱۴۵۶	۱۳۶۰-۱۵۹۲	۱	۲۰۷/۷	۱۷۱/۴	خوب
۳	LMO × TDP, H	۴۲۸	۱۴۱۸	۱۲۹۸-۱۶۰۳	۱	۱۸۳/۳	۱۴۷	خوب
۴	H × TDP, LMO	۳۴۱	۱۳۳۸	۱۲۱۷-۱۴۶۵	۱	۱۰۰/۴	۶۴/۱	خوب
۵	LMO × H, H × TDP	۲۶۳	۱۲۶۰	۱۱۰۱-۱۳۷۰	۰	۱۰۶/۸	۶۴/۴	خوب
۶	LMO × TDP, H × TDP	۱۵۶	۱۱۵۳	۱۰۶۲-۱۲۸۴	۰	۱۰۶/۸	۶۴/۴	خوب
۷	LMO × H, LMO × TDP	۸۴۴۷	۹۴۴۴	۱۰۱۴۶-۱۲۷۱۵	۱	۹۸/۸	۶۴/۵	هشدار ^d
۸	LMO × H, LMO × TDP, H × TDP	۸۱۶۸	۹۱۶۵	نامعین	۰	۱۰۶/۸	۶۴/۴	هشدار ^d

اختصارات: AIC، معیار اطلاعات آکائیک؛ BIC، معیار اطلاعات بیزی؛ CI، فاصله اطمینان؛ و df، درجه های آزادی.

$LMO \times H$ ، TPD بیانگر تعامل بین LMO و بیمارستان ها و غیره است.

X برآورد تعداد مرگ و میرهای ثبت نشده توسط هیچ منبعی

N برآورد تعداد مرگ و میرها.

هشدار^d: برازش مدل مورد اطمینان نیست (الگوریتم همگرا نشد، برآورد یک سیگمای غیر مثبت برای مدل ناهمگن نرمال یا تورش مجانبی بزرگ).

هشدار^e: ماتریس طراحی از رتبه کامل برخوردار نیست، بنابراین برخی از ضرایب مدل قابل برآورد نیستند.

مربوطه ثبت نشده اند و تعداد کل متوفیان را ۱۳۳۸ نفر برآورد کرد. میزان بروز سوانح ترافیکی منجر به مرگ و میر در مناطق مورد بررسی ۲۲/۶۳ در ۱۰۰۰۰۰ نفر با فاصله اطمینان ۹۵٪ (۲۴/۴۱ - ۲۱/۵۲) بود. این میزان توسط LMO، بیمارستانها و TPD به ترتیب ۹۵/۶۵، ۳۶/۰۶ و ۱۶/۸۵ گزارش شد.

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، مدل های ۷ و ۸ با هشدار مشخص شدند، بنابراین بیشتر مورد بررسی قرار نگرفتند. از میان شش مدل باقیمانده، مدل ۴، بر اساس AIC و BIC، به بهترین شکل داده ها را برازش کرد. این مدل برآورد کرد که ۳۴۱ مورد از متوفیان حوادث ترافیکی توسط منابع

جدول ۴: برآورد تعداد کل آسیب های حوادث ترافیکی براساس مدل های خطی لگاریتمی، بر اساس سن و جنس، مناطق ۵ گانه غربی استان

تهران طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷

گروه جنسی - سنی	حداقل AIC	BIC	X	N	cl ۹۵٪ برای N
مردان	۶۱/۲	۹۶/۲۴	۲۷۵	۱۰۲۰	۹۷۳-۱۱۴۴
زنان	۵۲/۷	۸۳/۶	۸۵	۳۳۹	۲۹۰-۴۵۶
کل			۳۶۰	۱۳۵۹	
≥ ۲۴	۵۵/۳	۸۹	۴۶	۲۸۳	۱۰۴۰-۱۱۵۰
۴۴-۲۵	۵۵/۳	۸۵/۱	۱۷۴	۵۷۲	۱۲۷۴-۱۳۹۷
۶۴-۴۵	۵۱/۷	۷۸/۴	۱۰۹	۳۲۹	۷۴۱-۸۲۸
≥ ۶۵	۴۹/۶	۷۵/۲	۲۰	۱۶۴	۶۳۰-۷۱۸
کل			۳۴۹	۱۳۴۸	

در ۱۰۰۰۰۰ نفر بود. تمام نرخ های ذکر شده به جز استان اصفهان بیشتر از آن چیزی است که در این مطالعه برآورد شده است. با استفاده از سه منبع اطلاعاتی و به کارگیری روش گیر و بازگیر، در نظر گرفتن موارد برآورد شده ای که در گزارشات از دست رفته بودند (به آنها اشاره ای نشده بود) ممکن می گردد. از طرف دیگر، ترافیک سنگین، شرایط آب و هوایی و وضعیت راه ها در مناطق غربی استان تهران ممکن است نقش مهمی در افزایش تعداد حوادث ترافیکی داشته باشد.

بالاترین میزان کامل بودن گزارشات متعلق بود به LMO (۶۵،۹۵)، بیمارستانها (۳۶،۰۶) و در نهایت TPD (۱۶،۸۵) که با نتایج سایر مطالعات سازگار است. میزان کامل بودن پایین گزارشات TPD را می توان این گونه توضیح داد که پلیس راهنمایی و رانندگی مرگ و میرهایی را که بلافاصله در سر صحنه تصادف رخ می دهد ثبت می کند، بنابراین بخش اعظم مرگ و میرهایی را که در بیمارستان ها اتفاق می افتد، از دست می دهد. با این حال، گزارشات تمام عیار و بی عیب و نقص را فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیستم/ شماره ۸۳ / زمستان ۱۳۹۹

۴. بحث

روش گیر و بازگیر، روشی است برای برآورد میزان بروز یک رویداد بر اساس درجه همپوشانی بین دو یا چند لیست. در این مطالعه حاضر، از سه لیست تهیه شده توسط LMO، بیمارستانها و TPD برای برآورد میزان مرگ و میرهای ناشی از تصادفات در مناطق ۵، ۹، ۱۰، ۲۱ و ۲۲ تهران طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ استفاده شد. نتایج نشان می دهد که تعداد تلفات تصادفات در محدوده زمانی و مکانی مورد مطالعه می توانست ۱۳۳۸ مورد با فاصله اطمینان ۹۵٪ (۱۲۱۷-۱۴۶۵) باشد که میزان بروز آن با فاصله اطمینان ۹۵٪، به ۲۲/۶۳ (۲۴/۴۱ - ۲۱/۵۲) در ۱۰۰۰۰۰ نفر می رسد. نرخ های مربوطه (در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر) در استان های مختلف ایران بدین صورت بود: ۲۸،۸ در خوزستان، ۵۱،۳ در کرمانشاه و ۲۱،۰۷ در اصفهان. علاوه بر این، در یکی از مطالعات صورت گرفته اظهار شد که میزان حوادث ترافیکی منجر به فوت در مازندران در سال های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹، ۱۳،۱۹

۵. نتیجه گیری

عدم وجود یک سیستم معتبر و قابل اعتماد برای ثبت آمار قربانیان حوادث رانندگی، وقتی که سازمان های مسئول آمارهای مختلفی را گزارش می دهند که همه آنها مغرضانه است، مشکل ساز تر خواهد بود. در این شرایط، می توان از روش گیر و بازگیر به عنوان ابزاری قدرتمند برای برآورد معتبر تعداد حوادث ترافیکی که ممکن است اتفاق افتاده و گزارش نشده باشد، بهره برد.

۶. پی نوشت ها

1. Capture-recapture method
2. Chapman estimations
3. Pairwise matching
4. Akaike information criterion (AIC)
5. Bayesian information criterion (BIC)
6. Traffic Police Department (TPD)
7. Legal Medicine Organization (LMO)

۷. منابع

- Mohan D., 2006, Road traffic injury prevention training manual. World Health Organization.
- Hook EB, Hsia MS, Regal RR., 2012, Accuracy of capture-recapture estimates of prevalence. *Epidemiol Methods*. 1 (1):1-11. doi: 10.1515/2161-962x.1000.
- Pollock KH., 1991, modeling capture, recapture, and removal statistics for estimation of demographic parameters for fish and wildlife populations: Past, present, and future. *J Am Stat Assoc*. 86 (413):225-38. doi: 10.2307/2289733.
- Seber GAF, 1992, A Review of estimating animal abundance II. *Int Stat Rev*. 60 (2):129. doi: 10.2307/1403646.
- Gimenez-Duran J, Galmes-Truyols A, Gonzalez-Cortijo T, Bosch-Isabel C, Nicolau-Riutort A, de Mateo-Ontanon S., 2014,

تنها می توان در پلیس مدینه فاضله جستجو کرد، زیرا در آن پلیس آمار قربانیان را طی یک ماه پس از تصادف ثبت می کند (در حالی که در واقعیت این گونه نیست).

برآوردهای مبتنی بر روش گیر و بازگیر، تحت چهار فرض زیر قابل اعتماد هستند. اول، جمعیت باید بسته باشد، یعنی در زمان مطالعه، هیچ تغییری نباید در اندازه یا ساختار آن ایجاد شود. در مطالعه حاضر، این فرض تقریباً صادق بود، زیرا جمعیت مطالعه متوفیان حوادث ترافیکی بودند و نه ساکنان.

دوم، احتمال ثبت شدن توسط یک منبع خاص برای همه افراد برابر باشد. تجزیه و تحلیل طبقه ای نشان داد که احتمال مذکور به جنس و سن بستگی ندارد، زیرا بعد از طبقه بندی، تغییر قابل توجهی در برآورد مشاهده نشد. در ارزیابی ناهمگونی درون منبع، باید طبقه بندی را به متغیرهای دیگری مانند نقش قربانی (راننده، مسافر یا عابر پیاده) و یا محل مرگ تعمیم داد. در این مطالعه به دلیل دسترسی محدود به اطلاعات مورد نیاز، ارزیابی ناهمگونی فقط به جنس و سن محدود شد.

سوم، منابع باید از یکدیگر مستقل باشند، به این معنی که احتمال ثبت شدن توسط یک منبع خاص نباید به ثبت شدن توسط منبع دیگری بستگی داشته باشد. تجزیه و تحلیل دو منبعی نشان داد که برآوردهای به دست آمده از TPD-H به طور قابل توجهی بالاتر از برآوردهای LMO-H و LMO-TPD بود، که نشان دهنده وجود رابطه منفی بین H و TPD و ارتباط مثبت بین LMO و H و نیز بین LMO و TPD بود. نقض این فرض مهم نیست، زیرا در مدل های خطی لگاریتمی، شرایط تعامل، عامل استقلال احتمالی بین منابع است.

چهارم، باید اطلاعات کافی در دسترس باشد تا ارتباط کاملی بین منابع برقرار شود. خوشبختانه، در این مطالعه این کار به گونه ای رضایت بخش با استفاده از متغیرهایی همچون نام، نام خانوادگی، سن، جنس و تاریخ فوت انجام شد.

- Robles SC, Marrett LD, Clarke EA, Risch HA., 1998, An application of capture-recapture methods to the estimation of completeness of cancer registration. *J Clin Epidemiol.* 41 (5):495–501. doi: 10.1016/0895-4356(88)90052-2. [PubMed: 3367181].
- International Working Group for Disease Monitoring and Forecasting, 1995, Capture-recapture and multiple-record systems estimation I: History and theoretical development. *International Working Group for Disease Monitoring and Forecasting. Am J Epidemiol.* 142 (10):1047–58. [PubMed: 7485050].
- Hook EB, Regal RR., 1995, Capture-recapture methods in epidemiology: methods and limitations. *Epidemiol Rev.* 17 (2):243–64. doi: 10.1093/oxfordjournals.epirev.a036192. [PubMed: 8654510].
- Chapman DG., 1951, some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological sample censuses. University of California Press.
- Seber GAF., 1970, The Effects of Trap Response on Tag Recapture Estimates. *Biometrics.* 26 (1):13. doi: 10.2307/2529040.
- VanHest R., 2007, Capture-recapture methods in surveillance of tuberculosis and other infectious diseases. Erasmus University Rotterdam.
- Chao A., 2001, an overview of closed capture-recapture models. *J Agric Biol Environ Stat.* 6 (2):158–75. doi: 10.1198/108571101750524670.
- Chao A, Tsay PK, Lin SH, Shau WY, Chao DY., 2001, the applications of capture-recapture models to epidemiological data. *Stat Med.* 20 (20):3123–57. doi: 10.1002/sim.996. [PubMed: 11590637].
- Estimated incidence of tuberculosis by capture-recapture in the Balearic Islands, 2010–2012. *Int J Tuberc Lung Dis.* 18 (11):1357–62. doi: 10.5588/ijtld.14.0251. [PubMed: 25299871].
- Hernandez-Martin A, Garcia-Doval I, Aranegui B, de Unamuno P, Rodriguez-Pazos L, Gonzalez-Ensenat MA, et al., 2012, Prevalence of autosomal recessive congenital ichthyosis: a population-based study using the capture-recapture method in Spain. *J Am Acad Dermatol.* 67 (2):240–4. doi: 10.1016/j.jaad.2011.07.033. [PubMed: 22000705].
- Preux PM, Druet-Cabanac M, Couratier P, Debrock C, Truong T, Marcharia W, et al., 2000, Estimation of the amyotrophic lateral sclerosis incidence by capture-recapture method in the Limousin region of France. *J Clin Epidemiol.* 53 (10):1025–9. doi: 10.1016/S0895-4356(00)00212-2. [PubMed: 11027935].
- Tilling K, Sterne JA, Wolfe CD, 2001, Estimation of the incidence of stroke using a capture-recapture model including covariates. *Int J Epidemiol.* 30 (6):1351–9. Discussion 1359–60. doi: 10.1093/ije/30.6.1351. [PubMed: 11821345].
- Jansson A, Arneborn M, Ekdahl K., 2005, Sensitivity of the Swedish statutory surveillance system for communicable diseases 1998–2002, assessed by the capture-recapture method. *Epidemiol Infect.* 133 (3):401–7. doi: 10.1017/S0950268804003632. [PubMed: 15962546].
- Roberts I, Scragg R., 1994, Application of capture-recapture methodology to estimate the completeness of child injury surveillance. *J Paediatr Child Health.* 30 (6):513–4. doi: 10.1111/j.1440-1754.1994.tb00723.x. [PubMed: 7865264].

Public Health Inst Public Health Res. 5 (2):61–72.

- Abegaz T, Berhane Y, Worku A, Assrat A, Assefa A., 2014, Road traffic deaths and injuries are under-reported in Ethiopia: a capture-recapture method. PLoS One. 9 (7). e103001. doi: 10.1371/journal.pone.0103001. [PubMed: 25054440].

- Evans MA, Bonett DG., 1994, Bias reduction for multiple-recapture estimators of closed population size. Biometrics. 50 (2):388–95. doi: 10.2307/2533382. [PubMed: 8068839].

- Hook EB, Regal RR., 2000, Accuracy of alternative approaches to capture-recapture estimates of disease frequency: internal validity analysis of data from five sources. Am J Epidemiol. 152 (8):771–9. doi:10.1093/aje/152.8.771. [PubMed: 11052556].

- Hashemi Nazari SS, Kazemian M, Hosseini F., 2011, Trend of five years traffic accident mortality in Khuzestan province (2006-2010) [In Persian]. Sci J Forensic Med. 17 (2):123–9.

- Izadi N, Najafi F, Khosravi A., 2014, Estimation of mortality and calculated years of lost life from road traffic injuries [In Persian]. J Mazandaran Univ Med Sci. 24 (112):51–8.

- Maracy MR, Tabar Isfahani, M., 2013, the burden of road traffic injuries in Isfahan, Iran in 2010 [In Persian]. J Kerman Univ Med Sci. 20 (5):505–19.

- Yazdani Cherati J, Ahmadi Baseri E, Ghadami M., 2013, Mapping of mortality rate in suburban accidents, Mazandaran Province, 2007-2010 [In Persian]. J Mazandaran Univ Med Sci. 22 (97):50–8.

- Khorasani-Zavareh D, Bigdeli M, Hatami H, Meshkini A, Mohammadi R., 2014, Application of mark-recapture to evaluate preventive road traffic injury policy. J Inj Violence Res. 6 (2):97–8. doi: 10.5249/jivr.v6i2.479. [PubMed: 24284811].

- Motevalian SA, Mahmoodi M, Majdzadeh R., 2007, Estimation of death due to road traffic injuries in Kerman district: application of capture-recapture method [In Persian]. J Sch