Archive of SID

کاربرد آزمونهای آماری در تشخیص خطای انتشار در فرا تحلیل اثرات ایمنی نمونه موردی: فرا تحلیل اثرات طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری

سیداحسان سیدابریشمی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
ارسطو کریمی (مسئول مکاتبات)، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
E-mail: arastoo.kk@gmail.com

دریافت: ۹۱/۰۸/۰۶ پذیرش: ۹۱/۰۹/۲۶

چکیده

در سالهای اخیر استفاده از مرور نظام‌مند[1] که شامل فرا تحلیل[2] می‌شود، در علوم مختلف از جمله ایمنی ترافیک رشد چشمگیری داشته است.

فرا تحلیل، روشی برای خلاصه‌سازی و برآورد تخمین کلی از مطالعاتی است که به بررسی اثر اصلاحات انجام گرفته در ایمنی ترافیک می‌پردازد. یکی از مهم ترین خطاهای موجود در روش فراتحلیل، خطای انتشار[3] است، که ناشی از عدم انتشار مطالعات عموماً کوچک و دارای تاثیر غیر قابل انتظار است. نمودار قیفی[4] یک ابزار بصری برای تشخیص خطای انتشار است، اگرچه ارزیابی چشمی نمودار قیفی به تحلیلگر در دستیابی به فهمی از طبیعت داده‌ها کمک می‌کند اما مطلوبست که برای کاهش ارزیابیهای ذهنی در تشخیص خطای انتشار، از آزمونهای آماری استفاده گردد. این مقاله به معرفی و تشریح دو آزمون آماری روش همبستگی رتبه‌بندی[5] و روش رگرسیون خطی[6]، در تشخیص خطای انتشار در فرا تحلیل اثرات ایمنی بر اساس نمودار قیفی می‌پردازد. به عنوان نمونه موردی، فرا تحلیل اثرات ایمنی طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری انجام گرفت، این مطالعه به دلیل عدم بررسی خطای انتشار و تفاوت بین نتایج ارایه شده در ادبیات پیشین دارای اهمیت است. این مطالعه موردی در برگیرنده اطلاعات ۴۶ مطالعه است که به بررسی تاثیر طرحهای آرام‌سازی ترافیک پرداخته‌اند. فراتحلیل انجام گرفته به ترتیب بیانگر کاهشهای ۱۵، ۱۷ و ۱۴ درصدی، به طور میانگین در شمار تصادفات جرحی، غیر جرحی و کل تصادفات بعد از اعمال اصلاحات آرام‌سازی ترافیک است. آزمونهای آماری، عدم وجود خطای انتشار را در مطالعات ارزیابی شده نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: خطای انتشار، روش همبستگی رتبه‌بندی، روش رگرسیون خطی، ایمنی ترافیک، آرام‌سازی ترافیک شهری

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

فراتحلیل به صورت گسترده برای ترکیب نتایج به دست آمده از مطالعات ارزیابی ایمنی ترافیک و خلاصه‌سازی یافته‌ها برای تخمین کلی از اثر، استفاده می شود [Elvik and Høye, 2010]. فرا تحلیل دارای بعضی از محدودیتهای مرور ادبیات استاندارد نیست، از این رو توانایی پژوهشگران را در ترکیب آماری نتایج تعداد زیادی مطالعه و همچنین پیوند نتایج متناقض، بهبود می‌دهد [Caird et al., 2008]. برای داشتن تخمین اثرهایی عاری از خطا، فرا تحلیل باید شامل تمام مطالعات انجام گرفته برای ارزیابی اقدام ایمنی ترافیک باشد [Elvik and Høye, 2010]، عدم در نظر گیری تمامی مطالعات انجام گرفته منجر به خطای انتشار می‌شود، که می‌تواند به دلایلی چون طراحی و اجرای ضعیف مطالعات، شامل اندازه نمونه و روش گزارش‌دهی داده‌ها [Thornton and Lee, 2000]، تأخیر زمانی، زبان، عدم پذیرش توسط مجلات، نمایه‌سازی پایگاه‌های داده، میزان استناد و برجستگی‌های عمومی باشد و حتی این عدم انتشار می‌تواند وابسته به جهت و قدرت یافته‌های علمی نیز باشد [Møller and Jennions, 2001].

یکی از روشهای تشخیص خطای انتشار استفاده از نمودار قیفی است. نمودار قیفی به عنوان بخشی از فراتحلیل توسط لایت و پیلمر [Light and Pillemer, 1984] معرفی شد. نمودار قیفی بر این حقیقت استوار است که وزن آماری مطالعه با افزایش اندازه نمونه آن افزایش می‌یابد. بنابراین مطالعات با اندازه نمونه کوچک، به صورت گسترده در پایین نمودار پراکنده می‌شوند و مطالعات با اندازه نمونه بزرگ تر در قسمت بالای نمودار و نزدیک به میانگین اثر هستند. در نبود هیچ‌گونه خطایی، نمودار شبیه به یک قیف بر عکس می‌شود و در صورت وجود خطا نمودار قیفی به صورت غیر متقارن در می‌آید [Elvik, 2001, Elvik and Høye, 2010, Hannah Rothstein et al., 2005]. خطای انتشار تنها یکی از تفسیرهای ممکن برای عدم تقارن نمودار قیفی است. فهرستی از دیگر منابع خطا که عدم تقارن نمودار قیفی را به دنبال دارد توسط اِگِر و همکاران [Egger et al., 1997] بیان شده است، اما مهم ترین خطای ممکن در مبحث مطالعات قبل و بعد ایمنی ترافیک با استفاده از آمار تصادف، خطای انتشار است. اگرچه ارزیابی چشمی نمودار قیفی به تحلیلگر در دستیابی به فهمی از طبیعت داده‌ها کمک می‌کند اما مطلوبست که برای کمتر کردن ارزیابیهای ذهنی از تقارن نمودار قیفی، از آزمونهای آماری استفاده شود، در این مقاله از روش همبستگی رتبه-بندی بِگ و مازومدار [Begg and Mazumdar, 1994] و روش رگرسیون خطی اِگر و همکاران [Egger et al., 1997] استفاده شده است. برای تشخیص خطای انتشار، آزمونهای آماری دارای کاربرد گسترده در علوم مختلف هستند، با این حال در زمینه ایمنی ترافیک به ندرت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. وجود خطای انتشار در بسیاری از فرا تحلیلهای انجام گرفته در ایمنی ترافیک با استفاده از آزمونهای آماری مورد ارزیابی قرار نگرفته است، بنابراین به نظر می‌رسد اعتبار سنجی آماری تخمین اثرهای ارایه شده لازم است. در این مقاله آزمونهای آماری که در علم آمار کاربرد داشته‌اند، ولی تاکنون در ایمنی ترافیک استفاده نشده‌اند، برای آزمون خطای انتشار فرا تحلیل ایمنی پیشنهاد شده اند. آزمونهای پیشنهادی برای فراتحلیل اثرات ایمنی طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری مورد استفاده قرار گرفته است. نوآوری دیگر این مقاله جمع‌آوری اطلاعات در ٤٦ مطالعه در مورد اثرات طرحهای آرام سازی است. برای به دست آوردن تخمین کلی اثر طرحهای آرام‌سازی از روش فرا تحلیل استفاده و صحت تخمین‌ها با استفاده از آزمونهای آماری پیشنهادی بررسی شده است. بنابراین این مقاله دارای دو فرضیه اساسی است، ۱) روش رگرسیون خطی و روش همبستگی رتبه‌بندی، قابلیت استفاده برای تشخیص خطای انتشار در مطالعات فرا تحلیل اثرات ایمنی را دارند ،۲) طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری باعث کاهش تصادفات اعم از جرحی و خسارتی می‌شوند. از جمله محدودیتهایی که می‌توان به آن اشاره کرد، عدم دسترسی به تمامی مطالعاتی که به بررسی اثر اصلاحات آرام‌سازی ترافیک پرداخته‌اند می‌باشد، این محدودیت یکی از دلایلی است که ضرورت بررسی خطای انتشار را موجب می‌شود. آرام‌سازی ترافیک شهری اولین بار در اروپا و دهه ۱۹۷۰ میلادی

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان تلاشی برای کاهش عوارض جانبی و بازسازی مجدد کیفیت زیست محیطی خیابانهای شهری بکار گرفته شد [Hidas et al., 1998]. آرام‌سازی ترافیک شامل راهکارهایی برای بهبود ایمنی و افزایش کیفیت زندگی با کاهش سرعت وسایل نقلیه و قطع حجم ترافیک عبوری از خیابانها یا شبکه‌های خیابان است [Ahn and Rakha, 2009]. در بعضی از کشورها این روشها در طراحی شهری فضاهای عمومی مشارکت داده می‌شوند. معمولاً، برنامه‌های محدودیت ترافیکی قسمتی از طرح کلی برای حمل و نقل و محیط زیست است [García et al., 2011]. طرحهای آرام سازی ترافیک عموماً در مناطق مسکونی شهرهای بزرگ، به ویژه در مناطق قدیمی که در مجاورت مراکز تجاری واقع شده‌اند اجرا می‌شوند. شبکه‌های خیابانی در این مناطق اغلب بر اساس عملکردهای حمل و نقلی هر خیابان متمایز نشده‌اند و بعضی از این خیابانها حجم ترافیکی بیش از مقدار طراحی شده را از خود عبور می‌دهند که منجر به انتقال حجم ترافیک به خیابان‌های مسکونی به خصوص در ساعت اوج می‌شود [Elvik, 2001]، که این امر می‌تواند موجب مشکلات زیست محیطی و افزایش نرخ تصادفات در مناطق مسکونی شود.

در ادامه این مقاله در بخش ۲ خلاصه‌ای از مطالعات پیشین و نمونه موردی بیان شده است. در بخش ۳، به معرفی روش فراتحلیل و چگونگی ادغام نتایج مطالعات مختلف در این روش پرداخته شده است. بخش ٤ شامل تشریح آزمونهای آماری پیشنهادی است، در ادامه این آزمونها در تشخیص خطای انتشار در فرا تحلیل اثر طرحهای آماری سازی مورد استفاده قرار گرفته است. در بخش ۵ بعد از اطمینان از عدم وجود خطای انتشار در مطالعات مورد بررسی، تخمین کلی از اثر طرحهای آرام سازی با استفاده از روش فرا تحلیل که در بخش ۳ تشریح گردید، به دست آمده و نتایج مطالعات پیشین مقایسه شده است.

۲. خلاصه‌ای از مطالعات پیشین

الویک [Elvik, 2001] و بُن و همکاران [Bunn et al., 2003] به ترتیب با بررسی ۳۳ و ۱۱ مطالعه، تأثیر طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری را با استفاده از روش فراتحلیل ارزیابی کرده‌اند. در هر دو مقاله از مطالعات قبل و بعد استفاده شده است، با این تفاوت که در مطالعه بُن و همکاران [Bunn et al., 2003]، تمامی مطالعاتی که بررسی شده‌اند دارای گروه مقایسه هستند، گروههای مقایسه به مناطقی اطلاق می‌شود که در آنها اصلاحات ایمنی مورد انتظار انجام نگرفته است و مشابه با منطقه اصلاح شده هستند. مطالعات ارزیابی شده در این دو مقاله تقریباً دارای همپوشانی نیستند و تنها در ۲ مطالعه دارای اشتراک هستند. الویک [Elvik, 2001] میزان کاهش تصادفات جرحی با اعمال طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری را تقریباً ۱۵٪ و بُن و همکاران [Bunn et al., 2003] این مقدار را ۱۱٪ تخمین زده‌اند. در هیچ یک از این دو مقاله وجود خطای انتشار با استفاده آزمونهای آماری مورد بررسی قرار نگرفته است. با توجه به عدم در نظر گرفتن تمامی مطالعات انجام گرفته و نبود بررسی آماری وجود خطای انتشار و همچنین اختلاف بین تخمین‌های ارایه شده، اعتبار تخمینهای انجام گرفته مورد سؤال قرار می‌گیرد. در این مقاله جهت افزایش دقت تخمین‌های ارایه شده از تمامی مطالعات ارزیابی شده در دو مقاله ذکر شده استفاده شده و همچنین ٤ مطالعه دیگر (Webster and Layfield, 2007]، [Agustsson, 2001]، [Papaioannou et al., 2000]، [Engel and Thomsen, 1992]) به مطالعات پیشین اضافه شده است.

همه مطالعات، نسخه‌ای از طرح مطالعاتی قبل و بعد را شامل می‌شوند. هر مطالعه شامل یک یا چند نتیجه است که به صورت تعداد تصادفات بیان شده است. در مطالعات شامل گروه مقایسه، که شامل مناطقی علاوه بر منطقه آرام سازی ترافیک هستند، هر نسبت اثر۷ با رابطه (۱) تعریف می‌شود.

(۱)

$$\text{نسبت اثر} = \frac{\dfrac{\text{تعداد تصادفات بعد از آرام سازی در منطقه مطالعه}}{\text{تعداد تصادفات قبل از آرام سازی در منطقه مطالعه}}}{\dfrac{\text{تعداد تصادفات بعد از آرام سازی در گروه مقایسه}}{\text{تعداد تصادفات قبل از آرام سازی در گروه مقایسه}}} = \frac{\frac{A}{B}}{\frac{C}{D}}$$

در مطالعاتی که شامل گروه مقایسه نیستند، نسبت اثر برابر با صورت کسر رابطه (۱) است. اگر نسبت اثر کمتر از ۱/۰ باشد،

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت ایمنی بهبود یافته است. اگر برابر با ۰/۱ باشد، در وضعیت ایمنی تغییری حاصل نشده است و در صورتی که بیشتر از ۰/۱ باشد، وضعیت ایمنی بدتر شده است. جزئیات ٤ مطالعه اضافه شده ، اعم از نوع تصادفات مورد بررسی و تعداد آنها در جدول ۱ آورده شده است.

۳. تحلیل آماری اندازه‌های اثر [۸] در فرا تحلیل

فراتحلیل روش آماری است که برای خلاصه‌سازی نتایج گروهی از مطالعات فردی به صورت نظام‌مند و با بکارگیری اندازه اثر متداول استفاده می شود [Phillips et al., 2011]. اندازه اثرهای متنوعی برای استفاده در فرا تحلیل وجود دارد که از آن جمله می‌توان به اختلاف میانگین استاندارد شده[۹]، ضریب همبستگی[۱۰] و لگاریتم نسبت اثر اشاره کرد. وقتی مطلوبیت مورد نظر اختلاف نرخهای وقوع یک پدیده (تصادفات) بین دو گروه باشد، در روش فرا تحلیل برای اندازه‌های اثر از لگاریتم نسبت اثر استفاده می‌شود [Pigott, 2012]. به هر اثر یک وزن آماری مطابق با رابطه (۲) که برابر با معکوس واریانس آن است اختصاص داده می‌شود. واریانس لگاریتم نسبت اثر از رابطه (۳) به‌دست می‌آید [Elvik, 2001] .

$$w_i = \frac{1}{v_i} \qquad (۲)$$

$$v_i = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D} \qquad (۳)$$

که در آن:

w_i: وزن آماری اندازه اثر، v_i: واریانس لگاریتم نسبت اثر (واریانس نمونه‌گیری[۱۱])

A: تعداد تصادفات بعد در منطقه مطالعه، B: تعداد تصادفات بعد در منطقه مطالعه،

C: تعداد تصادفات بعد در گروه مقایسه، D: تعداد تصادفات قبل

جدول ۱. جزئیات مطالعات مورد بررسی

نام مطالعه	نوع تصادف	تعداد تصادفات بعد از آرام‌سازی در منطقه مورد مطالعه	تعداد تصادفات قبل از آرام‌سازی در منطقه مورد مطالعه	تعداد تصادفات بعد از آرام‌سازی در گروه مقایسه	تعداد تصادفات قبل از آرام‌سازی در گروه مقایسه
وبستر و لایفیلد [Webster and Layfield, 2007]	جرحی	۳۳۲	۱۸۸	٦۰۲۲	۵۸۰۰
	کل تصادفات	۳۸۷	۲۰۸	۷۰۱۲	٦۸۱۱
آگاستسون [Agustsson, 2001]	کل تصادفات	۱٦	۱	۳۱۰	۱۵۸
پاپایونو و همکاران [Papaioannou et al., 2000]	کل تصادفات	۸٦	۸۷	–	–
		۲۱۱	۲۰٦	–	–
		۱۲٦	۹۲	–	–
		۳۸	۲۲	–	–
		۱۹۵	۱۹۰	–	–
اِنگل و همکاران [Engel and Thomsen, 1992]	جرحی	٤۰	۱۳	۱۹	۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

در گروه مقایسه،

دو روش برای ترکیب اندازه‌های اثر در فراتحلیل وجود دارد که شامل مدل اثرات ثابت[12] و مدل اثرات تصادفی[13] است. در مدل اثرات ثابت فرض بر این است که واریانس بین اندازه‌های اثر می‌تواند تنها با استفاده از خطای نمونه‌گیری[14] توضیح داده شود و دارای انحراف نظام‌مند نیستند، به عبارتی تحلیلگر، استنتاج را تنها بر پایه مطالعات جمع‌آوری شده انجام می‌دهد. در مدل اثرات تصادفی فرض می‌شود اندازه اثر، یک متغیر تصادفی دارای توزیع نرمال با میانگین θ و واریانس τ^2 است [Pigott, 2012]. بنابراین واریانس مدل اثرات تصادفی از دو جزء واریانس نمونه‌گیری(v_i) و واریانس بین مطالعات(τ^2) تشکیل شده است و مطابق رابطه (٤) است.

$$v_i^* = \tau^2 + v_i \qquad (٤)$$

برای تعیین مدل مورد استفاده در فراتحلیل از آزمون آماری همگنی[15] استفاده می‌شود و فرض می‌شود آماره آزمون (Q) که مطابق رابطه (٥) است از توزیع مربع کای (χ^2) با درجه آزادی g-١ پیروی کند [Shadish and Haddock, 1994].

$$Q = \sum_{i=1}^{g} w_i y_i^2 - \left[\left(\sum_{i=1}^{g} w_i y_i \right) \Big/ \sum_{i=1}^{g} w_i \right] \qquad (٥)$$

که در آن:

Q : آماره آزمون همگنی، g : تعداد اندازه اثرهای ترکیب شده، w_i: وزن آماری هر اندازه اثر در مدل اثرات ثابت، y_i : لگاریتم اندازه اثر،

برای بدست آوردن تخمینی از τ^2 می‌توان از رابطه (٦) استفاده کرد [Pigott, 2012].

$$\tau^2 = \frac{Q - (g-1)}{C} \qquad (٦)$$

C یک برآورد کننده است که از رابطه (٧) به دست می‌آید و در نهایت وزن آماری اندازه‌های اثر در مدل اثرات تصادفی مطابق با رابطه (٨) به دست می‌آید.

$$C = \sum_{i=1}^{g} w_i - \left[\sum_{i=1}^{g} w_i^2 \Big/ \sum_{i=1}^{g} w_i \right] \qquad (٧)$$

$$w_i^* = \frac{1}{v_i^*} \qquad (٨)$$

که در آن:

w_i^*: وزن آماری اندازه‌های اثر در مدل اثرات تصادفی،

v_i^*: واریانس در مدل اثرات تصادفی

پس از بدست آمدن وزن آماری با استفاده از یکی از مدل‌ها اثرات ثابت یا تصادفی، میانگین وزنی اثر بر پایه مجموعه اندازه‌های اثر از رابطه (٩) و بازه اطمینان ٩٥٪ برای تخمین میانگین وزنی اثر مطابق با رابطه (١٠) به‌دست می‌آید.

$$\bar{y}\% = \exp\left(\sum_{i=1}^{g} w_i y_i \Big/ \sum_{i=1}^{g} w_i \right) \qquad (٩)$$

$$95\%CI = \exp\left[\left(\sum_{i=1}^{g} w_i y_i \Big/ \sum_{i=1}^{g} w_i \right) \pm 1.96 \Big/ \sqrt{\sum_{i=1}^{g} w_i} \right] \qquad (١٠)$$

که در آن:

$\bar{y}$٪: میانگین وزنی اثر، CI٪٩٥: بازه اطمینان ٩٥٪ برای تخمین میانگین وزنی اثر

٤. کاربرد آزمونهای آماری پیشنهادی در فرا تحلیل اثر طرح‌ها آرام‌سازی

آزمونهای آماری پیشنهاد شده بر پایه نمودار قیفی بوده و تقارن و عدم تقارن نمودار قیفی را مورد آزمون قرار می‌دهند. در صورت متقارن بودن نمودار قیفی، وجود خطای انتشار را می‌توان رد کرد. شکلهای ١، ٢ و ٣ نمودار قیفی اثرات طرحهای آرام سازی ترافیک شهری را به ترتیب برای تصادفات جرحی، غیر جرحی و کل تصادفات نشان می‌دهد. در رسم نمودار قیفی از نتایج مدل اثرات ثابت استفاده می‌شود. بعد افقی در نمودار قیفی نشان دهنده اندازه اثر است که تغییر نسبی در تعداد تصادفات را بیان می‌کند، مقادیر بزرگ‌تر از ١ بیانگر افزایش و مقادیر کوچک‌تر از ١ بیانگر کاهش در شمار تصادفات است. بعد قائم می‌تواند شامل واریانس نمونه‌گیری، انحراف معیار استاندارد، معکوس واریانس، معکوس انحراف معیار استاندارد و همچنین اندازه نمونه یا لگاریتم آن باشد [Hannah Rothstein et al., 2005]. در این مقاله برای رسم نمودار قیفی از معکوس واریانس (وزن آماری اثر)

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شده است. میانگین وزنی اثر بر پایه وزن‌های آماری برآورد کلی مناسبی از گرایش اصلی یافته‌های مطالعات را نشان می‌دهد. نقاط در این نمودارها بیانگر یک مطالعه یا یکی از نتایج مطالعه است. این نقاط واریانس قابل توجهی در اندازه‌های اثر را در نشان می‌دهند، اما شکل قیف وارونه را در تمامی شکلها تقریباً تداعی می-کنند و دارای تقارن نسبی هستند، اما قضاوت صریحی در این مورد نمی‌توان انجام داد و می‌بایست برای این منظور از آزمونهای آماری استفاده کرد.

a. روش همبستگی رتبه‌بندی

در این مقاله از روش همبستگی رتبه‌بندی بِگ و مازومدار [Begg and Mazumdar, 1994] برای بررسی تقارن نمودار قیفی (عدم وجود خطای انتشار) در فرا تحلیل اثرات طرحهای آرام سازی ترافیک شهری استفاده شده است.

مشخصات کلی آزمون:

(فرضیه صفر) H۰: وجود تقارن در نمودار قیفی

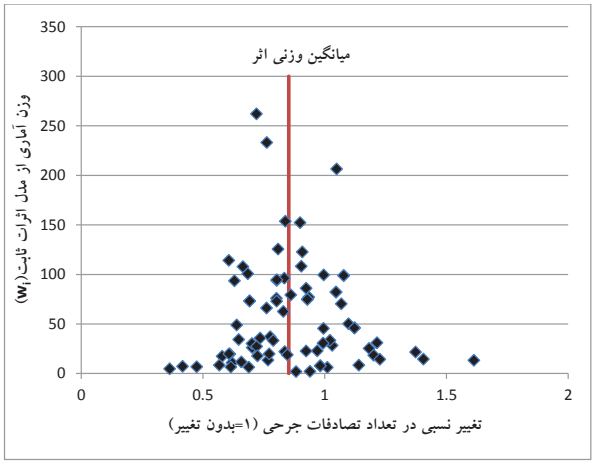
(فرضیه جایگزین) H۱: عدم وجود تقارن در نمودار قیفی

توزیع آماره آزمون: توزیع نرمال

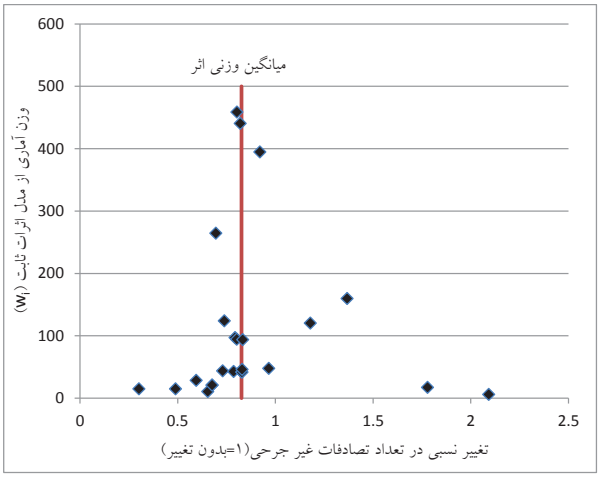
این آزمون وابستگی بین اندازه‌های اثر و واریانس نمونه آن‌ها را بررسی می‌کند. اولین مرحله در اجرای این روش پایدار کردن واریانس‌ها با استخراج اندازه‌های موثر استاندارد[۱۶] $\{y_i'\}$ است که با رابطه (۱۱) انجام می‌گیرد.

$$y_i' = (y_i - \overline{y}) \Big/ \sqrt{v_i'} \qquad (۱۱)$$

$$\overline{y} = \sum_{i=1}^{g} w_i y_i \Big/ \sum_{i=1}^{g} w_i \qquad (۱۲)$$



شکل ۱. نمودار قیفی برای اثرات طرحهای آرام‌سازی بر تصادفات جرحی



شکل ۲. نمودار قیفی برای اثرات تصادفات غیر جرحی

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳. نمودار قیفی برای اثرات کل تصادفات ترافیکی

که y_i اندازه اثر (برای مثال انحراف معیار استاندارد یا لگاریتم نسبت اثر) برای مطالعه iام، $\bar{y}$ تخمین معمول در مدل اثرات ثابت و $v_i' = v_i - (\sum_{i=1}^{q} w_i)^{-1}$ که واریانس $(y_i - \bar{y})$ است.

آزمون بر پایه استخراج همبستگی رتبه‌بندی بین y_i' و v_i' و بر پایه مقایسه رتبه‌های دو کمیت است. رتبه‌ها مقادیر مرتب شده است، برای مثال بزرگ‌ترین مقدار y_i' رتبه ۱، بزرگ‌ترین مقدار بعدی رتبه ۲ را خواهد گرفت و به همین ترتیب برای دیگر مقادیر این کار انجام می‌گیرد. در صورتی که g مطالعه وجود داشته باشد $g(g-1)/2$ جفت مطالعه وجود خواهد داشت. برای مطالعات i و j، جفت‌های (y_i', v_i') و (y_j', v_j') هم‌نوا خوانده می‌شوند. اگر اختلاف رتبه‌های آنها در یک جهت باشد، یعنی هر دو رتبه y_i' و v_i' برای مطالعه i کمتر از رتبه‌های مربوطه برای مطالعه j است یا هر دو بزرگ‌تر باشد. در غیر این صورت مطالعات را غیر هم‌نوا گویند. در صورت وجود m جفت مطالعه هم‌نوا و n جفت مطالعه غیر هم‌نوا، آماره آزمون که دارای توزیع نرمال است از رابطه (۱۳) به دست می‌آید.

$$z = \frac{m-n}{\sqrt{g(g-1)(2g+5)/18}} \qquad (۱۳)$$

مرسوم است که مقادیر معنی‌داری دو طرفه[۱۷] آزمون گزارش شود. مقادیر معنی‌داری در واقع مقدار یک آزمون آماری احتمالی است که میزان سازگاری داده‌های نمونه را با فرض صفر اندازه می‌گیرد یا به عبارتی میزان پشتیبانی داده‌ها از H۰ در مقابل H۱ را بیان می‌کند. برای سطح اطمینان α=۰/۰۵ در صورتی مقادیر معنی‌داری از α=۰/۰۵ بزرگ‌تر باشند H۰ را نمی‌توان رد کرد. در صورتی که مقادیر معنی‌داری کوچک‌تر از α باشند H۰ رد شده و H۱ پذیرفته می‌شود. در شکل ٤ مفاهیم فوق نشان داده شده است.

b. روش رگرسیون خطی

آزمون آماری پیشنهادی دیگر روش رگرسیون خطی اِگر و همکاران [Egger et al., 1997] است، که انحراف نرمال استاندارد z_i (تعریف شده به صورت $z_i = y_i / s_i$، s_i انحراف معیار نمونه‌گیری) در مقابل دقت آن (تعریف شده به صورت $perc_i = 1/s_i$) را برازش می‌کند. رابطه برازش شده به صورت رابطه (۱٤) است.

$$E[z_i] = \beta_0 + \beta_1 perc_i \qquad (۱٤)$$

که در آن:

$E[z_i]$: مقادیر مورد انتظار z_i

مشخصات کلی آزمون

(فرضیه صفر) H۰: $\beta_0 = 0$

(فرضیه جایگزین) H۱: $\beta_0 \neq 0$

توزیع آماره آزمون: توزیع t

www.SID.ir

Archive of SID

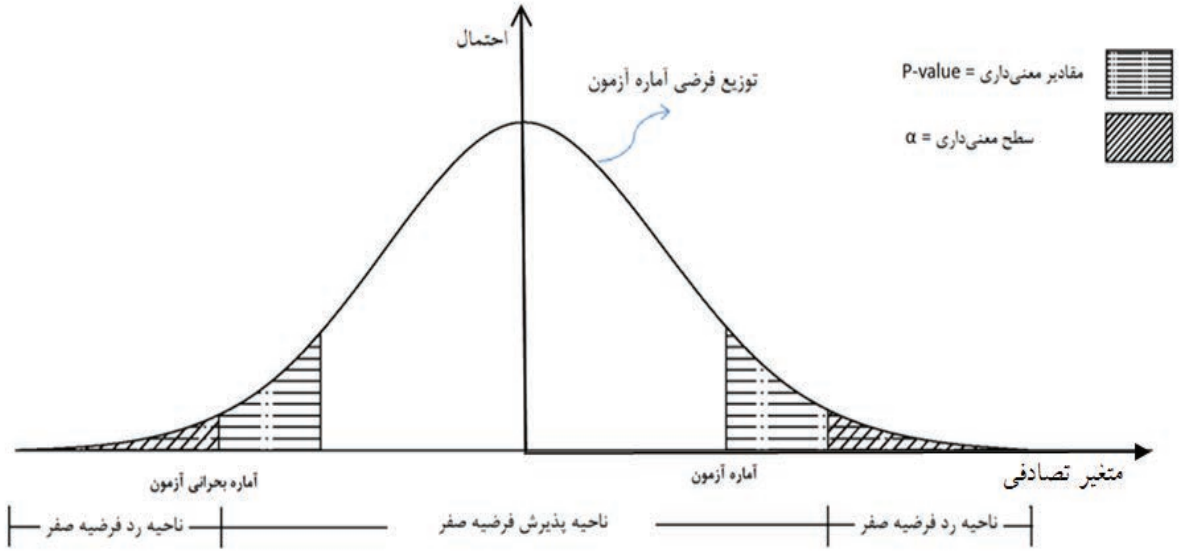
در صورت نبود عدم تقارن در نموداری قیفی، نقاط در نمودار z_i در مقابل $perc_i$ در حول خط برازش شده به گونه‌ای پراکنده شده‌اند که در آن β_0 از لحاظ آماری ارزش صفر دارد، یا به عبارتی در آزمون t آن فرضیه صفر را نمی‌تواند رد کرد. β_1 بیان‌گر شیب خط برازش شده است و اندازه و جهت اثر را نشان می‌دهد، انحراف بیشتر β_0 از مقدار صفر بیان‌گر عدم تقارن بیشتر است. بنابراین آزمون فرضیه صفر ($\beta_0 = 0$) در مقابل فرضیه جایگزین ($\beta_0 \neq 0$) انجام می‌گیرد و مقادیر معنی‌داری دو طرفه آن گزارش می‌شود. در جدول ۲ خروجی‌های مدل رگرسیون خلاصه شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیر به دست آمده برای β_0 کوچک بوده و با توجه به این که مقادیر t متناظر با آن‌ها در ناحیه پذیرش فرضیه صفر ($-t_{critical} < t < t_{critical}$) قرار دارند، این ضرایب از نظر آماری معنی‌دار نبوده و دارای ارزش صفر هستند یا به عبارتی فرضیه صفر را نمی‌توان رد کرد. ضرایب β_1 در تمامی منحنی‌های برازش شده منفی است که نمایانگر کاهش در شمار تصادفات برای انواع تصادفات است.

در جدول ۳ نتایج آماری روش رگرسیون خطی در کنار روش همبستگی رتبه‌بندی نشان داده شده است که در α=۰/۰۵، فرض‌های صفر در هیچ یک از دو روش را نمی‌توان رد کرد، بنابراین نمودارهای قیفی متقارن بوده و ارزیابی انجام گرفته عاری از خطای انتشار است.

۵. نتایج فراتحلیل اثر طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری بر اساس مدل تحلیل اثرات تصادفی

در بخش ٤ وجود خطای انتشار در فرا تحلیل اثر طرحهای آرام‌سازی ترافیک شهری بررسی گردید و نتایج آزمونهای پیشنهادی عدم وجود خطای انتشار را گزارش دادند. با توجه به عدم وجود خطای انتشار می‌توان فرا تحلیل اثرات ایمنی را با اطمینان بیشتر از صحت تخمین‌های ارایه شده توسط آن انجام داد.

جدول ٤ میزان تغییرات در تعداد تصادفات را بر حسب شدت تصادفات و مقادیر آماره‌های آزمون که برای تعیین نوع مدل(اثرات ثابت یا اثرات تصادفی) استفاده شده، را نشان می‌دهد. با توجه به وجود واریانس زیاد و انحراف نظام‌مند موجود در بین مطالعات مدل اثرات تصادفی انتخاب شد. به عنوان نمونه تصادفات جرحی در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌تواند کاهشی در گستره ۱۱ تا ۱۹ درصد را دارا باشد که بهترین تخمین ارایه شده برای تصادفات جرحی ۱۵- است که این



شکل ٤. مفاهیم آزمون آماری دو طرفه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار بیانگر کاهش ۱۵ درصدی در شمار تصادفات جرحی است. این مقادیر همچنین با نتایج حاصل از روش اثرات ثابت و نتایج مطالعات فرا تحلیل الویک [Elvik, 2001] و بُن و همکاران [Bunn et al., 2003]، در جدول ۵ مقایسه شده‌اند. تمامی نتایج در جدول ٤ و جدول ۵ از نظر آماری در سطح معنی‌داری ۵٪ هستند.

همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، اثرات میانگین برای هر دو مدل اثرات ثابت و تصادفی بسیار شبیه یکدیگرند، اما بازه‌های اطمینان برای اثر میانگین به طور قابل ملاحظه‌ای در مدل اثرات تصادفی بزرگ‌تر از مدل اثرات ثابت است. این امر نشانگر این واقعیت است که مدل اثرات تصادفی واریانس بین مطالعات را نیز در نظر می‌گیرد، در حالی که مدل اثرات ثابت تنها برای انحراف متغیر در اثرات در هر مطالعه است یا به عبارتی تنها واریانس نمونه‌گیری را در نظر می‌گیرد. تخمینهای ارایه شده به نتایج الویک [Elvik, 2001] نزدیک‌تر بوده اما به طور کلی میزان کاهش کمتری را نشان می‌دهد. نتایج بُن و همکاران [Bunn et al., 2003] تفاوت بیشتری با نتایج ارایه شده را نشان می‌دهند که این می‌تواند به دلیل وجود خطای انتشار به واسطه در نظر گیری تعداد کمی از مطالعات باشد.

٦. نتیجه‌گیری

خطای انتشار یکی از مشکلات عمده در بسیاری از حوزه‌های ارزیابی تحقیق است که ناشی از عدم انتشار مطالعات اغلب کوچک و دارای تأثیر غیر قابل انتظار است. در اکثر مطالعاتی که به ارزیابی اقدامات ایمنی ترافیک پرداخته‌اند، هیچ آزمونی برای عدم وجود خطای انتشار گزارش نشده است. در این مقاله، وجود خطای انتشار در مطالعات ارزیابی ایمنی ترافیک با استفاده از آزمونهای آماری روش همبستگی رتبه‌بندی و روش رگرسیون خطی، که بر پایه نمودار قیفی بنا نهاده شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان نمونه موردی فراتحلیل اثر طرحهای آرام سازی ترافیک شهری انجام شد. در این آزمونهای آماری در صورت عدم وجود خطای انتشار، فرض می‌شود داده‌ها در نمودار قیفی در اطراف میانگین وزنی اثر و به صورت متقارن پراکنده شده‌اند. عدم تقارن در نمودار قیفی مبین وجود خطای انتشار است.

جدول ۲. نتایج روش رگرسیون خطی

نوع تصادف	$t_{critical}$	خروجی مدل رگرسیون	β_0	β_1
تصادفات جرحی	۱/۹۹۱	ضرایب	۰/۰٤۸	−۰/۱۷۲
		t	۰/۱۲۹	−۳/٤۵۲
تصادفات غیر جرحی	۲/۰٦۹	ضرایب	−۰/٤۰٦	−۰/۱۳۵
		t	−۰/٤۷۱	−۱/٦٤۲
کل تصادفات	۲/۰۳۲	ضرایب	−۰/۱٦۵	−۰/۱۳۳
		t	−۰/۲۰۳	−۱/۸۱۸

جدول ۳. نتایج آزمونهای پیشنهادی در بررسی خطای انتشار در فرا تحلیل اثر طرحهای آرام‌سازی

آزمون	نوع تصادف	آماره آزمون	P-value دو طرفه
روش همبستگی رتبه‌بندی	تصادفات جرحی	Z= -۰/٦۷۷	۰/۵۰۲
	تصادفات غیر جرحی	Z= -۱/۰٤۹	۰/۷۰٦
	کل تصادفات	Z= -۰/٦۸۲	۰/۵۰۵
روش رگرسیون خطی	تصادفات جرحی	t= ۰/۱۲۹	۰/۱۰۲
	تصادفات غیر جرحی	t= −۰/٤۷۱	۰/۳٦۳
	کل تصادفات	t=−۰/۲۰۳	۰/۱٦

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤. نتایج ارزیابی مطالعات بر حسب شدت جراحت

آزمون	نوع تصادف	آماره آزمون	P-value دو طرفه
روش همبستگی رتبه‌بندی	تصادفات جرحی	Z= -۰/٦٧٧	۰/۵۰۲
	تصادفات غیر جرحی	Z= -۱/۰٤۹	۰/۷۰٦
	کل تصادفات	Z= -۰/٦۸۲	۰/۵۰۵
روش رگرسیون خطی	تصادفات جرحی	t= ۰/۱۲۹	۰/۱۰۲
	تصادفات غیر جرحی	t= −۰/٤۷۱	۰/۳٦۳
	کل تصادفات	t=−۰/۲۰۳	۰/۱٦

جدول ۵. مقایسه میزان تغییرات ناشی از اثر طرحهای آرام سازی در شمار تصادفات و بازه تغییرات در سطح اطمینان ۹۵٪

نوع تصادف	مدل مورد استفاده	میزان تغییرات در شمار تصادفات	
		بهترین تخمین(درصد)	**بازه اطمینان ٪۹۵**
تصادفات جرحی	g-۱=۷۷, α=۰/۰۵ Q =۱٦۱/۵۱> χ^2_c =۹۸ مدل اثرات تصادفی پذیرفته می‌شود.	−۱۵	(−۱۹ ، −۱۱)
تصادفات غیر جرحی	g-۱=۲۳, α=۰/۰۵ Q =۱۱۰/۱۹> χ^2_c =۳۵/۲ مدل اثرات تصادفی پذیرفته می‌شود.	−۱۷	(−۲۷ ، −۹)
کل تصادفات	g-۱=۳٤, α=۰/۰۵ Q =۱۷۵/۳٤> χ^2_c =٤۹ مدل اثرات تصادفی پذیرفته می‌شود.	−۱٤	(−۲۱ ، −۷)

فراتحلیل انجام گرفته بر روی مطالعات ارزیابی طرحهای آرام سازی ترافیک شهری، به ترتیب بیانگر کاهشهای ۱۵، ۱۷ و ۱٤ درصدی در شمار تصادفات جرحی، غیر جرحی و کل تصادفات است. نتایج به طور قابل ملاحظه‌ای در بین مطالعات ارزیابی شده دارای انحراف نظام‌مند بود که با بکارگیری مدل اثرات تصادفی، این نقیصه بر طرف شد. مجموعه مطالعات بر حسب شدتهای مختلف تصادفات برای بررسی خطای انتشار مورد ارزیابی قرار گرفتند که هیچ یک از دو روش همبستگی رتبه‌بندی و رگرسیون خطی عدم تقارن در نمودار قیفی و در نتیجه وجود خطای انتشار را گزارش نکردند. دیگر فراتحلیل-های اثر اقدامات ایمنی، برای اطمینان از عدم وجود خطای انتشار بایستی مورد بررسی قرار گیرند. در صورت وجود خطای انتشار، می‌توان با اضافه کردن مطالعات بیشتر یا استفاده از روش‌های آماری که قابلیت حذف خطای انتشار را دارا می‌باشند، این مطالعات را اصلاح کرد.

۷. پی نوشتها

1- Systematic review
2- Meta-analysis
3- Publication bias
4- Funnel plot
5- Rank correlation method
6- Linear regression method
7- Odds ratio
8- Effect sizes
9- Standardized mean difference
10- Correlation coefficient

www.SID.ir

Archive of SID

11- Sampling variance
12- Fixed effects model
13- Random effects model
14- Sampling error
15- Homogeneity
16- Standardized effect sizes
17- P-value

۸. مراجع

- Agustsson, L. (2001) "Danish experiences with speed zones/variable speed limits". Proceedings of the Conference Traffic Safety on Three Continents: International Conference (Vti Konferens), Moscow, Russia.

- Ahn, K. and Rakha, H. (2009) "A field evaluation case study of the environmental and energy impacts of traffic calming." Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 14, NO.6, pp. 411-424.

- Begg, C. B. and Mazumdar, M. (1994) "Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias." Biometrics, Vol. 50, pp. 1088–1101.

- Bunn, F., Collier, T., Frost, C., Ker, K., Roberts, I. and Wentz, R. (2003) "Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis." Injury Prevention, Vol. 9, NO.3, pp. 200-204.

- Caird, J. K., Willness, C. R., Steel, P. and Scialfa, C. (2008) "A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance." Accident Analysis & Prevention, Vol. 40, NO.4, pp. 1282-93.

- Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M. and Minder, C. (1997) "Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test." British Medical Journal, Vol. 315, pp. 629–634.

- Elvik, R. (2001) "Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects", Accident Analysis & Prevention, Vol. 33, NO.3, pp. 327-336.

- Elvik, R. and Høye, A. (2010) "Publication bias in road safety evaluation", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2147, NO.1, pp. 1-8.

- Engel, U. and Thomsen, L. K. (1992) "Safety effects of speed reducing measures in danish residential areas." Accident Analysis & Prevention, Vol. 24, NO.1, pp. 17-28.

- García, A., Torres, A. J., Romero, M. A. and Moreno, A. T. (2011) "Traffic microsimulation study to evaluate the effect of type and spacing of traffic calming devices on capacity", Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 16, pp. 270-281.

- - Hidas, P., Weerasekera, K. and Dunne, M. (1998) "Negative effects of mid-block speed control devices and their importance in the overall impact of traffic calming on the environment." Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 3, NO.1, pp. 41-50.

- Light, R. J. and Pillemer, D. B. (1984) "Summing Up ", The Science of Reviewing Research. Harvard University Press, Cambridge, MA.

- Møller, A. P. and Jennions, M. D. (2001) "Testing and adjusting for publication bias." Trends in Ecology & Evolution, Vol. 16, NO.10, pp. 580-586.

- Papaioannou, P., Basbas, S., Mintsis, G. and Taxiltaris, C. (2000) "Evaluation of traffic calming measures in Thessaloniki Metropolitan Area". 5th World Conferenceon Injury prevention and Control, International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic Safety Concepts in Traffic Safety,, New Delhi, India,.

- Phillips, R. O., Ulleberg, P. and Vaa, T. (2011) "Meta-analysis of the effect of road safety campaigns on accidents." Accid Anal Prev, Vol. 43, NO.3, pp. 1204-18.

- Pigott, T. D. (2012) "Advances in Meta-Analysis", Chicago, Springer.

- Shadish, W. R. and Haddock, C. K. (1994) "Combining estimates of effect size, The Handbook of Research Synthesis ", New York, Russell Sage Foundation.

- Rothstein, Hannah R, Sutton, Alexander J. and Borenstein, Michael(Editor) (2005) "Publication bias in

www.SID.ir

Archive of SID

meta-analysis : prevention, assessment and adjustments “, John Wiley & Sons Ltd.

- Thornton, A. and Lee, P. (2000). “Publication bias in meta-analysis: its causes and consequences”, Journal of Clinical Epidemiology, Vol. 53, NO.2, pp. 207-216.

- Webster, D. and Layfield, R. (2007) “Review of 20 mph zones in London Boroughs. TRL Published Project Report PPR243.

www.SID.ir