

روش ارزیابی اثر اقدامات ایمن سازی مبتنی بر آمار تصادفات جرحی

محمود صفارزاده^۱، سید احسان سید ابریشمی^۲، سینا صاحبی^۳

(از صفحه ۸۵ تا ۱۰۴)

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۴

چکیده

مطالعه قبل و بعد یکی از روش‌های ارزیابی اثرات اقدامات ایمن سازی به شمار می‌رود. در این روش ارزیابی معمولاً از شاخص تعداد تصادفات برای مقایسه شرایط قبل و بعد از اجرای اقدام ایمن سازی استفاده می‌شود. بدین ترتیب ارائه روشی برای ارزیابی اثر اقدام ایمن سازی بر سهم تصادفات منجر به جرح، در مواردی که هدف از ایمن سازی، کاهش تصادفات منجر به جرح است، ضرورت می‌یابد. مهم‌ترین بخش مطالعات قبل و بعد پیش بینی تصادفات با فرض عدم اجرای اقدام ایمن سازی است. در این پیش بینی بایستی، تغییرات تأثیرگذار بر شاخص‌های پیش بینی در گذر زمان لحاظ شود. در این مطالعه ضریب اصلاحی مبتنی بر آمار کل تصادفات برای پیش بینی مناسب تعداد تصادفات در دوره بعد از اجرای اقدام پیشنهاد شده است. این ضریب در یک مطالعه موردی برای اثر سنجی تأثیر بستن کمر بند بر تعداد تصادفات منجر به جرح کشور کویت به کار گرفته شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که به کارگیری این ضریب اصلاحی اثر قابل انتظار بستن کمر بند را به دست می‌دهد.

کلید واژه‌ها

مطالعه قبل و بعد، اقدامات ایمن سازی، تصادف منجر به جرح، پیش بینی

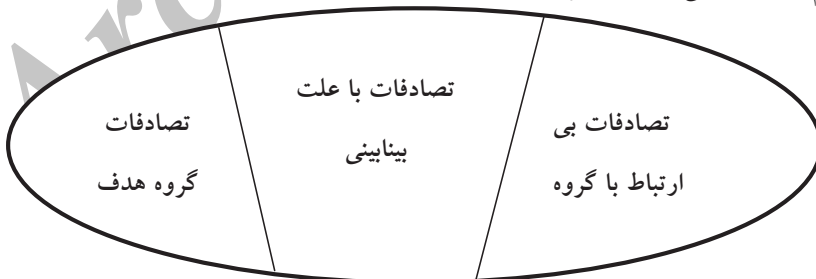
۱. استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس

۲. استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول: sinasahebi@gmail.com)

مقدمه

مطالعات ایمنی در قالب دو رویکرد ارزیابی اقدامات ایمن سازی و ارزیابی شاخص ایمنی راه مطرح می‌شوند. ارزیابی اقدامات ایمن سازی راه امکان بررسی تأثیر تغییرات پیشنهادی در زمینه افزایش ایمنی را مورد بررسی قرار می‌دهد و توجیه فنی یا اقتصادی قوی‌تری در رد یا پذیرش طرح پیشنهادی ارائه می‌دهد. ارزیابی اقدامات ایمن سازی به روش‌های گوناگونی از جمله تحلیل هزینه-منفعت^۱، مقطع عرضی^۲، مطالعات قبل و بعد^۳، تحلیل متا و ... انجام می‌شود. از جمله بهترین این روش‌ها مطالعات قبل و بعد است. به طور کلی، مطالعات قبل و بعد روشی است که برای سنجش اثر اقدامی خاص استفاده می‌شود. استفاده از مطالعات قبل و بعد در ارزیابی ایمنی راه، منجر به سنجش تأثیرات به کارگیری گزینه‌های مختلف ارتقای ایمنی بر شاخص ایمنی می‌شود. مطالعات قبل و بعد برای بررسی اثر یک اقدام بر ایمنی نهادی^۴ از شبکه حمل و نقل استفاده می‌شود. همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، در هر مطالعه قبل و بعد ایمنی، تصادفات در هر نهاد به سه دسته؛ تصادفات گروه هدف، تصادفات بی ارتباط با گروه هدف و تصادفات با علت بینابینی تقسیم می‌شوند. تصادفات گروه هدف ارتباطی آشکار با اقدام مورد ارزیابی دارند. تصادفات گروه بی ارتباط با گروه هدف به طور قطع با اقدام مورد ارزیابی ارتباطی ندارند و تصادفات با علت بینابینی شامل تصادفاتی می‌شوند که نمی‌توان به صراحت در مورد ارتباطشان با اقدام مورد ارزیابی قضاوت کرد.



نمودار: تقسیم تصادفات هر نهاد

1. Cost-benefit
2. Cross sectional
3. Before After Study
4. Entity or element of network

هر مطالعه قبل و بعد برای ارزیابی میزان اثرگذاری اقدام بر شمار تصادفات بر محاسبه دو رکن

اساسی استوار است:

رکن ۱- پیش بینی^۱ (π) شمار تصادفاتی است که برای دوره بعد از اقدام با فرض اینکه اقدامی

انجام نگرفته است، پیش بینی می شود.

رکن ۲- تخمین^۲ (λ) شمار تصادفاتی است که بعد از اقدام رخ داده است.

پس از محاسبه پیش بینی و تخمین، شاخص میزان کاهش^۳ و شاخص اثرگذاری^۴ دو کمیت

ارزیابی کننده میزان اثرگذاری اقدام بر ایمنی، با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه می شوند:

$$\delta = \pi - \lambda \quad (1)$$

در این رابطه δ بیانگر شاخص میزان کاهش است (هیور، ۱۹۹۷).

$$\theta = \lambda / \pi \quad (2)$$

و در این رابطه δ بیانگر شاخص اثرگذاری است. چنانچه این شاخص کمتر از یک بود ($\theta > 1$),

آنگاه اقدام مفید بوده است و چنانچه شاخص بزرگتر از یک بود ($\theta < 1$), اقدام مضر بوده است.

پس از محاسبه کمیت‌های مبین میزان اثرگذاری اقدام، دقت محاسبه اندازه گیری می شود. از

آنجایی که متغیرهای مورد استفاده همگی تخمینی از متغیرهای تصادفی تصادفات بوده‌اند، واریانس

تخمین آنها به عنوان شاخص کنترل انحراف محاسبه می شود. از فرض معمول، توزیع پواسون برای

تصادفات استفاده می شود. با فرض توزیع پواسون (واریانس توزیع برابر میانگین آن است) و مستقل

بودن تخمین و پیش بینی، می توان نوشت:

$$\hat{\delta} = \hat{\pi} - \hat{\lambda} \quad (3)$$

$$\text{var}(\hat{\delta}) = \text{Var}(\hat{\pi}) + \text{Var}(\hat{\lambda}) \quad (4)$$

1. Prediction
2. Estimation
3. Reduction
4. Ratio or Index of Effectiveness

از آنجایی که شاخص اثرگذاری (θ) حاصل تقسیم دو متغیر تصادفی است، بایستی برای پیشگیری از انحراف از رابطه ۵ استفاده شود:

$$\theta^* = (\pi/\lambda) / [1 + \frac{\text{Var}\hat{\pi}}{\pi^2}] \quad (5)$$

در این رابطه بیانگر شاخص اثرگذاری اصلاح شده است. واریانس و شاخص اثرگذاری از رابطه ۶ محاسبه می شود (ژیروی و همکاران، ۲۰۰۹).

$$\text{Var}(\hat{\theta}) = \frac{\theta^2 [\frac{\text{Var}(\hat{\pi})}{\pi^2} + \frac{\text{Var}(\hat{\lambda})}{\lambda^2}]}{[1 + \frac{\text{Var}(\hat{\pi})}{\pi^2}]^2} \quad (6)$$

در این مطالعه اثر اقدام ایمن سازی بر سهم تصادفات منجر به جرح مورد ارزیابی قرار می گیرد. به طور کلی، رویکردهای مورد استفاده در مطالعه قبل و بعد برای ارزیابی میزان اثرگذاری اقدام بر شمار تصادفات بدون استفاده از گروه مقایسه شامل دو رویکرد ارزیابی شمار تصادفات با استفاده صرف از داده‌های گروه هدف و ارزیابی شمار تصادفات به روش ساده می شود. می توان اثر اقدام ایمن سازی بر سهم تصادفات منجر به جرح را با استفاده از دو رویکردهای مطرح شده به شرح زیر مورد ارزیابی قرار داد:

رویکرد اول: ارزیابی اقدام ایمن سازی با استفاده صرف از داده‌های تصادفات

در این رویکرد به سه طریق می توان با توجه به داده‌های دوره قبل، پیش بینی را محاسبه کرد:
روش اول: فرض می شود پیش بینی، برابر با آخرین شمار تصادفات قبل از اقدام باشد.
روش دوم: فرض می شود پیش بینی، برابر متوسط شمار تصادفات در دوره قبل از اجرای قانون باشد.
روش سوم: فرض می شود پیش بینی، برابر نتیجه حاصل از برون یابی داده‌های دوره‌های قبل باشد (هیور^۲، ۱۹۹۷).

1. Zhirui et al
 2. Hauer

رویکرد دوم: ارزیابی اقدام ایمن سازی به روش ساده^۱

در این رویکرد، بایستی قبل از اقدام به انجام مطالعه قبل و بعد، طراحی مطالعه با هدف یافتن حداقل داده‌های موجود در دوره قبل به عنوان شرط لازم برای استفاده از روش مطالعه قبل و بعد انجام شود. حداقل داده‌های موجود در دوره قبل با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (همان منبع).

$$\sum \kappa(j) = \frac{\theta}{\sigma^2(\theta)} r_d \quad (7)$$

که در این رابطه پارامترها به شرح زیر تعریف می‌شوند:

$\sum \kappa(i)$: حداقل مجموع تصادفات در دوره قبل از انجام اقدام برای نهاد J .

r_d : نسبت شمار سال‌های دوره قبل به شمار سال‌های دوره بعد.

θ : شاخص اثرگذاری.

δ, π : انحراف از معیار شاخص اثرگذاری.

این روش ساده‌ترین نوع مطالعات قبل و بعد است که در آن تغییرات به وجود آمده در سایر ویژگی‌های ترافیکی (مانند حجم تردد) در گذر زمان از قبل به بعد از اقدام را در نظر گرفته نمی‌شود. برخی محققان پیشنهاد می‌دهند در هر مطالعه قبل و بعد، مشابه آنچه در روش قبل و بعد روی می‌دهد، بایستی حجم ترافیک دوره قبل با حجم ترافیک دوره بعد برابر باشد. در این روش علاوه بر ترافیک، وضعیت آب و هوا، رفتار راننده، اثر سایر اقدامات و مشابه بودن نهادها در نظر گرفته نمی‌شود. افزون بر این روش قبل و بعد ساده به علت معایبی از قبیل عدم استقلال بروز تصادفات در بازه‌های زمانی و مکانی و عدم لحاظ روند شمار تصادفات اغلب منجر به نتایج غیر دقیق می‌شود (جین و شن^۳). به همین دلیل، محققان به به‌کارگیری روش توسعه یافته، برخی از مشکلات روش ساده را مرتفع ساخته‌اند. معمولاً در رویکرد دوم به دلیل آشنایی با مفاهیم اصلی

1. Naive before-after study
2. Ratio of duration
3. Gan and Shen

مطالعه، عدم اطلاع از نحوه تغییر بعضی از متغیرها و عدم اطلاع از بعضی متغیرها، ابتدا با روش ساده شروع می‌شود.

در روش توسعه یافته روش ساده، اثر عامل ترافیک به عنوان عامل مؤثر بر شمار تصادفات، که قابل اندازه گیری هستند، با اعمال ضریب r_{tf} دیده می‌شود. این ضریب با استفاده از رابطه ۸ محاسبه می‌شود محاسبه می‌شود:

$$\widehat{r}_{tf} = \frac{\widehat{A}_{avg}}{\widehat{B}_{avg}} \quad (8)$$

که در این رابطه، \widehat{r}_{tf} ضریب نشان دهنده اثر ترافیک، \widehat{A}_{avg} متوسط ترافیک در دوره بعد از اقدام و \widehat{B}_{avg} متوسط ترافیک در دوره بعد از اقدام است (هیور، ۱۹۹۷). در نهایت پیش بینی با استفاده از رابطه ۹ محاسبه می‌شود:

$$\widehat{\pi} = r_d \widehat{r}_{tf} K \quad (9)$$

که در این رابطه K شمار تصادفات دوره قبل است و همان‌طور که قبلاً ذکر شد، r_d نسبت شمار سال‌های دوره قبل به شمار سال‌های دوره بعد است.

داده‌های بیانگر حجم ترافیک یا شمار تخلفات ثبت شده، هر یک می‌توانند به عنوان یک عامل اثرگذار بر تصادفات منجر به جرح مورد بررسی قرار گیرند، اما روشی که در این مقاله برای یافتن اثر اقدام بر سهم تصادفات منجر به جرح پیشنهاد می‌شود، در نظر گرفتن اثر کل تصادفات بر تصادفات منجر به جرح است.

یکی از ایرادهای اساسی وارد بر روش مطالعه قبل و بعد، بروز خطای رگرسیون به متوسط است که در اثر اتخاذ تصمیم به اقدام، در پی افزایش شاخص ایمنی مورد ارزیابی در نهاد، به وجود می‌آید. به عبارت دیگر، در مکان‌های با تعداد تصادفات زیاد، تمایل به کاهش برخورد بدون هیچ گونه اقدام جهت ارتقا و برعکس وجود دارد (کانسیل و پرسود، ۲۰۰۵). برای پیشگیری از بروز این مشکل بایستی از شاخصی استفاده شود که با خود اقدام درون‌زایی نداشته باشد، اما بر پدیده

مورد بررسی بسیار اثرگذار باشد (هیور، ۱۹۹۷).

روش پیشنهادی

روش‌های مطرح در مطالعات قبل و بعد برای ارزیابی اثر اقدامات ایمن سازی، به اثر سنجی با استفاده از شاخص شمار تصادفات معطوف است. بدین ترتیب، ارائه روشی برای ارزیابی اثر اقدام ایمن سازی بر سهم تصادفات منجر به جرح، در مواردی که هدف از ایمن سازی، کاهش تصادفات منجر به جرح است، ضرورت می‌یابد. در روش پیشنهادی مطالعه قبل و بعد، روابط به طور خاص برای بررسی اثر اقدام بر سهم تصادفات منجر به جرح صورت بندی شده‌اند. عاملی که مبین اثرگذاری زمان بر پیش بینی در نظر گرفته می‌شود، بایستی قابلیت توصیف بیشتری نسبت به سایر گزینه‌ها داشته باشد. در این مقاله افزایش شمار کل تصادفات، به عنوان عامل اثرگذار بر شمار تصادفات منجر به جرح در طی زمان یا به عبارت دیگر عامل توصیف کننده نقش گذر زمان در پیش بینی شمار تصادفات دوره بعد، در نظر گرفته شده است. پر واضح است که افزایش شمار کل تصادفات ارتباطی تنگاتنگ با شمار تصادفات منجر به جرح دارد و به نوعی می‌توان عواملی نظیر رشد ترافیک، جمعیت، تخلفات و نظایر هم را به عنوان عوامل اثرگذار بر خود عامل افزایش شمار کل تصادفات در نظر گرفت. استفاده هم‌زمان از این عوامل موجب درون‌زایی و خطای آماری می‌شود. بنابراین برخلاف مشکل اساسی بسیاری از مطالعات قبل و بعد، شاخص مورد استفاده در روش پیشنهادی، با خود اقدام درون‌زایی^۱ ندارد اما بر پدیده مورد بررسی بسیار اثرگذار است. در این روش اثر مجموع تعداد تصادفات با اعمال ضریب r_{aac} در نظر گرفته می‌شود. این ضریب با استفاده از رابطه ۱۰ محاسبه می‌شود:

$$\widehat{r_{aac}} = \frac{\widehat{A_{aac}}}{\widehat{B_{aac}}} \quad (10)$$

در نهایت تخمین و پیش بینی با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$\hat{\pi} = r_d \widehat{r_{aac}} I \quad (11)$$

$$\hat{\lambda} = J \quad (12)$$

که در این روابط:

$\widehat{r_{aac}}$: ضریب نشان دهنده اثر کل تصادفات.

$\widehat{A_{aac}}$: تخمین مجموع تعداد تصادفات بعد از اقدام.

$\widehat{B_{aac}}$: تخمین مجموع تعداد تصادفات قبل از اقدام.

I : شمار تصادفات منجر به جرح دوره قبل از اقدام.

$\hat{\pi}$: پیش بینی شمار تصادفات منجر به جرح.

J : شمار تصادفات منجر به جرح در دوره بعد از اقدام.

$\hat{\lambda}$: تخمین شمار تصادفات منجر به جرح در دوره بعد از اقدام.

تعریف می شوند. به این ترتیب، شاخص های میزان کاهش و اثرگذاری برای ارزیابی اثر اقدام بر سهم تصادفات منجر به جرح محاسبه می شوند.

نمونه موردی: اثر اقدام اجباری کردن بستن کمربند بر سهم تصادفات منجر به جرح در کشور کویت

مطابق گزارش وضعیت جهانی ایمنی راه^۲ در سال ۲۰۰۹، سالانه نزدیک به ۱/۳ میلیون نفر در حوادث جاده ای جان خود را از دست می دهند و بین ۲۰ تا ۵۰ میلیون نفر نیز مجروح می شوند. تصادفات جاده ای در آمریکا به مهم ترین عامل مرگ افراد ۵ الی ۲۰ ساله تبدیل شده است (مورفی و همکاران^۳، ۲۰۱۲). تحقیقات نشان می دهند، اعمال قانون اجباری کردن بستن کمربند، به طور قابل توجهی تصادفات منجر به جرح را کاهش می دهند (پرن و همکاران، ۲۰۰۴). تجربه در کشورهای

1. Ratio of all accident

2. Global Status Report on Road Safety

3. Murphy et al

صنعتی نشان داده است که استفاده از کمربندهای یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای کاهش مرگ و میر تصادف جاده‌ای است (اونز^۱، ۱۹۹۶) و (گرین^۲، ۱۹۹۴) همچنین مطالعات نشان داده است که وقتی یک تصادف جاده‌ای رخ می‌دهد، استفاده از کمربند مانع از بروز انواع خاصی از آسیب به سرنشینان وسیله نقلیه، یا کاهش شدت آنها می‌شود (شیباتا و فوکودا^۳، ۱۹۹۴). در سال ۱۹۹۴ که قانون اجباری شدن بستن کمربند ایمنی تصویب شد، تعدادی آسیب‌ها و مرگ و میر ناشی از تصادف به ترتیب ۹/۴ و ۰/۷ درصد نسبت به سال ۱۹۹۳ کاهش یافت (کوشکی و همکاران^۴، ۲۰۰۳).

مهم‌ترین مسئله‌ای که امروزه در زمینه مطالعات کمربند مطرح است، تحلیل منفعت حاصل از این اقدام است (آبی و همکاران^۵، ۲۰۱۲) که این امر بدون بررسی میزان اثر گذاری این اقدام امکان پذیر نمی‌باشد. ارزیابی میزان اثرگذاری اقدام اجباری کردن بستن کمر بند امر ساده‌ای نیست زیرا ممکن است راننده استفاده کننده از کمربند با درک احساس امنیت بیشتر رفتار رانندگی پرخطر تری را از خود نشان دهد (دلایرنت^۶، ۲۰۰۸). در این شرایط مطالعات قبل و بعد قدرت کم اثر ساختن خطاهای آمار ناشی از این پدیده را بیش از سایر روش‌ها دارد.

در مطالعه موردی از داده‌های به کار برده شده در یک پروژه تحقیقاتی انجام شده به منظور بررسی اثر استفاده از کمربند در نوع و فراوانی صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای در کویت استفاده شده است (کوشکی و همکاران، ۲۰۰۳). در این مقاله از داده‌های مذکور به عنوان نمونه موردی استفاده از روش پیشنهادی برای ارزیابی اقدام ایمن سازی بر سهم تصادفات منجر به جرح استفاده شده است. این امر به این دلیل صورت گرفت که مطالعه موردی در این کشور به خوبی موید رابطه علت و معلولی مورد انتظار حاصل از ارزیابی اقدام ایمن سازی بوده است. به طوری که در ادامه تشریح خواهد شد آمار تصادفات کشور کویت با روش‌های پیشنهادی پیشین، منجر به نتیجه نه چندان قابل انتظار می‌شود، در حالی که با استفاده از روش پیشنهادی می‌توان به نتیجه قابل انتظار و

1. Evans
2. Green
3. Shibata and Fukudu
4. Koushki et al
5. Abay et al

مورد انتظار رسید. بنابراین، این مطالعه موردی گواهی بر کارایی روش پیشنهادی است. تعداد تصادفات جاده‌ای منجر به جرح و تعداد کل تصادفات جاده‌ای، برای سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۹۷ بر اساس آمار سالانه سازمان آمار مدیریت ترافیک وزارت داخله کویت در جدول ۱ ارائه شده است. داده‌های سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۳ مربوط به دوره قبل و داده‌های مربوط به سال‌های ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۷ به دوره بعد مربوط می‌شود. با توجه به اشغال کویت توسط ارتش عراق در طول سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۹۱، داده‌های مربوط به این سال‌ها گم شده و در جدول شماره ۱ موجود نیست. اما با توجه به اینکه شاخص مورد استفاده در روش پیشنهادی، اثر مجموع تصادفات را در محاسبه وارد می‌کند، عدم وجود این داده‌ها تأثیری در ارزیابی شاخص اثرگذاری نخواهد داشت و این نکته را می‌توان به عنوان یکی از نقاط قوت روش پیشنهادی دانست، که در واقع یکی از دلایل استفاده از این داده‌ها در این پژوهش است.

جدول ۱: شمار تصادفات منجر به جرح در سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۹۷ در کویت (کوشکی و همکاران، ۲۰۰۳).

سال	شماره سال	تعداد کل تصادفات	تصادفات منجر به جرح
۱۹۸۸	۱	۱۸۳۷۸	۲۵۷۵
۱۹۸۹	۲	۲۰۳۸۴	۲۹۶۶
۱۹۹۲	۵	۱۶۰۱۷	۲۰۲۱
۱۹۹۳	۶	۱۹۷۸۵	۲۰۱۸
۱۹۹۴	۷	۲۱۶۹۷	۱۸۲۸
۱۹۹۵	۸	۲۴۰۴۵	۱۹۷۱
۱۹۹۶	۹	۲۴۹۱۵	۱۸۸۰
۱۹۹۷	۱۰	۲۶۴۲۶	۱۶۸۱

یافته‌های رویکرد اول: ارزیابی شمار تصادفات منجر به جرح با استفاده صرف از داده‌های تصادفات

همان‌طور که ذکر شد، در این رویکرد به سه طریق می‌توان شمار تصادفات منجر به جرح در

دوره بعد از اقدام یا پیش بینی را محاسبه کرد. جدول ۲ نتایج این سه روش را نشان می دهد. همان طور که در قبل هم اشاره شد، در روش اول فرض می شود پیش بینی، برابر با آخرین شمار تصادفات قبل از اقدام باشد. در روش دوم فرض می شود پیش بینی، برابر متوسط شمار تصادفات در دوره قبل از اجرای قانون باشد و در روش سوم فرض می شود پیش بینی، برابر نتیجه حاصل از برون یابی داده های دوره های قبل باشد.

جدول ۲: پیش بینی شمار تصادفات منجر به جرح با استفاده از رویکرد اول مطالعات قبل و بعد

پیش بینی تصادفات (π)	روش سوم	سال	روش دوم	روش اول
	۲۰۱۸	۲۳۹۳		۱۸۱۷
۱۶۵۱				۱۹۹۵
۱۴۸۶				۱۹۹۶
۱۳۲۱				۱۹۹۷

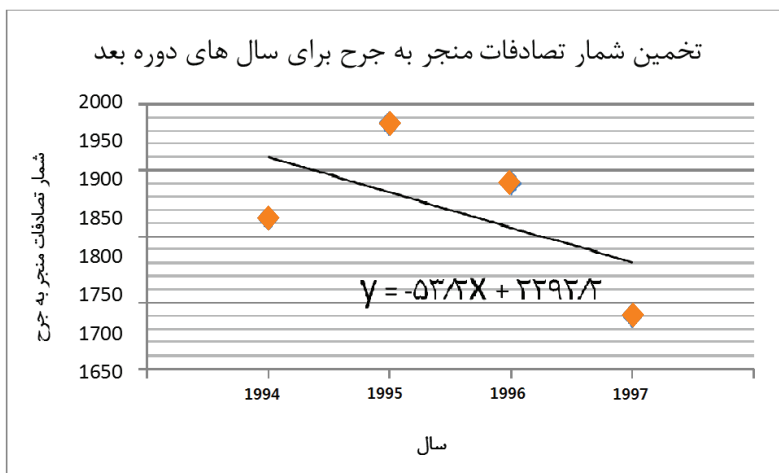
نمودار ۲ حاصل از برون یابی داده های سال های ۱۹۸۸-۱۹۹۳ برای پیش بینی تصادفات سال های ۱۹۹۴-۱۹۹۷ را نشان می دهد. این برون یابی با استفاده از مدل رگرسیون خطی صورت گرفت.



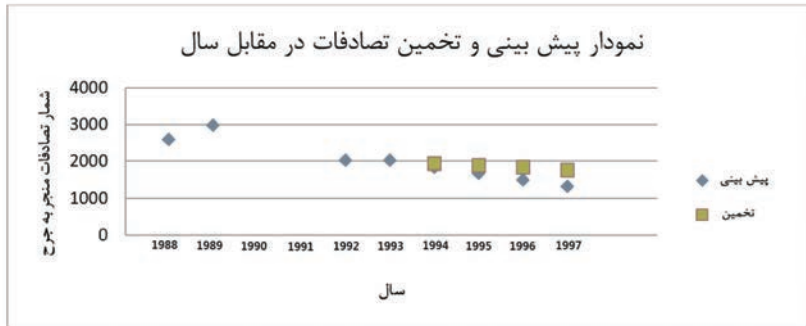
نمودار ۲: نمودار حاصل از برون یابی داده های دوره قبل از اقدام

در روش سوم قابلیت ارائه پیش بینی تفکیک شده بر اساس سال‌های دوره بعد از اقدام، دیده شده است. بنابراین نتایج حاصل از این روش مبنای ادامه روند محاسبات در رویکرد اول قرار می‌گیرد. در ادامه محاسبات مقادیر پیش بینی با تعداد تصادفات منجر به جرح به وقوع پیوسته در دوره بعد از اقدام مقایسه شوند. اما از آنجایی که شمار تصادفات منجر به جرح پدیده‌ای تصادفی است، بهتر است از داده‌های تصادفات بعد استفاده نشود، بلکه تخمینی از آن را مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب، برای تخمین تعداد تصادفات منجر به جرح به وقوع پیوسته در سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۹۷، از مدل رگرسیون خطی استفاده شده است که نمودار حاصل از این مدل رگرسیون خطی در نمودار ۳ نشان داده شده است.

نمودار ۴ مقادیر تخمین و پیش بینی حاصل از محاسبات را به صورت هم‌زمان در مقابل سال‌های بعد از اقدام نشان می‌دهد. در این شکل نقاط مربع مربوط به تخمین و نقاط لوزی شکل مربوط به پیش بینی اند.



شکل ۳- نمودار تخمین شمار تصادفات منجر به جرح در دوره بعد



نمودار ۴: مقایسه تخمین و پیش بینی تصادفات منجر به جرح

جدول ۳ مقادیر شاخص میزان کاهش و مقادیر واریانس و انحراف معیار نظیر آنها را ارائه

می دهد.

جدول ۳: مقادیر میزان کاهش و مقادیر واریانس و انحراف معیار نظیر آنها

انحراف از معیار	واریانس	مقدار قابل انتظار	شاخص میزان کاهش (δ_i)
۶۱	۳۷۳۳	-۱۰۳	δ_1
۵۹	۳۵۱۸	-۲۱۶	δ_2
۵۷	۳۳۰۰	-۳۲۸	δ_3
۵۵	۳۰۸۲	-۴۴۰	δ_4

δ_i در جدول ۳ بیانگر شاخص میزان کاهش در سال i ام بعد از اقدام، منتج از روش سوم در رویکرد

اول است. برای نمونه δ_3 بیانگر افزایش ۳۲۸ تصادف در اثر اقدام ایمن سازی در سال سوم بعد از

اجرای اقدام نسبت به مقدار پیش بینی شده برای سال مذکور است.

به همین ترتیب شاخص اثر گذاری و میزان دقت محاسبه آن در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۴: مقادیر شاخص اثرگذاری و مقادیر واریانس و انحراف معیار نظیر آنها

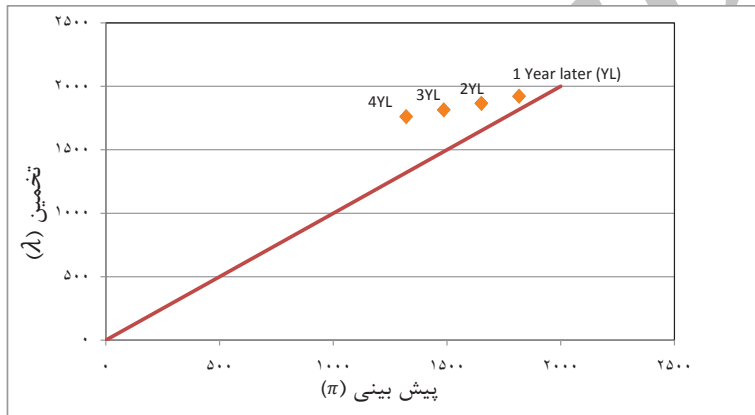
انحراف از معیار	واریانس	مقدار قابل انتظار	شاخص اثرگذاری (Θ_i)
۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۱۱۹	۱/۰۵	Θ_1
۰/۰۳۸۱	۰/۰۰۱۴۶	۱/۱۳	Θ_2
۰/۰۴۲۶	۰/۰۰۱۸۲	۱/۲۲	Θ_3
۰/۰۴۸۴	۰/۰۰۲۳۵	۱/۳۳	Θ_4

Θ_i در جدول ۴ بیانگر شاخص اثرگذاری در سال i ام بعد از اقدام، منتج از روش سوم در رویکرد اول است. برای نمونه Θ ۴ بیانگر $1/33$ برابر شدن شمار تصادف منجر به جرح در اثر اقدام ایمن سازی در سال چهارم بعد از اجرای اقدام نسبت به مقدار پیش بینی شده برای سال مذکور است.

همان‌طور که ذکر شد، مقادیر δ و Θ در جداول ۳ و ۴ شاخص‌های ارزیابی کننده اقدام و به نوعی ماحصل رویکرد اول تلقی می‌شوند و مقادیر انحراف معیار نظیر آنها بیانگر دقت محاسبه و قابلیت اطمینان به آنهاست. همان‌طور که در تعریف پارامترها ذکر شد، مقادیر Θ بزرگ‌تر از یک بیانگر عدم مؤثر بودن اقدام است. با توجه به مقادیر به دست آمده از انحراف معیار می‌توان قضاوت کرد که دقت محاسبات نیز کافی بوده است. بنابراین رویکرد اول اقدام به اجباری کردن بستن کمربند را اقدامی غیر مؤثر ارزیابی کرده است و این در حالی است که این نتیجه خلاف نتایج سایر تحقیقات بوده و منطقی به نظر نمی‌رسد. چنانچه بازه‌های زمانی جلو رونده در زمان بعد از اقدام، به نوعی نهادهای مطالعه تلقی شوند، می‌توان روند اثرگذاری اقدام در طول زمان را به شرحی که در ادامه ذکر می‌گردد بررسی کرد. نمودار ۴ نمود تصویری این مطلب را نشان می‌دهد.

هر چند که محدودیت‌های استفاده از رویکرد اول در این مسئله با هدف ارزیابی اقدام اعمال قانون اجباری شدن بستن کمربند بر سهم تصادفات منجر به جرح حوادث جاده‌ای در کویت، بر عدم استناد به نتایج آن دلالت می‌کند، اما نمودار ۴ حاوی نتایج مفید و قابل استنادی است. شاخص‌های اثرگذاری (Θ) محاسبه شده برای سال‌های دوره بعد همگی مقادیری بیشتر از یک

دارند، اما آنچه جالب توجه است روند افزایشی این عدم فایده اقدام ($\theta > 1$) در طی گذشت زمان در دوره بعد از اقدام است. همان طور که در نمودار ۴ مشخص است θ و δ به عنوان دو شاخص مبین میزان اثرگذاری اقدام هر دو در طی گذشت زمان روندی افزایشی را طی کرده‌اند. δ با افزایش فاصله از خط $X=Y$ و θ با افزایش شیب خط گذرنده مبدأ هر دو اشاره به وجود علتی بسیار مؤثر بر تعداد تصادفات منجر به جرح دارند که در رویکرد اول در نظر گرفته نشده است.



نمودار ۵: ارزیابی میزان اثرگذاری اقدام در روند زمانی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۷

یافته‌های رویکرد دوم: ارزیابی شمار تصادفات منجر به جرح به روش ساده

همان طور که ذکر شد در این رویکرد، قبل از اقدام به انجام مطالعه قبل و بعد، بایستی طراحی مطالعه با هدف یافتن حداقل داده‌های موجود در دوره قبل با استفاده از رابطه ۷ محاسبه شود. بنابراین با فرض انحراف معیار یک درجه‌ای یا $0.17/\theta$ رادیانی، تعداد کل تصادفات منجر به جرح در روش ساده در دوره قبل بایستی برابر ۴۷۱۵ شود تا بتوان به انجام مطالعه اقدام کرد. شمار داده‌های مورد استفاده در این مطالعه این شرط لازم را برآورده می‌کند و اساساً داده‌های بیش از این مقدار موجب بروز خطای آماری گرایش زمانی^۱ می‌شود که بایستی از آن اجتناب کرد. بنابراین تناسب داده‌های مطالعه موردی با روش مطالعه بررسی شد. طراحی مطالعه در روش پیشنهادی نیز به دلیل انطباق نحوه دستیابی روابط به شیوه مذکور انجام می‌شود. بنابراین تعداد داده‌های دوره قبل جهت

1. Time Trend

استفاده در روش پیشنهادی نیز کفایت می‌کند.

نتایج حاصل از رویکرد دوم در جدول ۵ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۵ گزارش شده است، ارزیابی شمار تصادفات منجر به جرح در روش ساده، بدون در نظر گرفتن عامل مؤثر بر شمار تصادفات منجر به جرح در طی زمان، میزان کاهش شمار تصادفات منجر به جرح برابر ۵۵۵ تصادف و میزان شاخص اثر گذاری اقدام برابر ۷۷ درصد محاسبه می‌شد. این در حالی است که عوامل مؤثر بر بروز تصادفات منجر به جرح، از جمله کل تصادفات به طور فزاینده‌ای در طی زمان در حال افزایش اند. بنابراین از آنجایی که اثر گذاری عوامل مذکور در نظر گرفته نشده است، شاخص اثر گذاری و شاخص میزان کاهش کمتر از مقدار واقعی محاسبه شده‌اند و قابلیت استناد ندارند. نتیجه آنکه رویکرد مورد بررسی در خصوص اثر سنجی اقدام ایمن سازی بر شمار تصادفات منجر به جرح به نتیجه قابل انتظار نشد.

جدول ۵: خلاصه یافته‌های مطالعه موردی

rd	۱
λ	۱۸۴۰
π	۲۳۹۵
δ	۵۵۵
θ	۰/۷۷
$\sigma(\delta)$	۶۵
$\sigma(\theta)$	۰/۰۲۴

یافته‌های روش پیشنهادی: ارزیابی اثر اقدام بر سهم تصادفات منجر به جرح با شاخص نشان دهنده کل تصادفات

اما همان‌طور که به عنوان نتیجه نمودار ۴ ذکر شد این نمودار اشاره به وجود علتی بسیار مؤثر بر تعداد تصادفات منجر به جرح دارند که در رویکرد اول در نظر گرفته نشده است. تحلیل عوامل متغیر در طی زمان نظیر، جمعیت، تعداد وسایل نقلیه ثبت شده، تعداد تخلفات ثبت شده، ترافیک،

تصادفات جاده‌ای (آسیب و مرگ و میر) و عواملی نظیر این در دوره مورد مطالعه، می‌تواند منجر به یافتن مؤثرترین عامل در بروز تصادفات منجر به جرح شود. واضح است که همراه با افزایش جمعیت کشور، تعداد وسایل نقلیه ثبت شده، تعداد موارد نقض قوانین و شمار کل تصادفات افزایش می‌یابد. بنابراین در نظر گرفتن عاملی مانند شمار تخلفات ثبت شده نسبت به عامل افزایش جمعیت به دلیل توانایی توصیف بیشتر عامل شمار تخلفات ثبت شده (شمار تخلفات ثبت شده خود وابسته به جمعیت است)، به عنوان عامل اثر گذار در گذر زمان، ارجحیت دارد. به همین ترتیب، عوامل مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه آنکه افزایش شمار کل تصادفات ارتباطی تنگاتنگ با شمار تصادفات منجر به جرح دارد و می‌توان سایر عوامل اثر گذار بر شمار تصادفات منجر به جرح در طی گذر زمان مطرح شده را به عنوان عوامل اثر گذار بر این عامل دانست. همان‌طور که پیشتر ذکر شد، استفاده همزمان از این عوامل موجب درون‌زایی و خطای آماری می‌شود.

اثر مجموع تعداد تصادفات با اعمال ضریب T_{aac} در نظر گرفته می‌شود. این ضریب با استفاده از رابطه ۱۰ محاسبه می‌شود.

تخمین مجموع تصادفات برابر میانگین آنها در نظر گرفته شد. مقادیر حاصل از به‌کار بستن روش پیشنهادی در مطالعه موردی ارزیابی اثر اقدام اجباری کردن بستن کمربند بر سهم تصادفات منجر به جرح در کویت، در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۶ گزارش شده است، ارزیابی شمار تصادفات منجر به جرح در روش پیشنهادی، با در نظر گرفتن عامل مجموع شمار تصادفات به عنوان عامل مؤثر بر شمار تصادفات منجر به جرح در طی زمان، میزان کاهش شمار تصادفات منجر به جرح برابر ۱۲۷۳ تصادف و میزان شاخص اثر گذاری اقدام برابر ۵۹ درصد محاسبه شد. از آنجایی که اثر گذاری عامل مناسب مؤثر بر شمار تصادفات منجر به جرح در طی زمان در نظر گرفته شد، شاخص اثر گذاری و شاخص میزان کاهش در خصوص اثر سنجی اقدام ایمن سازی بر شمار تصادفات منجر به جرح به نتیجه قابل انتظار شد.

جدول ۶: خلاصه یافته‌های روش پیشنهادی در مطالعه موردی

r_{aac}	۱/۱۳
λ	۱۸۴۰
π	۳۱۱۳
δ	۱۲۷۳
θ	۰/۵۹
$\sigma(\delta)$	۴۲۲
$\sigma(\theta)$	۰/۰۸

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، قابلیت استفاده از روش‌های مطرح در مطالعات قبل و بعد برای ارزیابی اثر اقدام ایمن سازی بر تصادفات، در مورد ارزیابی اثرگذاری اقدام ایمن سازی بر تصادفات منجر به جرح بررسی شد. بنابراین دو رویکرد مرسوم در مطالعات قبل و بعد ایمنی با هدف به‌کار بسته شدن در ارزیابی اثرگذاری اقدام ایمن سازی بر تصادفات منجر به جرح تشریح شدند. رویکردهای مذکور شامل ارزیابی شمار تصادفات منجر به جرح با استفاده صرف از داده‌های تصادفات و ارزیابی شمار تصادفات منجر به جرح به روش ساده بود.

نتایج روش‌های پیشین نشان دادند، تعداد تصادفات جرحی بعد از اجرای قانون اجباری کردن بستن کمربند، آن طور که انتظار می‌رفت، سهم کمتری از کل تصادفات اتفاق افتاده را به خود اختصاص ندادند. با دستیابی به این مهم، روشی بر مبنای رویکردی که قابلیت در نظر گرفتن عامل مؤثر بر پدیده مورد بررسی را دارد، پیشنهاد شد. در این روش نرخ افزایش شمار کل تصادفات به صورت ضریب اصلاحی در محاسبات دیده می‌شود.

یکی از مهم‌ترین دلایل عدم انطباق نتایج رویکردهای پیشین با مقادیر قابل انتظار، عدم وجود داده‌های تصادفات یا نوسان غیر طبیعی این داده‌ها به علت جنگ طی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۹۱، در کویت است. از طرفی در نظر گرفتن عامل جمعیت یا ترافیک با وجود نوسانات آماری حاصل از جنگ منجر به برآزش نامناسب تخمین و پیش بینی می‌شود و از طرف دیگر در نظر نگرفتن

داده‌های مربوط به سال‌های مذکور به دلیل عدم تطابق برآزش با واقعیت، ماهیتاً خدشه دار است. هرچند نتایج نشان داد، عدم تطابق محاسبات با واقعیت نیز، به دلیل در نظر نگرفتن عوامل مؤثر بر شمار تصادفات منجر به جرح در گذر زمان، نتوانست منجر به اثر سنجی قابل انتظار در زمینه اقدام مورد بررسی شود. در روش پیشنهادی با توجه به اینکه شاخص مورد استفاده در روش پیشنهادی، اثر مجموع تصادفات را در محاسبه وارد می‌کند، عدم وجود این داده‌ها تأثیری در ارزیابی شاخص اثرگذاری نخواهد داشت. در واقع یکی از دلایل استفاده از داده‌های مربوط به اجباری کردن بستن کمربند در کویت در این پژوهش، احراز این نکته به عنوان یکی از نقاط قوت روش پیشنهادی بود. نتایج این مطالعه برای هر کشوری می‌تواند در برنامه ریزی‌ها و سیاست گذاری‌های کلان ایمنی نقشی اساسی داشته باشد. پر واضح است که دستیابی به این شاخص‌های کلان سیاست گذاری که منتج از مطالعات این چنینی باشد، نیازمند وجود داده‌های کافی است. در دسترس قرار گرفتن این داده‌ها در ایران، می‌تواند، دستیابی به برنامه ریزی‌های علمی تر در امر ایمن سازی راه را ممکن سازد.

منابع

- Abay, A.K., Paleti, R., Bhat, C.,(2012). The Joint Analysis of Injury Severity of Drivers in Two-Vehicle Crashes Accommodating Seat Belt Use Endogeneity, Research for Department of Transport at DTU and Department of Economics at the University of Copenhagen.
- Council, F.M., Persaud, B., Lyon, C., Eccles, K., Griffith, M., Zaloshnja, E., Miller, T.,(2005). Implementing Red Light Camera Programs. Guidance from Economic Analysis of Safety Benefits. Transportation Research Board, Washington.
- de Lapparent, M.,(2008). Willingness to use safety belt and levels of injury in car accidents. Accident Analysis and Prevention 2008 .1032-1023 ,(3)40.
- Evans, L.,(1996). Safety-belt effectiveness: the influence of crash severity and selective recruitment. Accident Analysis and Prevention, (28)423-433.

- Gan, A., Shen, J.,(2003). Development of Crash Reduction Factors: Methods, Problems, and Research Needs, Transportation Research Board.
- Green, R.N.,(1994). Fatal injuries to restrained passenger car occupants in Canada: crash modes and kinematics of injury. Accident Analysis and Prevention, (-214 26),207.
- Hauer, E.,(1997). Observational Before-After Studies in Road Safety: Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety. Department of Civil Engineering University of Toronto.
- Koushki, P.A., Bustan, M. A.,(2003). Kartam, N., Impact of safety belt use on road accident injury and injury type in Kuwait. Accident Analysis and Prevention, (35), 237-241.
- Murphy, S.L., Xu, J.Q., Kochanek, K.D.,(2012). Deaths: Preliminary Data for 2010. National Vital Statistics Reports 60(4).
- Peden, M., R. Scurfield., D. Sleet., D. Mohan., A.A. Hyder., E. Jarawan.,(2004) World report on road traffic injury prevention. Geneva: World Health Organization.
- Shibata, A., Fukuda, K.,(1994). Risk factors of fatality in motor vehicle traffic accidents. Accident Analysis and Prevention, (26),391-397.
- Zhirui, Y., Lord, D., (2009). Estimating the variance in before-after studies. Journal of Safety Research, (40),257-263.

Archive of SID