

یادداشت پژوهشی

تحلیل عملکرد، الگوگذاری و تعیین اهداف ایمنی راه با استفاده از تحلیل پوششی داده ها

حمید رضا بهنود(مسئول مکاتبات)، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

اسماعیل آیتی، استاد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمد علی پیرایش نقاب، استادیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

E-mail: hr.behnood@gmail.com

پذیرش: ۹۲/۰۳/۱۸

دریافت: ۹۱/۰۹/۲

چکیده

در این تحقیق اطلاعاتی از گذشته در زمینه اقدامات و شاخص های عملکرد قبلی سازمان های مختلف در جهت کاهش سوانح و تلفات ترافیکی مورد استفاده قرار گرفته است. این سیستم با هدف تعیین کارآیی اقدامات انجام شده در هر سال بین استان های مختلف و تعیین اهداف آینده طراحی شده است. تعیین کارآیی های نسبی بین استان های مختلف با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها انجام شده است. اطلاعات برای تحلیل و کاربرد در برنامه ریزی ایمنی راه بر اساس روش ارایه شده در این تحقیق، شامل مجموعه های از شاخص های عملکردی است که عمدتاً توسط کمیسیون ایمنی راه های کشور تنظیم شده است. در نتایج تحقیق مقدار شاخص ناکارآیی، شامل نسبت مجموع وزن دار نرخ تلفات، به مجموع وزن دار شاخص های عملکرد ایمنی راه برای ۶۰ واحد تصمیم دربرگیرنده ۳۰ استان ایران در دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ محاسبه شده است. بر اساس این شاخص ناکارآیی به دست آمده، الگوگذاری و تعیین واحدهای موفق در تأمین ایمنی راه انجام شده و اهداف سایر استان ها بر اساس فعالیت های انجام شده در این استان های موفق شناسایی می شود. در انتهای این مقاله مباحث قابل بحث پیرامون تحلیل های انجام شده ارایه گردیده است که شامل تحلیل واحدهای کارآ و مقایسه ناکارآیی بین دو سال می شود.

واژه های کلیدی: شاخص های عملکرد ایمنی راه، تحلیل پوششی داده ها، الگوگذاری، تعیین اهداف، ریسک تلفات جاده ای.

۱. مقدمه

استفاده قرار می‌گیرد. منظور از تجارب گذشته در استان‌های ایران ترکیب اقداماتی است که در آنها پیاده شده و با تحلیل پوششی داده‌ها و اجرای برنامه‌ریزی خطی، الگوگذاری بر اساس نظریه دوگانگی انجام شده، به طوری که با تعیین واحدهای کارا (استانهای دارای کمترین کارایی) به عنوان الگو، ترکیب اقدامات استان‌ها ناکارآمد به سمت بهینگی اصلاح می‌شود.

۳. پیشینه تحقیق

کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها برای بررسی عملکرد ایمنی راه به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های مورد استفاده در مدیریت ایمنی راه معرفی می‌شود. به طور کلی، این روش به عنوان یکی از راهگشایترین روش‌های مورد استفاده در صنایع مختلف در طی سی سال گذشته بوده است [Emrouznejad et al, 2008, Cook and Seiford, 2009]. قدیمی‌ترین مدل کاربردی در تحلیل ایمنی راه توسط کوک و دیگران در سال ۲۰۰۱ ارائه شده است [Cook et al, 2001] که در آن اولویت‌بندی بهینه نقاط حادثه‌خیز جاده‌های با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها شرح داده شده است. در سال ۲۰۰۹، هرمانس و دیگران [Hermans et al, 2009] طرح کامل و شفافی از کاربرد تحلیل DEA را در برنامه‌ریزی ایمنی راه ارائه کردند که هدفش برداشتن گامی در این راستا با ارائه یک مدل محاسباتی پیشنهادی بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها بود. براساس خروجی این مدل، جوانب مفید و ناکارآمد ایمنی راه برای هر یک از ۲۱ کشور اروپایی مورد مطالعه شناسایی می‌شود. علاوه بر آن، اهداف و اولویت‌ها برای تعیین سیاست‌ها نیز مشخص می‌شود. شن و دیگران [Shen et al, 2011] شکل جامع‌تری از این تحلیل را با عنوان مدل تعمیم یافته چندلایه ای تحلیل DEA به منظور ارزیابی ساختار سلسله مراتبی اطلاعات ایمنی راه ارائه کرده‌اند. در نهایت، در سال ۲۰۱۲ با تمرکز بر تعیین اهداف ایمنی راه، روش تحلیل پوششی داده‌ها

در کشورهای مختلف با افزایش اهمیت نقش ایمنی ترافیک در مباحث برنامه‌ریزی حمل‌ونقل جاده‌های در سال‌های اخیر، برنامه‌های اجرایی و طرح‌های مطالعاتی مختلف در جهت اجرای بهینه اقدامات ایمن‌سازی راه توصیه شده است. مدیریت ایمنی راه، با نگرشی آینده‌گرا و با بهره‌گیری از اصول و معیارهای تصمیم‌گیری، همواره سعی در ترسیم افقی روشن از معیارهای کمی و کیفی سنجش وضعیت ایمنی جاده‌های از طریق تدوین راهبردهای مشخص در یک کشور دارد. آن چه منجر به بهبود شاخص‌های کارایی به عنوان ستانده‌های بخش ایمنی راه می‌شود، شناسایی نقاط ضعف و قوت و تخصیص مناسب بودجه‌های عملیاتی در هر یک از اقدامات ایمنی راه به عنوان نهاده‌های این بخش است. در ایران همگام با کشورهای در حال توسعه راهبردهای ایمنی جاده‌های برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی می‌شود. با توجه به نیاز ایران به سرمایه‌گذاری در جهت افزایش ایمنی راه، لازم است تا نوعی تحلیل اثربخشی در زمینه اقدامات انجام شده در این راستا انجام شود.

۲. هدف تحقیق

در این تحقیق اطلاعاتی از گذشته در زمینه اقدامات و شاخص‌های کمی عملکرد گذشته سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی مختلف در جهت کاهش سوانح و تلفات ترافیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم با هدف تعیین کارایی اقدامات انجام شده در هر سال بین استان‌های مختلف کشور و جستجوی کاستی‌ها و قوت‌ها و پیرو آن برنامه‌ریزی و توصیه اقدامات مؤثر برای آینده می‌شود. تعیین کارایی‌های نسبی بین استان‌های مختلف با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)^۱ انجام می‌شود. در این تحقیق به عنوان هدف اصلی، شاخص ناکارایی به عنوان معیاری برای بررسی وضع کنونی، الگوگذاری و تعیین اهداف آینده مورد

m ورودی برای تولید s خروجی باشد، آنگاه شکل کسری مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها که کارایی واحد تحت بررسی (یا واحد صفر) را ارزیابی می کند به صورت زیر خواهد بود [Mehregan, 2008]

Max:

$$\theta_o = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (2)$$

Subject to:

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (3)$$

(j=1,2,...,n)

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

در رابطه فوق θ_o کارایی نسبی واحد تصمیم گیری o (DMU_o; o=1,...,n) است.

محدودیت های این مسئله به معنای آن است که نسبت ستانده به نهاده برای هر DMU نباید از عدد ۱/۰ تجاوز کند. تابع هدف مسئله نیز برای به دست آوردن وزن های v_i و u_r بکار می رود، به طریقی که بتواند مقدار نسبت (کارایی) مورد نظر برای هر DMU_o را به حداکثر برساند. به منظور آسان کردن کار می توان مسئله برنامه ریزی کسری فوق را به یک مسئله برنامه ریزی خطی به شرح زیر تبدیل کرد [Cooper et al, 2002]:

$$\text{Max: } \theta_o = \mu_1 y_{1o} + \mu_2 y_{2o} + \dots + \mu_s y_{so} \quad (4)$$

Subject to:

$$v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo} = 1 \quad (5)$$

$$\mu_1 y_{1j} + \mu_2 y_{2j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (6)$$

(j=1, 2, ..., n)

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0$$

با حل مسئله فوق مقدار بهینه θ_o^* برای تابع هدف و مقادیر بهینه v_i^* و u_r^* برای ضرایب تابع هدف محاسبه می شود. مقدار v_i^*

و رویکردهای توسعه یافته آن برای بررسی ریسک ایمنی راه و تعیین اهداف در این زمینه به کار گرفته شده [Shen et al, 2012] که در آن خطر فوت جادهای بر مبنای سطح رویارویی با ریسک به عنوان شاخص مورد سنجش در تحلیل DEA معرفی شده است.

۴. تحلیل پوششی داده ها

در سال های اخیر روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) به عنوان ابزاری سودمند در ارزیابی عملکرد واحدهای تولیدی و خدماتی شناخته شده است. روش DEA شامل یک مدل چندعاملی تحلیل بهره وری است که برای سنجش مقادیر کارایی نسبی در بین مجموعه های از واحدهای تصمیم گیری (DMUs)^۲ بکار می رود. واحدهای تصمیم گیری عبارتند از: یک سازمان یا سیستم مانند مدارس، بیمارستان ها، شعب بانک ها و موارد مشابه دیگر که دارای چندین ورودی و خروجی شبیه به هم باشند. در ادبیات تحلیل پوششی داده ها به منظور جلوگیری از پراکندگی، به جای عوامل ورودی سیستم، از مفهوم نهاده و بجای محصولات خروجی سیستم از مفهوم ستانده استفاده می شود. [Azar and Gholamrezaiee, 2006] امتیاز کارایی در صورت وجود چند عامل نهاده و ستانده به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Weighted sum of outputs}}{\text{Weighted sum of inputs}}$$

وزن های مورد نظر در این رابطه از مدل های ارایه شده در روش های تحلیل پوششی داده ها به دست می آید. اولین مدل توسعه یافته در روش تحلیل پوششی داده ها توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸ ارایه و بر این اساس با نام مدل CCR شناخته شده است [Charnes et al, 1987] مدل CCR از نسبت مجموع وزن دار خروجی ها به مجموع وزن دار ورودی ها به عنوان مقیاسی برای اندازه کارایی استفاده می کند، اگر هر واحد DMU، دارای

اورژانس و هلال احمر در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری.

- طول راه‌های دارای تجهیزات روشنایی (Li): طول راه‌های مجهز به تجهیزات روشنایی در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری.

- شاخص خطر فوت نوع اول (FR1): تعداد تلفات جاده‌های در هر یک میلیون وسیله نقلیه-کیلومتر طی شده.
- شاخص خطر فوت نوع دوم (FR2): تعداد تلفات جاده‌های در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری.

این شاخص‌ها برای دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ محاسبه شده و در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. ریسک فوت و جراحت ترافیکی در صورتی که مقدار و اندازه سفر در راه‌های هر استان را پوشش دهد، میتواند به عنوان یک معیار سنجش ایمنی مرتبط با اقدامات ایمن سازی در یک استان با مرزهای باز مورد استفاده قرار گیرد. این شاخص که به صورت نرخ فوت در هر یک میلیون وسیله نقلیه-کیلومتر طی شده تعریف می‌شود، احتمال خطر فوت و جراحت در صورت سفر در راه‌های منطقه را نشان می‌دهد. شاخص دیگری که میتواند به عنوان معیاری برای نشان دادن وضعیت ایمنی در هر استان برای این تحقیق مفید باشد، عبارت است از نرخ تلفات برونشهری نسبت به طول راه‌های برون شهری تحت حوزه استحفاظی وزارت راه و ترابری. چنین شاخصی وضعیت ایمنی را در هر کیلومتر از راه‌های موجود در استان بدون در نظر گرفتن عامل جریان تقاضای تردد در سطح استان نشان می‌دهد.

۶. فرآیند تحلیل و مدل سازی

در این مطالعه ناکارایی ایمنی تعریف شده در هر استان با استفاده از عوامل نهاده و ستانده به شرح زیر برآورد می‌شود:
- عوامل نهاده شامل شش شاخص عملکردی ایمنی معرف

عبارت است از وزن بهینه برای عنصر نهاده i که مقدار آن بیانگر اهمیت ارزیابی شده آن عنصر است. مقدار u_i^* نیز به طور مشابه برای عنصر ستانده i تعریف میشود.

۵. داده های تحقیق

آن چه در اینجا اهمیت دارد انتخاب زیر مجموعه‌های از شاخص‌های معرفی شده در گزارش کمیسیون ایمنی راه‌ها مصوبه جلسه سی و یکم کمیسیون ایمنی راه‌های کشور [Roads Safety Commission, 2002] است به طوری که تعادل بین مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها در روش تحلیل پوششی داده‌ها برقرار شود، حجم ورودی‌های تحلیل امکان انجام آن را بدهد و فرایند تحلیل خیلی پیچیده نشود و قابلیت اجرا و پیاده‌سازی تصمیم‌های برآمده از روند تحلیل برای دستگاه‌های اجرایی وجود داشته باشد. در تحقیق حاضر، کلیه شاخص‌ها برای تمامی استان‌های کشور در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (به دلیل دسترسی به اطلاعات کامل در این دو سال) به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

- پوشش عملیاتی پلیس (PO): تعداد ایستگاه‌های پلیس راه در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری.
- نقاط حادثه‌خیز رفع شده (BS): تعداد نقاط حادثه‌خیز رفع شده در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری.
- میزان عرضه بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها (H_F): مجموع وزن دار طول بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری. وزن ایمنی آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها بر اساس ضریب هم سنگ ایمنی راه‌ها در راهنمای بهسازی راه‌ها (نشریه شماره ۲۹۶ سازمان مدیریت) در نظر گرفته شده است.

- دوربین‌های کنترل سرعت (SCC): تعداد دوربین‌های ثابت کنترل سرعت در هر صد کیلومتر از راه‌های برونشهری.
- خدمات فوریت‌های پزشکی (EMS): مجموع تعداد پایگاه‌های

تحلیل عملکرد، الگوگذاری و تعیین اهداف ایمنی راه با استفاده از تحلیل پوششی داده ها

تحقیق از این روش برای محاسبه ناکارایی هر یک از واحدهای تصمیم گیری استفاده می شود. اکنون با استفاده از روش CCR برای به دست آوردن وزن نهاده ها ($V_i : i = 1, \dots, 6$) و وزن ستانده ها ($u_r : r = 1, 2$) مسأله برنامه ریزی خطی برای هر کدام از ۶۰ واحد تصمیم گیری به شرح زیر نوشته می شود:

$$\text{Min } \theta = u_1 y_1 + u_2 y_2 = \sum_{r=1}^2 u_r y_r \quad (8)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^6 v_i x_i = 1 \quad (9)$$

$$\sum_{r=1}^2 u_r y_r - \sum_{i=1}^6 v_i x_i \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, 60)$$

$$v_i, u_r \geq 0 \quad (10)$$

برای تابع هدف و مقادیر بهینه θ^* با حل مسأله فوق مقدار بهینه برای ضرایب تابع هدف محاسبه می شود. مقدار بهینه u_i^* و v_i^* حداقل ناکارایی ایمنی است که در محیط اقدامات ایمن سازی θ^* پیاده شده در بین کل استان های کشور، از ترکیب شاخص های عملکردی ایمنی راه و شاخص های ریسک در هر یک از دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به دست می آید. با اجرای دستگاه بهینه سازی فوق برای هر یک از واحدهای تصمیم گیری، شاخص ناکارایی به صورت عددی بزرگتر یا مساوی یک به دست می آید که عدد یک نشان دهنده موفقیت بهینه استان مربوطه در سال مشخص شده در کاهش تلفات جادهای با بهره گیری از اقدامات پیاده شده است. واحدهای الگو برای هر واحد ناموفق شامل آن دسته از واحدهای تصمیم گیری می شود که مقدار محدودیت رابطه (۱۰) متناظر با آن دقیقاً برابر با صفر شود. به عبارت دیگر، واحدهای الگو واحدهایی را در بر می گیرد که با استفاده از وزن های واحد ناموفق مورد بررسی، مجموع وزن دار نهاده های آن دقیقاً برابر با مجموع وزن دار ستانده های آن و در نتیجه شاخص ناکارایی آن برای واحد مورد بررسی برابر با حداقل مقدار یک شود. قیمت

اقدامات ایمن سازی تعیین شده در بخش (۵) می شود که معرف مقدار عملیات و اقدامات ایمن سازی پیاده شده در هر استان است.

عوامل ستانده شامل دو شاخص ریسک فوت ترافیکی تعیین شده در بخش (۵) است. عوامل ستانده در صورت کسر رابطه نسبت ناکارایی قرار گرفته و این نسبت برای هر استان باید به حداقل برسد.

مقدار امتیاز ناکارایی نسبی در هر استان از رابطه زیر به دست می آید:

$$I = \frac{\sum_{r=1}^2 WFI_r}{\sum_{i=1}^6 WPI_i} \quad (7)$$

در این رابطه:

I = شاخص ناکارایی که باید به حداقل برسد

WFI_r = مقدار وزن دار شاخص تلفات برای شاخص ریسک نوع ۲

WPI_i = مقدار وزندار شاخص عملکردی برای ورودی i

هر کدام از جملات صورت و مخرج کسر ارایه شده در رابطه فوق، دارای ضرایبی است که وزن هریک از شاخص های ورودی و خروجی را به نسبت اهمیت آن در ایجاد ناکارایی نسبی نشان می دهد. با توجه به تحلیل ۳۰ استان کشور در دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ جمعاً ۶۰ واحد تصمیم گیری خواهیم داشت که برای هر کدام از این ۶۰ واحد یک عمل بهینه سازی انجام می شود. در مطالعه های که پیرامون شاخص های توسعه انسانی به منظور رتبه بندی استان های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده ها انجام شده [Azar and Gholamrezaiee, 2006] روش CCR نسبت به روش BCC از قابلیت بهتری جهت تفکیک امتیاز واحدهای تصمیم گیری و در نتیجه ناکارایی مطلوب تری برخوردار است. با توجه به چنین نتیجه های در مطالعه های مشابه با رویکرد این تحقیق و همچنین درک روشن تر نتایج روش CCR، در این

۴. نتایج تحلیل

با حل مدل برنامه‌ریزی خطی برای هر کدام از ۶۰ واحد تصمیم‌گیری، مقدار بهینه θ حداقل ناکارایی است که در محیط اقدامات ایمن سازی پیاده شده در بین کل استان‌های کشور، از ترکیب شاخص‌های عملکردی ایمنی راه و شاخص‌های ریسک در هر یک از دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به دست می‌آید. به این ترتیب، با حل این مدل مقدار شاخص ناکارایی نسبی برای هر استان و در هر سال عددی بزرگتر از یک و برای واحدهای کارآ برابر با یک به دست می‌آید. در ستون «ناکارایی» جدول (۱) مقادیر ناکارایی برای هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری به طور نمونه برای سال ۱۳۸۸ محاسبه شده است. همان طور که در این جدول دیده می‌شود استان‌های اردبیل، ایلام، بوشهر، تهران، چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی، سمنان، قم، کهگیلویه و بویراحمد، هرمزگان و یزد در سال ۱۳۸۸ به حداقل ناکارایی برابر با یک دست یافته‌اند. پس از محاسبه امتیاز ناکارایی مربوط به هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری، نوبت به تعیین واحدهای الگو برای استان‌های ناموفق و تعیین اولویت‌های راهبردی برای کاهش تلفات جاده‌ای می‌رسد. در گام اول ضمن شناسایی واحدهای الگو برای هر یک از واحدهای دارای ناکارایی بیشتر از یک، مقدار قیمت دوگان مربوط به آنها محاسبه می‌شود. به این منظور، لازم است تا آن دسته از قیدهای ارایه شده در رابطه (۱۰) که مقدار سمت چپ نامساوی دقیقاً برابر با صفر شده تعیین و مقدار ضریب دوگان آن از حل مدل دوگان به دست آید. پس از تعیین الگوها، نوبت به تعیین سطح مورد هدف هر یک از اقدامات ایمن‌سازی با توجه به کمبودهای فعلی نسبت به واحدهای الگو می‌رسد. این امر با استفاده از رابطه (۱۴) برای هر واحد مورد بررسی با نسبت جمع مقادیر مربوط به نسبت قیمت دوگان واحد الگو به ناکارایی واحد مورد بررسی ضرب در مقدار شاخص عملکردی ایمنی راه در وضعیت فعلی واحد مورد بررسی انجام می‌شود.

دوگان برای هر یک از واحدهای موفق (با حداقل ناکارایی برابر با یک) با حل مدل دوگان مربوط به مسأله برنامه‌ریزی رابطه (۱۱) به دست می‌آید. مدل دوگان به شرح زیر نوشته می‌شود:

$$\text{Max } \omega_0 \quad (11)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{60} y_j \lambda_j \leq y_r \quad (r=1,2) \quad (12)$$

$$x_i \omega_0 - \sum_{j=1}^{60} x_{ij} \lambda_j \leq 0 \quad (i=1,\dots,6) \quad (13)$$

$$\omega_0, \lambda_j \geq 0$$

در این روابط ω_0 مقدار تابع هدف مدل دوگان و λ_j قیمت دوگان برای هر یک واحدهای تصمیم‌گیری است. به این ترتیب، مقادیر $\lambda_j \neq 0$ قیمت‌های دوگان برای الگوهای موفق هر واحد مورد بررسی است. در نهایت، با توجه به تجربیات حاصل از مطالعات هرمانس و دیگران [Hermans et al, 2009]، مقدار مورد هدف هر کدام از اقدامات ایمن‌سازی یا ورودی‌های تحلیل هر کدام از واحدهای ناموفق که جهت بهبود کارایی (یا کاهش ناکارایی) باید به آن دست یافت از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Target}_{i,A} = \sum_{b=1}^B \left(\frac{\lambda_b}{I_A} \times x_{i,b} \right) \quad (14)$$

در این رابطه پارامتر B تعداد واحدهای الگو برای واحد ناموفق A، λ_b قیمت دوگان برای واحد الگوی شماره b و I_A شاخص ناکارایی واحد ناموفق A است. به این ترتیب، با محاسبه مقدار هدف برای نهادهای هر واحد ناموفق، مقدار تغییرات لازم در آنها مشخص می‌شود. لازم به ذکر است که این داده‌ها صرفاً ورودی‌های تحلیل را شامل نمی‌شود و توانایی محاسبه مقدار هدف تلفات یا به عبارتی کاهش تلفات مورد نیاز به عنوان خروجی تحلیل را نیز دارد. در بخش بعد محاسبات انجام شده در این زمینه همراه با تعیین اولویت‌های ایمن‌سازی در هر یک از استان‌ها در هر سال ارایه و نتایج تحلیل بررسی خواهد شد.

تحلیل عملکرد، الگوگذاری و تعیین اهداف ایمنی راه با استفاده از تحلیل پوششی داده ها

جدول ۱. مقادیر ناکارایی و اهداف مربوط به اقدامات ایمنی جاده های در سال ۱۳۸۸

ناکارایی	مقادیر هدف شاخص های عملکرد ایمنی راه در سال ۱۳۸۸								ناکارایی	DMU	استان
	FR2	FR1	Li	EMS	SCC	H_F	BS	PO			
۱/۲۸۴	۱۲/۹۹	۰/۶۰	۴/۴۰	۱/۸۹	۳/۶۸	۳۵/۰۶	۱/۲۵	۰/۳۲	۱/۲۸۴	۳۱	آذربایجان شرقی
۱/۸۷۸	۹/۶۱	۰/۶۴	۵/۴۱	۱/۲۹	۱/۳۰	۱۷/۲۹	۳/۱۹	۰/۲۶	۱/۸۷۸	۳۲	آذربایجان غربی
۱/۰۰۰	۱۴/۱۲	۱/۰۳	۱۰/۲۳	۱/۶۴	۰/۰۰	۱۲/۷۸	۷/۳۲	۰/۳۷	۱/۰۰۰	۳۳	اردبیل
۱/۰۰۰	۱۶/۸۱	۰/۵۵	۲/۹۳	۱/۴۶	۱/۲۵	۷۲/۶۰	۱/۵۴	۰/۲۸	۱/۰۰۰	۳۴	اصفهان
۱/۱۹۵	۹/۶۱	۱/۲۵	۳/۵۹	۱/۳۸	۰/۰۰	۵/۹۷	۲/۶۹	۰/۲۸	۱/۱۹۵	۳۵	ایلام
۱/۰۰۰	۱۲/۶۹	۰/۶۷	۴/۰۹	۱/۷۵	۰/۶۵	۴۸/۹۶	۲/۹۲	۰/۲۹	۱/۰۰۰	۳۶	بوشهر
۱/۰۰۰	۵۹/۹۷	۰/۳۴	۲۰/۹۲	۵/۷۹	۸/۶۶	۸۸/۲۹	۳/۸۴	۱/۰۵	۱/۰۰۰	۳۷	تهران
۱/۰۰۰	۹/۳۱	۱/۲۱	۳/۳۶	۱/۸۱	۰/۰۰	۹/۴۲	۲/۰۷	۰/۲۶	۱/۰۰۰	۳۸	چهارمحال و بختیاری
۱/۰۰۰	۴/۶۷	۱/۴۶	۱/۴۰	۰/۹۶	۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۳۱	۰/۱۰	۱/۰۰۰	۳۹	خراسان جنوبی
۱/۴۸۶	۱۱/۴۱	۰/۵۰	۳/۷۲	۱/۶۵	۳/۲۹	۳۱/۰۴	۰/۹۲	۰/۲۸	۱/۴۸۶	۴۰	خراسان رضوی
۱/۸۰۰	۱۲/۷۹	۱/۲۳	۵/۷۶	۱/۷۵	۰/۹۳	۱۵/۷۹	۳/۵۹	۰/۳۶	۱/۸۰۰	۴۱	خراسان شمالی
۱/۰۹۶	۱۶/۰۴	۰/۴۹	۳/۳۳	۱/۸۰	۴/۹۴	۳۶/۳۹	۳/۵۰	۰/۳۱	۱/۰۹۶	۴۲	خوزستان
۱/۳۱۳	۱۶/۳۴	۰/۹۷	۶/۴۰	۲/۴۴	۴/۳۰	۴۴/۰۴	۲/۹۶	۰/۴۳	۱/۳۱۳	۴۳	زنجان
۱/۰۰۰	۲۴/۱۲	۱/۱۵	۷/۵۱	۲/۶۳	۰/۰۰	۷۶/۷۱	۲/۷۸	۰/۶۰	۱/۰۰۰	۴۴	سمنان
۱/۸۳۰	۶/۲۱	۰/۷۶	۲/۲۱	۱/۱۹	۰/۲۱	۷/۶۱	۱/۲۹	۰/۱۷	۱/۸۳۰	۴۵	سیستان و بلوچستان
۱/۷۲۳	۹/۸۹	۰/۶۵	۴/۱۸	۱/۵۰	۲/۲۹	۲۴/۲۲	۲/۰۰	۰/۲۷	۱/۷۲۳	۴۶	فارس
۱/۱۵۰	۳۰/۵۲	۱/۲۰	۱۳/۱۱	۲/۴۲	۸/۲۸	۷۲/۷۳	۳/۱۵	۰/۵۵	۱/۱۵۰	۴۷	قزوین
۱/۰۰۰	۴۲/۴۸	۱/۳۴	۱۷/۱۶	۲/۶۱	۱۲/۶۸	۱۰۴/۹۷	۲/۹۴	۰/۶۵	۱/۰۰۰	۴۸	قم
۱/۸۱۴	۱۲/۳۳	۰/۹۸	۷/۶۹	۱/۶۴	۰/۵۱	۱۴/۷۳	۵/۲۲	۰/۳۳	۱/۸۱۴	۴۹	کردستان
۱/۲۰۸	۱۰/۱۸	۰/۷۱	۴/۰۰	۱/۶۰	۲/۳۸	۲۵/۱۳	۱/۸۱	۰/۲۷	۱/۲۰۸	۵۰	کرمان
۱/۲۳۶	۱۲/۹۹	۱/۲۰	۵/۹۶	۱/۸۳	۱/۲۲	۱۸/۶۱	۱/۹۶	۰/۳۷	۱/۲۳۶	۵۱	کرمانشاه
۱/۰۰۰	۹/۶۰	۲/۰۲	۲/۵۶	۲/۰۱	۰/۰۰	۴/۶۶	۱/۸۳	۰/۲۷	۱/۰۰۰	۵۲	کهگیلویه و بویراحمد
۱/۲۷۶	۲۳/۱۸	۱/۱۴	۱۳/۸۷	۲/۵۲	۱/۷۹	۲۸/۶۹	۱/۷۶	۰/۵۶	۱/۲۷۶	۵۳	گلستان
۱/۸۹۳	۱۸/۶۸	۱/۰۹	۵/۷۶	۲/۵۰	۳/۹۹	۳۹/۳۹	۱/۸۱	۰/۴۴	۱/۸۹۳	۵۴	گیلان
۱/۴۴۱	۲۲/۷۳	۱/۷۱	۱۲/۳۲	۳/۲۱	۲/۵۵	۳۷/۷۷	۷/۶۳	۰/۶۱	۱/۴۴۱	۵۵	لرستان
۱/۴۳۹	۲۲/۵۱	۱/۰۲	۱۲/۱۱	۲/۵۷	۱/۵۳	۳۳/۹۹	۳/۹۴	۰/۵۳	۱/۴۳۹	۵۶	مازندران
۱/۳۸۰	۱۷/۷۷	۰/۸۳	۶/۱۹	۲/۳۳	۳/۶۷	۴۶/۰۸	۳/۷۰	۰/۴۱	۱/۳۸۰	۵۷	مرکزی
۰۰۰/۱	۱۲/۱۴	۰/۲۶	۰/۷۸	۰/۹۹	۴/۳۷	۲۳/۲۳	۴/۸۱	۰/۱۷	۰۰۰/۱	۵۸	هرمزگان
۷۸۳/۱	۱۵/۹۷	۰/۹۰	۶/۸۵	۲/۰۱	۱/۰۰	۴۳/۶۴	۵/۴۰	۰/۳۷	۷۸۳/۱	۵۹	همدان
۱/۰۰۰	۷/۴۷	۰/۴۲	۲/۳۱	۱/۲۱	۲/۵۶	۲۳/۷۶	۰/۵۷	۰/۲۰	۱/۰۰۰	۶۰	یزد

۸. نتیجه گیری و پیشنهادها

بحث تعیین اهداف ایمنی جاده‌های و چگونگی دستیابی به این اهداف یک مساله بسیار جذاب و چالش برانگیز برای محققان و تصمیم گیران در مدیریت کلان ایمنی جاده‌های است که مقاله حاضر راه روشنی را در پیش روی این مساله گذاشته است. این مقاله با بهره‌گیری از ظرفیت‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها در مسایل تصمیم‌گیری، به چگونگی تعیین واحدهای الگو و یا به عبارتی استان‌های موفق در تأمین ایمنی جاده‌های و درنهایت تعیین اهداف ایمن سازی راه کمک قابل توجهی می‌کند. این روش با بررسی تعادل و تناسب موجودی‌ها و نتیجه‌ها (نهادها و ستانده‌ها) در هر استان و همچنین انجام این بررسی در بین تمامی استان‌ها، نیازهای اصلاحی هر منطقه را بسته به قدرت ایجاد کارایی آنها به روشنی مشخص می‌کند. مجموعه اهداف تعیین شده با استفاده از تحلیل DEA به صورت یک چارچوب تقریباً بدون انعطاف در اولویت‌بندی عمل می‌کند که مجموعه‌های از اطلاعات منحصر به فرد را در باره مقدار اقدامات تخصیص یافته و همچنین ناکارایی توصیه‌های پیشنهادی ارایه می‌کند. در واقع، انعطاف‌پذیری و قابلیت برنامه‌ریزی راهبردها در سایه محدودیت منابع موضوعی بسیار حیاتی است. یک سیستم خبره در پرتو یک رویکرد استدلالی کاربران را قادر خواهد ساخت تا راهبردهای مختلف را با شرح دقیقی از اقدامات تخصیصی تعریف کنند. جمع‌آوری مجموعه‌های از داده‌ها در چند سال به عنوان یک پایگاه دانش می‌تواند ما را به سمت یک سیستم تصمیم‌گیری رهنمون کند. به این ترتیب، یک بسته پشتیبان تصمیم به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی می‌تواند در هر جا که نیاز باشد برای کل مناطق مورد استفاده قرار بگیرد. در انتها باید بر این موضوع تأکید شود که ایده ایجاد سیستم تصمیم‌گیری نه تنها شیوه الگوگذاری و تعیین اهداف از طریق تحلیل DEA را نقض نمی‌کند، بلکه کمک چشم‌گیری به توسعه و تکمیل آن خواهد کرد. به طور حتم،

این سیستم پشتیبان تصمیم (DSS)^۳ به عنوان یک پایگاه دانش مبتنی بر تحلیل DEA^۴ باید شامل اهداف تعیین شده از طریق الگوگذاری به عنوان توصیه‌های قطعی نیز باشد.

۹. پی‌نوشت‌ها

1. Data Envelopment Analysis
2. Decision Making Units
3. Decision Support System
4. DEA-Based Knowledge Base

۱۰. مراجع

- Azar, A. and Gholamrezaei, D. (2006) “Ranking of Iran’s provinces with data envelopment analysis approach (Using human development index)”, Iranian Journal of Economic Research, Vol. 8, No. 27, pp. 153-174.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978) “Measuring the efficiency of decision making units”, European Journal of Operational Research, pp. 429-444.
- Cook, W. D., Kazakov, A. and Persaud, B. N. (2001) “Prioritizing highway accident sites: a data envelopment analysis model”, Journal of the Operational Research Society 52, pp.303–309.
- Cook, W. D. and Seiford, L. M. (2009) “Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on”,

Transportation, Islamic Republic of Iran.

– Shen, Y., Hermans, E., Ruan, D., Wets, G., Brijs, T. and Vanhoof, K. (2011). “A generalized multiple layer data envelopment analysis model for hierarchical structure assessment: A case study in road safety performance evaluation”, *Expert Systems with Applications* 38, pp.15262–15272.

– Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G. and Vanhoof, K. (2012) “Road safety risk evaluation and target setting using data envelopment analysis and its extensions”, *Accident Analysis and Prevention*, doi:10.1016/j.aap.2012.02.020.

European Journal of Operational Research, 192, pp.1–17.

– Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K. (2002) “Data envelopment analysis, a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software”, Kluwer Academic Publishers.

– Emrouznejad, A., Parker, B. R. and Tavares, G. (2008) “Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 42, pp.151–157.

Hermans, E., Brijs, T., Wets, G. and Vanhoof, K. (2009) “Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis”, *Accident Analysis and Prevention*, 41, pp.174–182.

– Mehregan, M. (2008) “Quantitative models in institutional performance evaluation (Data envelopment analysis)”, Faculty of Management Publications, University of Tehran, Second Edition.

– Road Safety Commission of Iran (2009) “Main performance indicators for sustainable road safety improvements” Act of 31st Road Safety Commission Meeting, Ministry of Road and

