KMANPUB | Decision Science and Intelligent Systems Vol. 1 No. 1 (2024): 23-39

Article history:
Received 20 April 2024
Revised 03 June 2024
Accepted 09 June 2024
Published online 19 June 2024

Evaluating the Performance of Provinces in Road Safety and Policy-Making by Data Envelopment Analysis

Seyyedeh Fatemeh. Sadati Baladehi[1*]

[1]Department of Applied Mathematics, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*** Corresponding author email address**: sadati63@yahoo.com

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Sadati Baladehi, S.F. (2024). Evaluating the performance of provinces in road safety and policy-making by data envelopment analysis. Analysis. *Decision Science and Intelligent Systems. 1(1), 23-39.*

© 2024 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

A B S T R A C T

Many developing countries face the social and economic consequences of traffic accidents and the resulting deaths. Therefore, the accurate evaluation of the programs used to reduce road casualties is always one of the research priorities. This research is designed with the aim of determining the effectiveness of measures taken to reduce road accidents and casualties between different provinces and to determine the future goals of each province. Determining the relative inefficiency of the country's provinces during the years 1378 to 1390 has been done using data envelopment analysis. The inefficiency index includes the ratio of the weighted sum of casualty rates to the weighted sum of road safety performance indicators. The inefficiency rate of each province should be minimized by reducing the casualty indicators or increasing the safety indicators. Based on the obtained inefficiency indicators, modelling and determination of successful units in ensuring road safety is done and the goals of other provinces are identified based on the activities carried out in successful provinces.

Keywords: *data envelopment, analysis, road safety, efficiency, risk indicators*

Introduction

safety road optimize to used been have plans and studies government many ,countries different In. of aspects qualitative and quantitative in vision clear a portray to tried always have managers safety Road measures the of weaknesses and strengths the identifying By .strategies different using by safety road of allocation inappropriate the and improved be will index efficiency the ,safety road of field the in taken prevented be will field this in sfund.

In this research, a set of information that has been used in the field of measures and performance indicators of various organizations to reduce traffic accidents and casualties has been used.

The designed model calculates the inefficiency of 31 provinces of Iran that play the role of making units-decision (DMU) in four years 1387, 1388, 1389 and 1390. The inefficiency index is defined e weighted sum ofas the ratio of th fatality indexweighted sum of road safety performance to the indicators.

The inefficiency of each DMU must be minimized by decreasing the fatality index or increasing the road safety measures. Finally, for each DMU, a benchmark is introduced as the predecessor unit.

Methods and Materials

The information used in this research constitutes the input and output of the DEA model. The set of indicators used in this research are:1) Police Operation, 2) Treated Black Spots, 3) Speed Control Cameras,4) Emergency Medical Services, 5) Road Lighting Projects.

Based on the road safety performance indicators discussed in this section, 5 indicators are introduced as input:

Police Operation : the number of highway police stations per 100 km .

Treat Black Sthe number of hot spots fixed per :pots 100 km .

Speed Control Cameras: number of fixed speed control cameras per 100 km .

Emergency Medical Services: number of emergency stations per 100 km .

Road Lighting Projects: lengths of roads equipped with lighting equipment every 100 km .

All the information related to the road safety performance index was obtained from the annual reports published by the Organization of Road Transport and Highways in Iran.

In recent years, data envelopment analysis has been recognized as a useful tool in evaluating the parametric model for -performance of production and service units. Data envelopment analysis is a non le inputs and multiple outputsmeasuring the efficiency of a set of decision making units with multip. The DEA g formlinear programmin of the DEA model to estimate the corresponding efficiency is as follows (Charnes et al., 1978):

$$max: \theta_o = u_1 y_{1\,o} + u_2 y_{2\,o} + \cdots + u_s y_{s\,o} \qquad (1)$$

$subject\ to$:

$$x_1 v_{1\,o} + x_2 v_{2\,o} + \cdots + x_m v_{mo} = 1 \qquad (2)$$

$$u_1 y_{1\,j} + u_2 y_{2\,j} + \cdots + u_s y_{s\,j} \leq v_1 x_{1\,j} + v_2 x_{2\,j} + \cdots + v_m x_{m\,j}$$

$$(j = 1.2. \ldots .n) \qquad (3)$$

$v_1 . v_2 . \ldots . v_m \geq 0 \qquad u_1 . u_2 . \ldots u_s \geq 0$

outputs In this study, the safety inefficiency defined in each province is satisfied using inputs and as follows:

The inputs include the five safety performance indicators, which represent the amount of safety operations and measures implemented in each province.

in case of The outputs include two traffic fatality risk indicators. The output factor is placed deducting the inefficiency ratio and this ratio should be minimized for each province.

The amount of relative inefficiency in each province is obtained from the following relationship:

$$I = \frac{\sum_{r=1}^{2} WFI_r}{\sum_{i=1}^{5} WPI_i} \qquad (4)$$

According to the analysis of 30 provinces in 1387,1388 , 1389 and 31 provinces in 1390, we will have a total of 121 these making units, and for each of-decision 121 units, an optimization operation is performed.According to the results obtained from similar studies (Azar et al., 2005) in this research, the CCR model The linear programming .making unit-is used to calculate the inefficiency of each decision problem corresponding to each of the decision making units is as follows:

$$\min \theta = u_1 y_1 + u_2 y_2 = \sum_{r=1}^{2} u_r y_r \qquad (5)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{5} v_i x_i = 1 \qquad (6)$$

$$\sum_{r=1}^{2} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{5} v_i x_{ij} \geq 0 \qquad (7)$$

$$v_i . u_r \geq 0 \qquad (8)$$

Findings and Results

of determining road safety The discussion target and how to achieve these targets is an attractive and decision makers in the and challenging issue for researchers big management of road safety. This article makes a significant contribution to how to determine model units (provinces successful in providing road safety) -decision by using the capabilities of the data envelopment analysis method in making issues.

This study covers the safety performance road data and the fatality risk indices in all provinces Iran during the years of1387,1388,1389 and1390 . the value By calculating u_i and v_j as the decision variables of each DMU, we seek to solve the problem in such a way that the amount of inefficiency is minimized.

After calculating the efficiency score of each of the DMUs the benchmark units for the unsuccessful rmined to reduce provinces have been determined and strategic priorities have been dete road fatality .

Among the *30* provinces investigated in *1387* to *1389* and *31* provinces in *1390, 5* provinces of Kerman in ,Isfahan, South Khorasan, Razavi Khorasan, Fars *1387,* 8 provinces of Isfahan, South Khorasan, Razavi Khorasan, Khuzestan, Fars, Kerman, Hormozgan and Yazd in 1388, 7 provinces of Isfahan, South Khorasan, Razavi Khorasan, Fars, Kerman, Hormozgan and Yazd in1389 and 8 provinces

ehran, South Khorasan, Razavi Khorasan, Fars, Kerman, Hormozgan and Yazd inof Isfahan, T 1390 had the best efficiency (inefficiency score 1*)*. In fact, these provinces are a target for other ineffective provinces.

Also, in 1387 Hamedan, Lorestan and Kurdistan provinces, in 1388 Kurdistan, North Khorasan and Hamedan provinces, in 1389 Kurdistan, Hamedan and North Khorasan provinces and in 1390 Alborz, Bushehr and North Khorasan provinces had the highest inefficiency score e earnedhav.

Conclusion

In this research, we investigated the road safety of different provinces by using data envelopment analysis and we were able to find out the position of each province in terms of performance among other provinces and identify the weak points in each province and by specifying model units. To help improve the performance of the respective province. The managers of each province can make the right decisions regarding the improvement of the road safety situation according to the results obtained and the available capacities.

Considering the human and financial costs that are imposed on the country every year due to road accidents and the need to improve the road safety situation, as a suggestion for future research, it is possible to evaluate the road safety performance of Iran with other countries of the world through data envelopment analysis and In this way, we will help to improve the safety of the country's roads.

علم تصمیم گیری و سیستم‌های هوشمند دوره ۱، شماره ۱ (۱۴۰۳): ۳۹-۲۳

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۱ اردیبهشت ۱۴۰۳
اصلاح شده در تاریخ ۱۴ خرداد ۱۴۰۳
پذیرفته شده در تاریخ ۲۰ خرداد ۱۴۰۳
منتشر شده در تاریخ ۳۰ خرداد ۱۴۰۳

ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی راه‌ها و سیاست گذاری به وسیله تحلیل پوششی داده‌ها

سیده فاطمه ساداتی بالادهی[1*]

۱. گروه ریاضی کاربردی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: sadati63@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:
ساداتی بالادهی، سیده فاطمه. (۱۴۰۳). ارزیابی عملکرد استان ها در ایمنی راه ها و سیاست گذاری به وسیله تحلیل پوششی داده‌ها. *علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند، ۱(۱)*، ۳۹-۲۲.

© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

بسیاری از کشورهای درحال توسعه با پیامدهای اجتماعی و اقتصادی حوادث رانندگی و مرگ و میر ناشی از آن روبرو می‌باشند. از این رو ارزیابی دقیق برنامه‌های بکار گرفته شده جهت کاهش تلفات جاده‌ای همواره یکی از اولویت‌های تحقیق و بررسی می‌باشد. این تحقیق با هدف تعیین کارایی اقدامات انجام شده جهت کاهش سوانح و تلفات جاده‌ای بین استان‌های مختلف و تعیین اهداف آینده‌ی هر استان طراحی شده است. تعیین ناکارایی‌نسبی استان‌های کشور طی سال‌های ۱۳۷۸ الی ۱۳۹۰ با استفاده از تحلیل‌پوششی‌داده‌ها صورت پذیرفته است. شاخص ناکارایی شامل نسبت مجموع وزن‌دار شده نرخ‌تلفات به مجموع وزن‌دار شده شاخص‌های عملکرد ایمنی راه‌ها می باشد.

نرخ ناکارایی هر استان باید با کاهش شاخص‌های تلفات و یا افزایش شاخص‌های ایمنی مینیمم گردد. براساس شاخص‌های ناکارایی به‌دست آمده، الگوگذاری و تعیین واحدهای موفق در تامین ایمنی راه‌ها صورت گرفته و اهداف سایر استان‌ها براساس فعالیت‌های انجام شده در استان‌های موفق شناسایی می‌شود.

کلیدواژگان: *تحلیل پوششی داده ها، ایمنی راه، کارایی، شاخص‌های ریسک.*

مقدمه

در نیم قرن اخیر با گسترش روز افزون استفاده از وسایل نقلیه، به سرعت بر تعداد و شدت سوانح جاده‌ای افزوده است. به همین جهت، مساله تصادفات جاده‌ای و ضررهای مالی و جانی ناشی از آن، به یکی از دغدغه‌های اقتصادی و اجتماعی تبدیل شده است. در سال ۲۰۰۴، سازمان بهداشت جهانی برنامه‌ای تحت عنوان " ایمنی راه، عدم حادثه" را جهت افزایش آگاهی از صدمات و هزینه‌های حوادث راه در پیش گرفت. در کشورهای مختلف بسیاری از مطالعات و طرح‌ها توسط دولت جهت بهینه سازی ایمنی راه ها، به کار گرفته شده است. مدیران ایمنی راه‌ها با بکارگیری استراتژی‌های متمایز همواره سعی در به تصویر کشیدن چشم اندازی صریح و روشن در زمینه‌های کمی و کیفی ایمنی راه‌ها داشته‌اند. با شناسایی نقاط قوت و ضعف اقدامات صورت گرفته در زمینه ایمنی راه‌ها و برطرف نمودن ضعف‌های موجود، شاخص کارایی بهبود یافته و از تخصیص نامناسب بودجه در این زمینه جلوگیری می‌گردد. لذا ارزیابی عملکرد ایمنی راه‌ها در سطح استان‌های کشور اقدامی شایسته و لازم می‌باشد زیرا با این مقایسه، هر استان می‌تواند به درک عمیق‌تری از وضعیت ایمنی راه‌های خود دست یافته و در برنامه ریزی‌های آینده خود، دقیق‌تر عمل نماید.

در سال‌های اخیر در اغلب کشورهای جهان برای ارزیابی عملکرد نهادها و دیگر فعالیت‌های رایج در زمینه‌های مختلف، از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شده است. اولین مطالعات در زمینه ایمنی راه‌ها که از DEA استفاده شده است، توسط Cook et al. (2001) صورت پذیرفته است که در آن برای اولویت بندی بهینه نقاط حادثه خیز جاده ها، از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. سپس (2001) Odeck. از تحلیل پوششی داده‌ها برای بررسی اهداف قابل دستیابی بخش‌های مختلف اداره راه‌های عمومی نروژ که مسئول خدمات ایمنی ترافیک هستند استفاده نموده است (Odeck.,2001).

در سال ۲۰۰۸، با استفاده از تحلیل‌پوششی‌داده‌ها مدلی جهت برنامه‌ریزی ایمنی راه‌ها توسط Run-de et al .(2008) ارائه گردید که این مدل به عنوان ابزاری برای الگوگذاری و اولویت‌بندی نیازها در زمینه ایمنی راه‌ها برپایه تقریب تعیین الگو استوار بوده است. در سال ۲۰۰۹، تحلیل‌پوششی‌داده‌ها توسط Sarkar et al. (2009) جهت تعیین اولویت‌های ایمنی راه‌ها برای مناطق مختلف بنگلادش به‌کار گرفته شده است(Sarka et al., 2009) . Shen et al. (2011) فرم جامع‌تری از این مدل باعنوان مدل تعمیم یافته چندلایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها را برای ارزیابی ساختار سلسله‌مراتبی اطاعات ایمنی راه‌ها ارائه نموده (Shen et al., 2011) و در سال ۲۰۱۲، DEA توسیع یافته را در ارزیابی ریسک ایمنی راه‌ها و تعیین هدف در این زمینه به کار گرفتند(Shen et al., 2012).

در سال ۲۰۱۴، Behnood et al. (2014) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی عملکرد ایمنی راه‌های ایران طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ و تعیین هدف برای هریک از شاخص‌های عملکرد ایمنی را هها پرداختند (Behnood et al., 2014).

در این تحقیق، از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد ایمنی راه‌ها استفاده شده است. مدل طراحی شده، ناکارایی مربوط به ۳۱ استان ایران که نقش واحدهای تصمیم گیری (DMU) را ایفا می‌کنند، در چهار سال ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹و ۱۳۹۰ محاسبه می نماید. نمره ناکارایی به عنوان خروجی نهایی تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص ارزیابی اقدامات انجام شده و همچنین ابزاری جهت تعیین اهداف آینده خواهد بود و نمره ناکارایی بیشتر، نشان از ناامن بودن راه‌های استان موردنظر در سال موردبررسی می‌باشد.

در بخش بعد شاخص‌های کارایی ایمنی جاده‌ها و چگونگی انتخاب اندازه‌های ایمنی و شاخص‌های ریسک مرگ‌ومیر برای تجزیه و تحلیل موردنظر، به طور کامل شرح داده شده است.

روش پژوهش

تحلیل‌پوششی‌داده‌ها (DEA) یک مدل مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که هدف اصلی آن ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) است. تکنیک تحلیل‌پوششی‌داده‌ها درمقایسه با سایر روش‌هایی که برای ارزیابی‌عملکرد وجود دارند دارای برتری‌هایی است که باعث شده کاربردهای آن به طور چشمگیری گسترش یابد. در سال‌های اخیر تحلیل‌پوششی‌داده‌ها به‌عنوان ابزاری سودمند در ارزیابی‌عملکرد واحدهای تولیدی و خدماتی شناخته شده است. تحلیل‌پوششی‌داده‌ها یک مدل غیرپارامتری جهت سنجش کارایی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری با چند ورودی و چند خروجی می‌باشد. بررسی مطالعات سه دوره ده ساله در زمینه کاربردهای DEA، دورنمای جامعی در حوزه فعالیت‌های مختلف صنعتی و مدیریتی پدید آورده است (Emrouznejad et al., 2008 & Cook et al., 2009).

نخستین مدل تعریف شده در زمینه تحلیل‌پوششی‌داده‌ها توسط Charnes, Coper و Rohdes تحت عنوان مدل CCR شناخته شده است (Charnes et al.,1978).

مدل CCR، از نسبت مجموع وزن‌دارشده خروجی‌ها به مجموع وزن‌دارشده ورودی‌ها به عنوان مقیاسی برای اندازه‌گیری کارایی n واحد تصمیم‌گیری بهره می‌گیرد. اگر هر واحد تصمیم‌گیری دارای m ورودی و s خروجی باشد، فرم برنامه‌ریزی‌خطی DEA برای ارزیابی کارایی DMU متناظر به‌صورت زیر است (Charnes et al.,1978):

$$max: \theta_o = u_1 y_{1\,o} + u_2 y_{2\,o} + \cdots + u_s y_{s\,o} \qquad (1)$$

$$subject\ to:$$

$$x_1 v_{1\,o} + x_2 v_{2\,o} + \cdots + x_m v_{mo} = 1 \qquad (2)$$

$$u_1 y_{1\,j} + u_2 y_{2\,j} + \cdots + u_s y_{s\,j} \le v_1 x_{1\,j} + v_2 x_{2\,j} + \cdots + v_m x_{m\,j}$$

$$(j = 1.2. \ldots . n) \qquad (3)$$

$$v_1 . v_2 . \ldots . v_m \ge 0 \qquad u_1 . u_2 . \ldots . u_s \ge 0$$

با حل این مساله، مقدار بهینه θ_0^* برای تابع هدف و مقدار بهینه V_i^* و u_r^* برای ضرایب تابع هدف تخمین زده می‌شود.

مقدار v_i^*، مقدار وزن بهینه برای ورودی iام می‌باشد که نشان دهنده میزان اهمیت آن می‌باشد. به طور مشابه مقدار u_r^*، نیز برای خروجی rام تعریف می‌شود. فرم به کار گرفته شده در این مقاله برای ایمنی جاده‌ها در عبارت (۵) تا (۷) نمایش داده شده است.

به طور کلی، شاخص عملکرد ایمنی جاده (RSPI) به هر شاخصی که به وقوع تصادفات یا جراحات مربوط شود اطلاق گردیده و در محاسبه کارایی ایمنی یا تشخیص فرآیندهایی که در وقوع تصادف موثر هستند مورداستفاده قرار می‌گیرد (European Transport Safety Council., 2001).

اطلاعات مورداستفاده در این تحقیق، ورودی و خروجی‌های مدل DEA را تشکیل می‌دهند. مجموعه شاخص‌های بکار گرفته‌شده در این تحقیق عبارتند از: ۱) پوشش عملیاتی پلیس، ۲) نقاط حادثه خیز رفع شده، ۳) دوربین‌های کنترل سرعت، ۴) خدمات فوریت‌های پزشکی، ۵) پروژه‌های روشنایی جاده. با درنظر گرفتن نرخ تلفات به عنوان خروجی مدل، به ارزیابی ایمنی راه‌ها در استان‌های کشور می‌پردازیم.

این شاخص‌ها معمولا شاخص‌های حمل‌ونقل بزرگراه را توصیف می‌کنند و شامل فاکتورهای انسانی و رفتاری نمی‌باشند. برای مثال شاخصی مانند میزان کمربند ایمنی بسته‌شده، الکل یا داروهای مضر مصرف شده توسط رانندگان، تخلفات انجام‌شده توسط وسایل نقلیه‌سنگین یا سرعت‌غیرمجاز، توسط طرح‌های واسطه‌ای مانند جریمه‌های عمومی ترافیک یا قوانین اجرایی کنترل می‌شود، درنتیجه نمی‌توان آنها را

مستقیما توسط منابع موثق اجرایی بدست آورد. اما اندازه‌هایی مانند مناطق پرخطر رفع‌شده و تعداد ایستگاه‌های پلیس در هر واحد طول موردنظر را می‌توان به سادگی از طریق نمایندگان دستگاه های‌اجرایی به دست آورد.

انتخاب تعداد زیادی از شاخص‌ها به‌عنوان ورودی می‌تواند فرایند تجزیه‌وتحلیل را پیچیده سازد و توازن موردنیاز بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را در تجزیه‌و تحلیل DEA دچار آشفتگی سازد.

به عنوان یک معیارتجربی در تجزیه‌وتحلیل DEA، نامساوی زیر باید بین تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها برقرار باشد.

$$\text{تعداد واحدهای تصمیم گیری} \geq 3 \times (\text{تعداد ورودی ها} + \text{تعداد خروجی ها})$$

درغیراین‌صورت تعداد زیادی از DMUها در محدوده کارا قرار گرفته و نمره کارایی‌شان برابر ۱ خواهد بود و درنتیجه قدرت مدل کاهش خواهد یافت.

تعدادی از معیارهای به کارگرفته شده در انتخاب مجموعه‌ای از شاخص‌ها از میان لیست شاخص‌های معرفی شده توسط IRSC به شرح ذیل می‌باشد:

شاخص‌ها باید شامل اطلاعات صحیحی از تمامی استان‌ها حداقل برای یک‌سال باشد. شاخص‌هایی که تنها از بعضی استان‌ها جمع‌آوری شده باشد یا اطلاعات به‌دست‌آمده از سخنرانی‌ها یا جلسات برای تجزیه‌وتحلیل مناسب نمی‌باشد. داده‌ها، باید شامل اطلاعاتی که سالانه توسط نمایندگان‌دولت منتشر می‌شود باشد.

داده‌ها باید قابل‌کنترل و اجرا باشند.

داده‌های ورودی باید نسبت به دیگر ورودی‌ها مستقل باشد، به عبارت دیگر هیچ‌یک از شاخص‌های موردنظر به‌عنوان ورودی نباید تابعی از بقیه داده‌ها باشد، بنابراین هیچ وابستگی‌خطی بین داده‌ها وجود ندارد.

براساس شاخص‌های عملکرد ایمنی جاده بحث شده در این بخش، ۵ شاخص به عنوان ورودی معرفی می‌شود:

1- پوشش‌عملیاتی‌پلیس: تعداد ایستگاه‌های پلیس بزرگراه در هر ۱۰۰ کیلومتر

2- نقاط حادثه‌خیز رفع‌شده: تعداد نقاط حادثه‌خیز رفع‌شده در هر ۱۰۰ کیلومتر

3-دوربین‌های کنترل سرعت: تعداد دوربین‌های ثابت کنترل‌سرعت در هر ۱۰۰ کیلومتر

4-خدمات فوریت‌های پزشکی: تعداد پایگاه‌های اورژانس در هر ۱۰۰ کیلومتر

5-پروژه‌های روشنایی جاده: طول راه‌های مجهز به تجهیزات روشنایی در هر ۱۰۰ کیلومتر

شاخص‌های ذکر شده در بالا به‌عنوان ورودی درنظر گرفته‌شده و شاخص ریسک که منعکس‌کننده میزان فوت می‌باشد و شامل دو نوع ریسک مرگ‌ومیر جاده‌ای می‌باشد به‌عنوان خروجی تعریف شده است.

شاخص‌ریسک فوت نوع اول: تعداد تلفات جاده‌ها در هر یک میلیون وسیله نقلیه-کیلومتر طی‌شده.

شاخص‌ریسک فوت نوع دوم: تعداد تلفات جاده‌ها در هر ۱۰۰کیلومتر از راه‌های برون شهری.

جدول شماره ۱ شامل تمامی ورودی‌ها وخروجی‌های به‌کارگرفته‌شده می‌باشد.

جدول ۱

ورودی‌ها و خروجی‌ها در سال ۱۳۸۷

ردیف	استان ها	ورودی اول	ورودی دوم	ورودی سوم	ورودی چهارم	ورودی پنجم	خروجی اول	خروجی دوم	نمره ناکارایی
۱	آذربایجان شرقی	۱۰	۳۸	۵۹	۸۳	۰	۰,۲۰۷	۱۶,۷۲	۱,۴۴
۲	آذربایجان غربی	۷	۱۶	۳۸	۷۳	۰	۰,۱۹	۱۷,۹۵	۲,۲۳
۳	اردبیل	۵	۱۳	۱۴	۱۳۲	۰	۰,۳۱۹	۱۴,۱۱	۱,۰۱
۴	اصفهان	۱۳	۵۴	۶۸	۹۹	۲۲	۰,۱۵۶	۱۶,۸۱	۱
۵	ایلام	۴	۱۶	۵	۲	۰	۰,۲۸	۹,۴۶	۲,۲۵
۶	بوشهر	۵	۲۷	۱۱	۴۷	۰	۰,۳۴۸	۱۲,۶۹	۲,۲۲
۷	تهران	۱۴	۵۵	۱۰	۲۵۰	۵۰	۰,۳۸۲	۵۹,۹۷	۱,۷۰
۸	چهارمحال و بختیاری	۴	۱۹	۲۳	۵۱	۰	۰,۲۰۲	۹,۳۱	۲,۰۲
۹	خراسان جنوبی	۴	۲۸	۷	۵۴	۰	۰,۲۶۳	۴,۶۷	۱
۱۰	خراسان رضوی	۱۶	۸۱	۵۷	۱۵۴	۰	۰,۱۲۸	۱۷,۰۷	۱
۱۱	خراسان شمالی	۴	۹	۱۴	۵۱	۰	۰,۶۴۸	۲۲,۹۷	۳,۳۳
۱۲	خوزستان	۱۰	۶۶	۷۲	۷۳	۰	۰,۱۳۹	۱۷,۳۶	۱,۳۰
۱۳	زنجان	۶	۲۳	۳۹	۵۹	۰	۰,۸۳	۲۱,۴۲	۳,۲۳
۱۴	سمنان	۸	۲۳	۱۷	۸۴	۰	۰,۹۷۵	۲۴,۱۲	۲,۸۰
۱۵	سیستان و بلوچستان	۹	۵۵	۲۳	۲۵	۰	۰,۱۴	۱۱,۳۶	۱,۰۸
۱۶	فارس	۱۴	۸۱	۱۲۵	۱۱۵	۰	۰,۱۳۵	۱۷,۱۱	۱
۱۷	قزوین	۶	۱۷	۳۸	۹۸	۲۲	۱,۲۹۶	۳۵,۱۰	۲,۳۰
۱۸	قم	۴	۱۳	۱۸	۸۴	۳۴	۲,۲۱۴	۴۲,۴۸	۱,۶۱
۱۹	کردستان	۴	۱۳	۳۹	۴۵	۰	۰,۳۱۲	۲۴,۸۹	۴,۱۶
۲۰	کرمان	۹	۶۲	۱۱۵	۳۳	۰	۰,۱۸۲	۱۲,۲۴	۱
۲۱	کرمانشاه	۹	۱۵	۱۵	۱۳۴	۰	۰,۱۴۱	۱۶,۱۲	۱,۰۳
۲۲	کهکیلویه و بویراحمد	۳	۱۸	۹	۲۴	۰	۰,۳۶۷	۹,۶	۳,۲۳
۲۳	گلستان	۴	۲۴	۲۹	۱۵۴	۰	۰,۵۹۸	۲۹,۸	۱,۹۵
۲۴	گیلان	۸	۲۴	۴۳	۱۳۴	۰	۰,۵۸۵	۳۶,۴۸	۲,۸۶
۲۵	لرستان	۶	۳۱	۲۳	۶۹	۰	۰,۵۸	۳۲,۷۹	۴,۴۸
۲۶	مازندران	۱۰	۳۶	۶۷	۲۳۰	۰	۰,۶۲۱	۳۲,۲۵	۱,۲۶
۲۷	مرکزی	۸	۱۶	۲۸	۷۵	۹	۰,۴۷۳	۲۴,۳	۲
۲۸	هرمزگان	۵	۲۵	۶	۲۱	۰	۰,۴۲۲	۱۲,۱۴	۲,۴۵
۲۹	همدان	۵	۱۹	۱۹	۴۳	۰	۰,۴۶	۲۸,۵۷	۵,۸۱
۳۰	یزد	۶	۲۰	۹	۴۳	۰	۰,۷۳۲	۷,۴۷	۱,۲۶

ادامه جدول ۱. ورودی‌ها و خروجی‌ها در سال ۱۳۸۷

ردیف	استان ها	ورودی اول	ورودی دوم	ورودی سوم	ورودی چهارم	ورودی پنجم	خروجی اول	خروجی دوم	نمره ناکارایی
۱	آذربایجان شرقی	۱۰	۴۴	۳۹	۱۱۹	۰	۰,۱۹۳	۱۶,۷۲	۱,۳۲
۲	آذربایجان غربی	۷	۲۶	۲۵	۷۳	۰	۰,۱۵۳	۱۷,۹۵	۲,۲۳
۳	اردبیل	۵	۱۴	۹	۱۳۷	۰	۰,۳۵۹	۱۴,۱۱	۱,۰۶
۴	اصفهان	۱۳	۵۵	۱۰۴	۱۳۷	۲۱	۰,۱۳۴	۱۶,۸۱	۱
۵	ایلام	۴	۱۶	۱۱	۱۱	۰	۰,۲۵۷	۹,۴۶	۲,۱۸
۶	بوشهر	۵	۲۷	۱۲	۷۰	۳	۰,۳۹۲	۱۲,۶۹	۱,۸۲
۷	تهران	۱۴	۶۴	۹۵	۲۷۸	۴۷	۰,۳۳۷	۵۹,۹۷	۱,۱۲
۸	چهارمحال و بختیاری	۴	۲۴	۴۵	۵۲	۰	۰,۱۴۹	۹,۳۱	۱,۳۵
۹	خراسان جنوبی	۴	۲۸	۳۵	۵۴	۰	۰,۲۵۳	۴,۶۷	۱
۱۰	خراسان رضوی	۱۶	۸۳	۲۵	۱۶۱	۰	۰,۱۲۵	۱۷,۰۷	۱
۱۱	خراسان شمالی	۴	۱۱	۱۶	۵۴	۰	۰,۵۹	۲۲,۹۷	۴,۳۷
۱۲	خوزستان	۱۰	۶۷	۱۰۹	۱۴۳	۰	۰,۱۲	۱۷,۳۶	۱
۱۳	زنجان	۶	۲۶	۴۵	۵۹	۱۰	۰,۷۳۸	۲۱,۴۲	۲,۷۰
۱۴	سمنان	۸	۲۶	۱۳	۱۰۰	۰	۰,۹۱	۲۴,۱۲	۲,۶۱
۱۵	سیستان و بلوچستان	۹	۶۰	۲۲	۴۸	۰	۰,۱۲۷	۱۱,۳۶	۱,۰۱
۱۶	فارس	۱۴	۸۲	۸۳	۱۲۳	۰	۰,۱۲۲	۱۷,۱۱	۱
۱۷	قزوین	۶	۱۹	۱۲	۱۶۳	۳۲	۰,۹۷۲	۳۵,۱۰	۱,۴۱
۱۸	قم	۴	۱۳	۱۱	۱۰۵	۳۶	۱,۹۵۷	۴۲,۴۸	۱,۵۶
۱۹	کردستان	۴	۱۹	۱۵	۴۵	۰	۰,۲۸۲	۲۴,۸۹	۵,۱۷
۲۰	کرمان	۹	۶۷	۶۸	۸۶	۶	۰,۱۳۴	۱۲,۲۴	۱
۲۱	کرمانشاه	۹	۱۷	۱۶	۱۴۵	۳	۰,۱۶۲	۱۶,۱۲	۱,۰۴
۲۲	کهکیلویه و بویراحمد	۳	۱۸	۳۹	۲۸	۰	۰,۲۹۳	۹,۶	۱,۷۰
۲۳	گلستان	۴	۲۳	۱۴	۱۵۴	۰	۰,۶۰۸	۲۹,۸	۱,۹۴
۲۴	گیلان	۸	۲۵	۲۱	۱۳۸	۰	۰,۶۳۸	۳۶,۴۸	۲,۶۲
۲۵	لرستان	۶	۳۴	۱۸	۸۷	۰	۰,۵۵۷	۳۲,۷۹	۳,۷۲
۲۶	مازندران	۱۰	۴۵	۲۲	۲۵۰	۰	۰,۵۹۳	۳۲,۲۵	۱,۲۸
۲۷	مرکزی	۸	۱۶	۶۴	۹۳	۱۵	۰,۵۷۴	۲۴,۳	۲,۰۵
۲۸	هرمزگان	۵	۲۵	۲۵	۲۳	۱۶	۰,۴۳۳	۱۲,۱۴	۱
۲۹	همدان	۵	۲۲	۴۰	۶۵	۰	۰,۴۰۳	۲۸,۵۷	۳,۹۴
۳۰	یزد	۶	۳۲	۱۶	۶۹	۱۰	۰,۶۳۳	۷,۴۷	۱

ادامه جدول۱، ورودی‌ها و خروجی‌ها در سال ۱۳۸۹

ردیف	استان ها	ورودی اول	ورودی دوم	ورودی سوم	ورودی چهارم	ورودی پنجم	خروجی اول	خروجی دوم	نمره ناکارایی
۱	آذربایجان شرقی	۱۰	۵۹	۳۰	۱۲۷	۰	۰,۲۳۳	۱۶,۷۲	۱,۵۸
۲	آذربایجان غربی	۷	۲۵	۷۶	۱۰۳	۰	۰,۱۶۶	۱۷,۹۵	۱,۵۶
۳	اردبیل	۵	۱۵	۱۲	۱۳۷	۰	۰,۳۵۴	۱۴,۱۱	۱,۱۶
۴	اصفهان	۱۳	۵۶	۱۲	۱۴۰	۲۰	۰,۱۳۸	۱۶,۸۱	۴
۵	ایلام	۴	۱۶	۳۹	۱۲	۰	۰,۲۳۹	۹,۴۶	۲,۰۹
۶	بوشهر	۵	۲۹	۱۶	۷۳	۳	۰,۴۳۵	۱۲,۶۹	۱,۷۸
۷	تهران	۱۰	۴۳	۹۵	۱۸۷	۴۱	۰,۴۵۳	۵۹,۹۷	۱,۳۳
۸	چهارمحال و بختیاری	۴	۲۴	۲۳	۵۲	۰	۰,۱۹۴	۹,۳۱	۲,۴۲
۹	خراسان جنوبی	۴	۳۱	۸۹	۵۳	۰	۰,۲۲۵	۴,۶۷	۱
۱۰	خراسان رضوی	۱۶	۸۹	۳۳	۱۷۱	۰	۰,۱۲۵	۱۷,۰۷	۱
۱۱	خراسان شمالی	۴	۱۹	۲	۵۶	۰	۰,۵	۲۲,۹۷	۳,۸۷
۱۲	خوزستان	۱۰	۷۰	۳۴	۱۴۸	۰	۰,۱۴۲	۱۷,۳۶	۱,۲۴
۱۳	زنجان	۶	۲۶	۳۰	۵۶	۱۰	۰,۶۷۷	۲۱,۴۲	۲,۵۲
۱۴	سمنان	۸	۲۸	۱۹	۱۰۸	۰	۰,۹۷	۲۴,۱۲	۲,۸۲
۱۵	سیستان و بلوچستان	۹	۶۶	۱۶	۶۶	۰	۰,۱۲۹	۱۱,۳۶	۱,۱۶
۱۶	فارس	۱۴	۹۰	۱۶۲	۱۲۴	۰	۰,۱۳	۱۷,۱۱	۱
۱۷	قزوین	۶	۲۱	۸	۱۷۸	۳۱	۰,۶۰۸	۳۵,۱۰	۱۱۴
۱۸	قم	۴	۱۵	۳	۱۰۵	۳۳	۲,۴۷۹	۴۲,۴۸	۱,۹
۱۹	کردستان	۴	۲۱	۱۵	۴۳	۰	۰,۳۲۸	۲۴,۸۹	۶,۱۸
۲۰	کرمان	۹	۷۸	۷۱	۱۰۸	۶	۰,۱۳۴	۱۲,۲۴	۱
۲۱	کرمانشاه	۹	۱۷	۱۶	۱۴۵	۳	۰,۱۷۹	۱۶,۱۲	۱,۱۹
۲۲	کهکیلویه و بویراحمد	۳	۲۱	۱۷	۱۸	۰	۰,۳۱۹	۹,۶	۳,۳۴
۲۳	گلستان	۴	۲۳	۹۸	۱۱۷	۰	۰,۶۴۸	۲۹,۸	۲,۵۷
۲۴	گیلان	۸	۲۵	۱۵	۱۵۱	۰	۰,۵۹۵	۳۶,۴۸	۲,۵۶
۲۵	لرستان	۶	۳۴	۵	۹۴	۰	۰,۴۶۶	۳۲,۷۹	۳,۴۶
۲۶	مازندران	۱۰	۴۵	۴۵	۲۶۰	۰	۰,۵۵۱	۳۲,۲۵	۱,۲۶
۲۷	مرکزی	۸	۱۶	۱۳	۱۵۷	۱۱	۰,۸۲۱	۲۴,۳	۲
۲۸	هرمزگان	۵	۲۵	۱۶	۴۳	۱۸	۰,۵۳۲	۱۲,۱۴	۱
۲۹	همدان	۵	۲۳	۱۹	۷۰	۰	۰,۴۱۲	۲۸,۵۷	۴,۳۱
۳۰	یزد	۶	۳۰	۶۹	۷۰	۱۰	۰,۶۸۴	۷,۴۷	۱

جدول۱.ورودی‌ها و خروجی‌ها در سال ۱۳۹۰

ردیف	استان ها	ورودی اول	ورودی دوم	ورودی سوم	ورودی چهارم	ورودی پنجم	خروجی اول	خروجی دوم	نمره ناکارایی
۱	آذربایجان‌شرقی	۱۲	۷۲	۲۴	۱۲۹	۰	۰,۲۳۸	۱۸,۷۵	۱,۷۰
۲	آذربایجان‌غربی	۷	۲۷	۱۵	۱۰۳	۰	۰,۱۳۶	۱۸,۶۸	۱,۶۴
۳	اردبیل	۵	۱۸	۱۵	۱۳۷	۰	۰,۳۰۴	۱۴,۳۷	۱,۳۳
۴	اصفهان	۱۳	۶۴	۱۳	۱۴۰	۲۱	۰,۱۲۳	۱۶,۵۷	۱
۵	البرز	۴	۲۲	۳۲	۹۱	۰	۵,۳۶	۰	۱۰,۹۳
۶	ایلام	۴	۲۵	۳۲	۱۲	۰	۰,۲۰۳	۸,۷۸	۲,۵۵
۷	بوشهر	۵	۳۱	۷	۷۳	۳	۰,۷۷۶	۱۲,۱۹	۴,۴۰
۸	تهران	۱۰	۴۴	۵۲	۲۳۰	۴۱	۰,۲۶۱	۷۳,۲۸	۱
۹	چهارمحال و بختیاری	۴	۲۵	۱۹	۵۳	۰	۰,۱۸۸	۱۱,۶۳	۲,۸۴
۱۰	خراسان‌جنوبی	۴	۳۴	۴۵	۵۳	۰	۰,۱۱۲	۴,۴۶	۱
۱۱	خراسان‌رضوی	۱۶	۹۹	۳۹	۱۷۱	۰	۰,۱۱۳	۱۶,۲	۱
۱۲	خراسان‌شمالی	۴	۲۲	۱۰	۵۸	۰	۰,۳۹۲	۱۹,۵۲	۴,۰۹
۱۳	خوزستان	۱۰	۷۳	۲۷	۱۵۵	۰	۰,۱۲۳	۱۷,۶۱	۱,۱۱
۱۴	زنجان	۶	۲۶	۱۶	۶۶	۱۰	۰,۵۹	۲۰,۹۲	۲,۹
۱۵	سمنان	۸	۳۴	۵۵	۱۱۱	۰	۰,۸۳۵	۲۶,۵۹	۳,۵۸
۱۶	سیستان و بلوچستان	۱۱	۷۴	۴۸	۶۹	۰	۰,۱۱۶	۱۲,۳۶	۱,۱۴
۱۷	فارس	۱۴	۱۰۴	۷۴	۱۲۴	۰	۰,۱۱۸	۱۸,۱	۱
۱۸	قزوین	۶	۲۳	۲۸	۱۷۸	۳۱	۰,۷۴۸	۲۷,۷۴	۱,۳۸
۱۹	قم	۴	۱۶	۴	۱۵۱	۳۷	۱,۶۱۴	۴۳,۱۵	۱,۳۸
۲۰	کردستان	۴	۲۱	۲۹	۵۰	۰	۰,۲۲۷	۲۵,۲۵	۳,۹۷
۲۱	کرمان	۹	۸۳	۵۱	۱۱۲	۸	۰,۱۱۹	۱۱,۸۶	۱
۲۲	کرمانشاه	۹	۱۷	۶۲	۱۴۵	۳	۰,۱۶۴	۱۶,۷۹	۱,۱۲
۲۳	کهکیلویه و بویراحمد	۳	۲۱	۲۸	۱۸	۰	۰,۲۴۸	۱۱,۰۱	۳,۶۹
۲۴	گلستان	۴	۳۱	۱۳	۱۳۵	۰	۰,۵۴۲	۲۷,۸۱	۲,۸۰
۲۵	گیلان	۸	۲۸	۴۰	۱۵۱	۷	۰,۴۴	۳۵,۶۳	۲,۴۸
۲۶	لرستان	۶	۳۷	۵۱	۱۲۵	۰	۰,۴۰۶	۳۰,۱۴	۲,۷۸
۲۷	مازندران	۱۰	۵۰	۲۶	۲۸۵	۰	۰,۴۶۷	۳۰,۰۵	۱,۳۱
۲۸	مرکزی	۸	۲۲	۸	۱۶۲	۱۱	۰,۶۶	۳۱,۸	۲,۱۳
۲۹	هرمزگان	۵	۲۹	۱۶	۴۴	۱۸	۰,۴۰۹	۱۲,۱۴	۱
۳۰	همدان	۶	۲۳	۵۱	۷۰	۰	۰,۳۶۶	۲۷,۹۸	۳,۵۳
۳۱	یزد	۶	۳۰	۷۴	۹۶	۱۰	۰,۶۶۵	۷,۶	۱

در این مطالعه، ناکارایی ایمنی تعریف‌شده در هر استان بااستفاده از ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌شرح زیر برآورده می‌شود:

ورودی‌ها شامل پنج شاخص‌عملکردی ایمنی می‌باشد که معرف مقدار عملیات و اقدامات ایمن‌سازی پیاده‌شده در هر استان است.

خروجی‌ها شامل دو شاخص ریسک فوت‌ترافیکی است. عامل‌خروجی در صورت‌کسر رابطه ناکارایی قرارگرفته و این نسبت برای هر استان باید به حداقل برسد.

مقدار ناکارایی نسبی در هراستان از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$I = \frac{\sum_{r=1}^{2} WFI_r}{\sum_{i=1}^{5} WPI_i} \qquad (4)$$

دراین رابطه:

I شاخص ناکارایی است که باید به‌حداقل برسد.

WFI_r = مقدار وزن‌دار شاخص‌تلفات برای شاخص‌ریسک نوع r

WPI_i = مقدار وزن‌دار شاخص‌عملکردی برای ورودی i ام

هرکدام از جملات‌صورت و مخرج‌کسر ارائه شده در رابطه‌ی‌فوق، دارای ضرایبی است که نشان‌دهنده اهمیت هریک از ورودی‌ها و خروجی‌ها در ایجاد ناکارایی‌نسبی می‌باشد. باتوجه به تساوی‌فوق، کاهش‌ناکارایی که به‌عنوان ایمنی‌راه‌ها تعبیر می‌شود با دو روش زیر به‌دست می‌آید:

کاهش‌شاخص‌تلفات‌جاده‌ای

افزایش‌اقدامات ایمن‌سازی راه‌ها

هردو اقدامات ذکرشده منجربه کاهش‌ناکارایی و کمک‌به کاهش‌تلفات‌جاده‌ای می‌شوند.

باتوجه به تحلیل ۳۰ استان در سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و۱۳۸۹ و ۳۱ استان در سال ۱۳۹۰ جمعا ۱۲۱ واحد تصمیم‌گیری خواهیم داشت که برای هریک از این ۱۲۱ واحد یک عمل بهینه‌سازی انجام می‌شود. در مطالعه‌هایی که پیرامون شاخص‌های توسعه انسانی به‌منظور رتبه‌بندی استان‌های کشور با رویکرد تحلیل‌پوششی‌داده‌ها انجام‌شده روش CCR نسبت به روش BCC از قابلیت بهتری جهت تفکیک امتیاز واحدهای تصمیم‌گیری و درنتیجه کارایی مطلوب‌تری برخوردار است. باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات مشابه (Azar et al., 2005)، در این تحقیق از روش CCR برای محاسبه ناکارایی هریک از واحدهای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. مساله برنامه‌ریزی‌خطی متناظر با هریک از واحدهای تصمیم‌گیری به‌شرح زیر می‌باشد:

$$\min \theta = u_1 y_1 + u_2 y_2 = \sum_{r=1}^{2} u_r y_r \qquad (5)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{5} v_i x_i = 1 \qquad (6)$$

$$\sum_{r=1}^{2} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{5} v_i x_{ij} \geq 0 \qquad (7)$$

$$v_i . u_r \geq 0 \qquad (8)$$

با اجرای دستگاه بهینه‌سازی فوق برای هریک از واحدهای‌تصمیم‌گیری، شاخص‌ناکارایی عددی بزرگتر یا مساوی یک به‌دست می‌آید که عدد یک نشان‌دهنده موفقیت استان‌مربوطه در سال مشخص‌شده در کاهش تلفات‌جاده‌ای با بهره‌گیری از اقدامات پیاده‌شده است. واحدهای الگو برای هر واحد ناموفق شامل آن دسته از واحدهای تصمیم‌گیری است که مقدار محدودیت رابطه (8) متناظر با آن دقیقا برابر با صفر است. به‌عبارت‌دیگر، واحدهای الگو شامل واحدهایی می‌گردد که بااستفاده از وزن‌های واحدناموفق، مجموع‌وزن‌دارشده ورودی‌های آن دقیقا برابر با

مجموع وزن‌دار خروجی‌های آن و درنتیجه شاخص‌ناکارایی آن برای واحد موردبررسی برابر با حداقل مقدار یک شود. در جدول ۲ واحدهای‌الگو متناظر با هریک از واحدهای ناموفق نمایش‌داده شده‌است. قیمت‌دوگان برای هریک از واحدهای‌موفق با حل مدل‌دوگان مربوط به مساله برنامه‌ریزی رابطه (9) به‌دست می‌آید. مدل‌دوگان موردنظر به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Max\ \omega_o \qquad (9)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{5} \sigma y_{rj}\lambda_j \le y_r \qquad (10)$$

$$x_i\omega_0 - \sum_{j=1}^{30} x_{ij}\lambda_j \le 0 \qquad (11)$$

$$\omega_o.\lambda_j \ge 0$$

در این روابط ω_o مقدار تابع هدف مدل‌دوگان و λ_j قیمت‌دوگان برای هریک از واحدهای‌تصمیم‌گیری می‌باشد. مقادیر $\lambda_j \neq 0$ قیمت‌دوگان برای الگوهای واحد موردبررسی می‌باشد.

جدول ۲

واحدهای الگو برای هریک از واحدهای تصمیم گیری

ردیف	استان‌ها	سال ۸۷	سال۸۸	سال۸۹	سال۹۰
۱	آذربایجان‌شرقی	۱۰و۱۶	۱۰و۱۲	۹و۱۰	۱۰ و ۱۱
۲	آذربایجان‌غربی	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۰و۱۲	۹و۱۰و۱۶	۱۰و۱۱
۳	اردبیل	۹و۱۰	۹و۱۰	۹و۱۰	۱۰و۱۱
۴	اصفهان	۴	۴	۴	۴
۵	البرز	-	-	-	۱۰
۶	ایلام	۱۰	۹و۱۰	۹و۱۰	۱۰و۱۱و۱۷
۷	بوشهر	۹و۱۰	۴و۹و۱۰	۴و۹و۳۰	۴و۱۰و۳۱
۸	تهران	۴و۱۰	۴	۴و۱۶	۸
۹	چهارمحال و بختیاری	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۲	۹و۱۰	۱۰و۱۱
۱۰	خراسان‌جنوبی	۹	۹	۹	۱۰
۱۱	خراسان‌رضوی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱
۱۲	خراسان‌شمالی	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۰	۹و۱۰	۱۰و۱۱
۱۳	خوزستان	۱۰و۱۶	۱۲	۹و۱۰و۱۶	۱۰و۱۱
۱۴	زنجان	۹و۱۰و۱۶	۴و۳۰	۴و۹و۳۰	۴و۲۹و۳۱
۱۵	سمنان	۹و۱۰	۹و۱۰	۹و۱۰	۱۰و۱۱

۱۶	سیستان و بلوچستان	۹و۱۰	۹و۱۰و۲۰	۹و۱۰و۲۰	۱۰و۱۱و۱۷
۱۷	فارس	۱۶	۱۶	۱۶	۱۷
۱۸	قزوین	۴	۴و۲۸و۳۰	۴و۲۸و۳۰	4,29,31
۱۹	قم	۴	۴و۲۸و۳۰	۲۸و۳۰	۴و۲۹
۲۰	کردستان	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۰و۱۲	۹و۱۰	۱۰و۱۱و۱۷
۲۱	کرمان	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱
۲۲	کرمانشاه	۹و۱۰	۴و۹و۱۰	۴و۹و۱۰	۱۰و۱۱و۱۷و۲۱
۲۳	کهکیلویه و بویراحمد	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۲	۹و۱۰و۲۰	۱۰و۱۱و۱۷
۲۴	گلستان	۹و۱۰	۹و۱۰	۹و۱۰و۱۶	۱۰و۱۱
۲۵	گیلان	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۰	۹و۱۰	۴و۱۰و۱۱
۲۶	لرستان	۹و۱۰و۱۶	۹و۱۰	۹و۱۰	۱۰و۱۱
۲۷	مازندران	۹و۱۰	۹و۱۰	۹و۱۰	۱۰و۱۱
۲۸	مرکزی	۴و۹و۱۰	۴و۳۰	۴و۹و۱۰	۴و۱۰و۳۱
۲۹	هرمزگان	۱۰	۲۸	۲۸	۲۹
۳۰	همدان	۱۰و۱۶	۴و۹و۱۰و۱۲	۹و۱۰	۱۰و۱۷
۳۱	یزد	۱۰	۳۰	۳۰	۳۱

یافته‌ها

بحث تعیین اهداف ایمنی راه‌ها و چگونگی دستیابی به این اهداف مساله‌ای جذاب و چالش‌برانگیز برای محققان و تصمیم‌گیران در مدیریت کلان ایمنی‌راه‌ها می‌باشد که مقاله حاضر راه روشنی را در پیش‌روی این مساله گذاشته است. این مقاله با بهره‌گیری از ظرفیت‌های روش تحلیل‌پوششی‌داده‌ها در مسائل تصمیم‌گیری، به چگونگی تعیین واحدهای‌الگو (استان‌های موفق در تامین ایمنی جاده‌ها) کمک قابل-توجهی می‌نماید.

در این تحقیق عملکردهای ایمنی‌راه‌ها و شاخص‌های‌ریسک‌تلفات در تمام استان‌های ایران طی سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۸۸، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ موردبررسی قرارگرفته است. بامحاسبه مقادیر u_i و v_j به‌عنوان متغیرهای‌تصمیم هر DMU به دنبال حل مساله به‌گونه‌ای هستیم که مقدار ناکارایی مینیمم گردد.

پس از محاسبه نمره کارایی هریک از DMUها، به تعیین واحدهای‌الگو برای استان‌های ناموفق و تعیین الویت‌های راهبردی برای کاهش تلفات‌جاده‌ای پرداخته شده است.

در بین ۳۰ استان مورد بررسی قرار گرفته در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ و ۳۱ استان در سال ۱۳۹۰، ۵ استان اصفهان، خراسان‌جنوبی، خراسان‌رضوی، فارس، کرمان در سال ۱۳۸۷، ۸ استان اصفهان، خراسان‌جنوبی، خراسان‌رضوی، خوزستان، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد در سال ۱۳۸۸، ۷ استان اصفهان، خراسان‌جنوبی، خراسان‌رضوی، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد در سال ۱۳۸۹ و ۸ استان اصفهان، تهران، خراسان‌جنوبی، خراسان‌رضوی، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد در سال ۱۳۹۰ دارای بهترین کارایی (نمره ناکارایی ۱) بوده‌اند و درواقع این استان‌ها، الگویی برای سایر استان‌های ناکارا در سال موردبررسی می‌باشند. کارایی این واحدها در سال موردبررسی به این معناست که واحدی در آن سال وجود ندارد که با ورودیهای بیشتر (یا برابر)، بتواند خروجی برابر (یا کمتر) را تولید نماید. به عنوان نمونه در سال ۱۳۹۰، استانی در این سال وجود ندارد که با ورودی‌هایی بزرگتر (یا مساوی) ورودیهای استان اصفهان بتواند خروجی مساوی (یا کمتر) تولید نماید. لذا در این سال، استان اصفهان جزء استان‌های کارا می‌باشد.

همچنین در سال ۱۳۸۷ استان همدان، لرستان و کردستان، در سال ۱۳۸۸ استان‌های کردستان، خراسان‌شمالی و همدان، در سال ۱۳۸۹ استان‌های کردستان، همدان و خراسان‌شمالی و در سال ۱۳۹۰ استان‌های البرز، بوشهر و خراسان‌شمالی بالاترین نمره ناکارایی را کسب نموده اند. استان‌های ناکارا می‌توانند با بهبود مقادیر ورودی‌ها یا خروجی‌هایشان (هردو) و نزدیک شدن به مقادیر هدف تعیین شده، میزان ناکارایی‌شان را کاهش دهند. به عنوان نمونه استان یزد، با افزایش ورودی‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم و کاهش خروجی اول در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال۱۳۸۷ موفق گردید میزان ناکارایی‌خود را به میزان ۰,۲۶ کاهش دهد و به واحد کارا تبدیل گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از تحلیل‌پوششی‌داده‌ها به بررسی ایمنی راه‌های استان‌های مختلف پرداخته و توانستیم به جایگاه هر استان از نظر عملکردی در بین سایر استان‌ها مطلع گردیده و نقاط ضعف موجود در هر استان را شناسایی نماییم و با مشخص کردن واحدهای الگو، به بهتر شدن عملکرد استان مربوطه کمک نماییم. مدیران هر استان می‌تواند با توجه به نتایج به‌دست آمده و ظرفیت‌های موجود، تصمیمات درست را در زمینه بهبود وضعیت ایمنی راه‌ها اتخاذ نمایند.

این مقاله با ارائه روش‌شناسی قوی و داده‌های معتبر، می‌تواند به سیاست‌گذاران در بهبود و کارآمد کردن برنامه‌های ایمنی راه‌ها کمک شایانی نماید. به‌علاوه، می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای تحقیقات آینده در زمینه ایمنی راه‌ها و استفاده بهینه از منابع در کشورهای درحال توسعه استفاده شود.

باتوجه به هزینه‌های جانی و مالی که هرساله به واسطه بروز تصادفات جاده‌ای به کشور تحمیل می‌گردد و لزوم بهتر شدن وضعیت ایمنی راه‌ها، به عنوان پیشنهادی برای تحقیقات آینده می‌توان به ارزیابی عملکرد ایمنی راه‌های ایران با سایر کشورهای جهان به‌وسیله تحلیل‌پوششی‌داده‌ها پرداخت و بدین‌وسیله به بهبود وضعیت ایمنی راه‌های کشور کمک نماییم. همچنین عواملی مانند شرایط اقتصادی و ساختار حمل‌ونقل نیز می‌تواند بر کارایی برنامه‌های ایمنی تاثیرگذار باشد و بهتر است در تحقیقات آتی موردتوجه قرار گیرد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

Adriaanse, A. (1993). Environmental Policy Performance Indicators. A study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands, Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment. Sdu Publishers,The Hagu.

Azar, A., and Gholamrezaei, D. (2005). Ranking of Iran's provinces with data envelopment analysis approach (using human development index), *Iranian Jornal of Economic Research*, 27, pp. 153-173Behnood, H.R., Ayati, E., Hermans, E. and Pirayesh Neghab, M.A. (2014). Road safety performance evaluation and policy by data envelopment analisis; A case study of provincial data in Iran, *Scientia Iranica* 21(5), 1515-1528.

Charnes, A., Cooper, W.W. and Rohdes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making unites, European *Journal of Operational Research*, pp. 429-444. https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8

Cook, W. D., Kazakov, A. and Persaud, B.N. (2001). Prioritizing highway accident sites: A data envelopment analysis model, *Journal of the Operation Research Society*, 52, pp. 303-309. https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601078

Cook, W.D. and Seiford, L.M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on, *European Journal of Operational Research* 192(1), pp. 1-17. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032

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. https://doi.org/10.1016/j.seps.2007.07.002

European Transport Safety Council (ETSC), Transport Safety Performance Indicators, Brussels (2001).

Iranian Road Safety Commission, Main Performance Indicators Toward Sustainable Road Safety, the Act by 31st Meeting of the Iranian Road Safety Commission, Ministry of Road and Transportation, Iran (2009).

Odeck, J. (2006). Identifying traffic safety best practice: An application of DEA and Malmquist indices", *Omega*, 34, p. 28-40.https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.07.017

Shen, Y., Hermans, E., Ruan, D., Wets, G. 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 .https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.05.073

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*, 48, pp. 430-441 .https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.02.020

Wegman, F. and Oppe, S. (2010). Benchmarking road safety performances of countries, *Safety Science*, 48(9), pp. 1203-1211.