

کواهی ارائه

بدینوسیله کواهی می شود که مقاله

ارزیابی مدل‌های DEA و TOPSIS به منظور تحلیل دوربرگردانها در سیستم حمل و نقل  
شهری به کمک GIS

با نویسندگان

روزبه شاد - علیرضا هویدافرد

در هشتمین کنفرانس بین المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات به صورت پوستر توسط جناب آقای علیرضا هویدافرد

ارائه شده است.

دکتر کاظم خشارنژاد  
دبیر کنفرانس

دکتر حسین تقی زاده کاظمی  
دبیر علمی



آدرس : دانشگاه فردوسی مشهد ، دانشکده علوم ریاضی

تلفن : 051-38806222

پست الکترونیک : or8@um.ac.ir

منزلگاه : or8.um.ac.ir

## به کمک GIS

علیرضا هویدافرد\*، روزبه شاد

گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

\* دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

Email: alireza.hoveida@gmail.com

Tel: 09151250347

## چکیده

رشد روزافزون شهرنشینی و به تبع آن افزایش حجم عبور و مرور با وسایط نقلیه‌ی موتوری، مشکلات بسیاری را از جمله: اختلالات ترافیکی، گسترش آلودگی هوا، افزایش زمان سفر و نظیر آن، ایجاد نموده است. از جمله برنامه‌هایی که با اجرای آن‌ها می‌توان آرامش نسبی را در سیستم حمل و نقل برقرار نموده، کنترل عبور و مرور به کمک تنظیم و تصحیح وضعیت دوربرگردان‌ها می‌باشد. لذا در این مقاله، با اجرای یک مدل مکانی انعطاف پذیر که امکان ارائه خدمات شبکه‌ی حمل و نقل را بر اساس نیازهای جامعه فراهم می‌نماید، برنامه‌ریزی صحیح با توجه به تحلیل اطلاعات حاصل از عملکرد مکانی دوربرگردان‌ها انجام می‌گردد. بدین منظور انتخاب مکان مناسب برای احداث دوربرگردان‌ها، با در نظر گرفتن موقعیت مکانی و معیارهای موثر بر آن انجام می‌گیرد. در این راستا با استفاده از مدل TOPSIS، وزن هر معیار مشخص شده و بر اساس یک روال هدفمند و استاندارد، نتایج حاصل تلفیق می‌شوند. سپس محل‌های مطلوب بر اساس کمترین هزینه و بیشترین پوشش بررسی شده و از نظر دسترسی و تقاضا، به کمک مدل DEA در محیط GIS اولویت‌بندی می‌گردند. نتایج نهایی حاصل از اعمال مدل در شهر مشهد، نشان‌دهنده تطابق نسبی مدل به کار گرفته شده با مکان دوربرگردان‌های موجود می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** دوربرگردان، دسترسی، تقاضا، DEA، سیستم اطلاعات مکانی.

## ۱. پیش‌گفتار

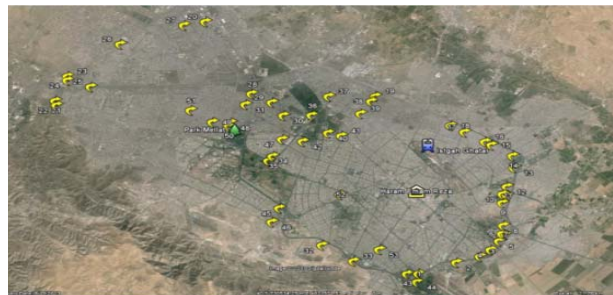
تعیین مکان دوربرگردان با توجه به ترافیک، دسترسی، آلودگی هوا و نظایر آن استفاده نمی‌شود. علاوه بر این احداث دوربرگردان‌ها در محل‌های نامناسب موجب انسداد، تصادف و آلودگی هوا می‌گردد. بنابراین ضرورت بررسی این مشکل و ارائه راه‌حلهایی برای تغییر وضعیت آن در شهر مشهد اهمیت ویژه‌ای خواهد داشت. لذا در این مقاله با بررسی همه جانبه و در نظر گرفتن عوامل موثر در کارایی دوربرگردان‌ها، وضعیت دوربرگردان‌های موجود ارزیابی شده و محل‌های مناسب به منظور توسعه آنها پیشنهاد می‌گردد. بدین منظور به کارگیری فناوری‌های نوین و تکنولوژی تحلیل اطلاعات نقشی قابل ملاحظه و اجتناب ناپذیر به منظور مدیریت و تصمیم‌گیری مکان دقیق دوربرگردان‌ها خواهد داشت. با توجه به اینکه تعداد دوربرگردان‌ها (U-turn) در مشهد از تنوع و تعدد زیادی برخوردارند، لذا جهت تحقق هدف مذکور لازم است که با استفاده از پرسشنامه اولیه و تحلیل‌های آماری، پانزده دوربرگردان شاخص (به لحاظ

امروزه بی‌توجهی به تاسیسات حمل و نقلی در شهرها و همچنین افزایش روزافزون وسایل نقلیه باعث به وجود آمدن معضل ترافیک شهری شده است. از سوی دیگر حجم زیاد حرکات گردش به چپ و همچنین افزایش تاخیر و تداخل با وسایل نقلیه در جهات مختلف از جمله مشکلات عدیده در ترافیک درون شهری می‌باشد. شهر مشهد به عنوان یکی از کلان شهرهای ایران با داشتن جمعیتی نزدیک به ۲.۵ میلیون نفر و داشتن ویژگی‌های مذهبی سالانه پذیرای بیش از ۱۳ میلیون زائر است. لذا حجم زیاد تردد وسایل نقلیه هر ساله مشکلات بسیاری را در زمینه ترافیک و تصادفات شهری به بار می‌آورد. از این‌رو دوربرگردان‌ها نقش مهمی را در کنترل وضعیت ترافیک خیابان‌ها و روانسازی جریان‌های ترافیکی ایفا می‌کنند. متأسفانه دوربرگردان‌هایی که تا به امروز در سطح شهر مشهد احداث شده‌اند، براساس مدل تجربی و یا براساس نظرات مدیریتی می‌باشند و مدل ریاضی مشخصی برای

ترافیکی و تصادفات شهری) شناسایی کردند. سپس با استفاده از پرسشنامه دوم، تحلیل‌های آماری و نرم افزاری دوربرگردان‌ها در سیستم حمل و نقل شهری اجرا می‌شوند.

## ۲- محدوده مطالعاتی

شهر مشهد، به عنوان مرکز استان خراسان رضوی، واقع در شمال شرق ایران با وسعت ۲۰۴ کیلومتر مربع، جمعیتی بالغ بر ۲۸۰۰۰۰۰ نفر و میزان سفرهای درون‌شهری قابل توجه به عنوان دومین کلان شهر ایران می‌باشد. این شهر به عنوان یک مرکز توریستی، در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۸۵ متر می‌باشد. با توجه به مشکلات ناشی از برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای نامناسب تقاطع‌ها، مشکلات ناشی از فرهنگ و رفتار نادرست رانندگان و عابرین پیاده و همچنین سرپیچی از مقررات راهنمایی و رانندگی و نیز عواملی مانند: تراکم بالای کاربری‌های موجود (تجاری، اداری، آموزشی و مسکونی)، بالا بودن سرانه‌ی مالکیت خودرو، میزان قابل توجه جذب سفر، حجم ترافیک زیاد، آلودگی بیش از حد و وجود بستر فرهنگی نامناسب شبکه حمل و نقلی جوابگوی نیازهای شهروندان نمی‌باشد. لذا طراحی هندسی شبکه و مدیریت محل قرارگیری اجزای آن نقش مهمی را در حل مشکلات مذکور ایفا می‌کنند. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، موقعیت قرارگیری دوربرگردان‌ها توزیع مناسبی نداشته و بر مبنای تجربیات و به صورت سعی و خطا جانمایی شده‌اند. در این شکل دوربرگردان‌ها به رنگ زرد و با سمبل نقطه ای بر روی تصاویر ماهواره‌ای شهر مشهد نمایش یافته‌اند.



شکل ۱- موقعیت قرارگیری دوربرگردان‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای شهر مشهد

## ۳- پیشینه کاربرد روش DEA در حوزه حمل و نقل

مقالات اخیر توسط بارنوم و همکارانش (Barnum et al., 2008; al., 2007), شعس و همکارانش (Sheth et al., 2007), پنگ و همکارانش (Peng et al., 2007), جانگ و همکارانش (Zhang et al., 2007) و زونگ و کاوو (Zong and Cao, 2007) کاربردهای مختلف DEA را در قلمرو مهندسی حمل و نقل مانند حمل و نقل عمومی، حمل و نقل اتوبوسی، سیستم‌های ترافیک و مقایسه شرکت‌های خطوط هوایی ارائه کرده‌اند. اوزبک و همکارانش (Ozbek et al., 2009) روش‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها و کاربرد آن‌ها در بحث اولویت‌بندی تعمیر و نگهداری راه‌ها شرح داده‌اند. آن‌ها با مشخص کردن پروژه‌های بهسازی روسازی راه و محاسبه هزینه آنها از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها به لحاظ بازگشت سرمایه استفاده کردند. در حوزه ایمنی ترافیک جاده‌ای، مومنی (۱۳۸۷) از این روش برای مقایسه سطح ایمنی تقاطع‌های شهر قزوین استفاده کرده است. هرمانز و همکارانش (Hermans et al., 2008; Hermans et al., 2009) نیز از تحلیل پوششی داده‌ها برای مقایسه وضعیت ایمنی ترافیک کشورهای اروپایی بر اساس یک سری از شاخص‌های عملکردی ایمنی جاده‌ای استفاده کرده‌اند. قطعاً DEA یک ابزار قدرتمند تصمیم‌گیری برای ارزیابی و بهبود دایم کارایی فرآیندهای حمل و نقل بیشتر و بیشتر استفاده خواهد شد.

## ۴- اجرای مدل

در این مرحله اطلاعاتی که جمع آوری و سازماندهی شده‌اند، در قالب یک پایگاه داده مکانی به یکدیگر مرتبط گردیده و با بخش‌های سخت افزاری و نرم افزاری سیستم یکپارچه‌سازی می‌شوند. لازم به ذکر است که در این مرحله پارامترهای شاخص به عنوان ورودی مدل در نرم افزار DEA Solver وارد شده و با مشخص شدن کارایی دوربرگردان‌های بحرانی رتبه‌بندی آنها انجام می‌گیرد (شکل زیر). در نهایت نتایج حاصل از مدل در سیستم اطلاعات مکانی تلفیق گردیده و با روش تاپسیس مقایسه می‌گردد.

های نهایی انجام می‌گیرد. نتایج به دست آمده نشان دهنده آنست که مدل DEA نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. مطمئناً نتیجه مذکور گام موثری در راستای مدیریت و سازمان‌دهی ترافیک شهری و مکانیزه نمودن فرآیندهای تصمیم‌گیری در راستای احداث تاسیسات مرتبط با حمل و نقل بهینه می‌باشد.

#### ۷- پیشنهادات

جهت غنی‌تر شدن تحقیق حاضر و ادامه تحقیقات در این زمینه موارد زیر قابل ذکر است.

- در تحقیق حاضر به علت نبود اطلاعات کافی و همچنین دقیق نبودن آن‌ها، امکان ساخت مدل‌های رگرسیونی پواسون و دوجمله‌ای منفی وجود نداشت و بنابراین امکان مقایسه بین مدل بیزین تجربی و مدل‌های پیشنهادی تحلیل پوششی داده‌ها میسر نبود. پیشنهاد می‌شود چنین مدل‌هایی تهیه شود و مدل‌های پیشنهادی تحلیل پوششی داده‌ها با روش‌های دیگر خصوصاً بیزین تجربی مقایسه گردد.
- روش تحلیل پوششی داده‌ها قابلیت تلفیق با دیگر روش‌ها را نیز داراست. به عنوان مثال ترکیب این روش با روش پتانسیل بهبود و انجام بررسی در این زمینه ممکن است نتایج بهتری در بر داشته باشد.
- همچنین به عنوان مطالعه موردی دیگری می‌توان به نقش دوربرگردان‌ها در کاهش آلودگی هوا پرداخت.

#### ۸- مراجع

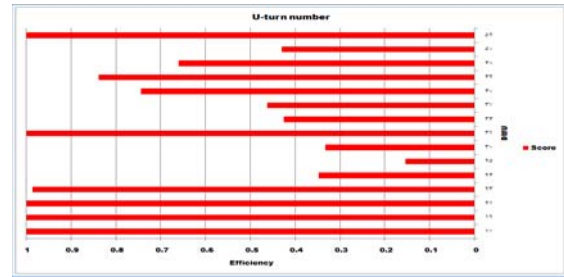
[۱] آیین‌نامه‌ی طرح هندسی راه‌ها- وزارت راه و ترابری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه‌ی شماره‌ی ۱۶۱، سال (۱۳۷۵).

[۲] تقاطع‌های همسطح شهری (مبانی فنی)- سازمان برنامه‌ریزی و بودجه، نشریه‌ی شماره‌ی ۱-۱۴۵، سال (۱۳۷۶).

[3] M.E, Ozbek, J.M, de la Garza, K, Triantis, (2009). *Data envelopment analysis as a decision making tool for transportation professionals*, Transportation Engineering, 135, pp. 822-831.

[4] Samuel L Combinido, May T, J- Lim, (2010). *Modeling U-turn traffic flow*. Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/physa](http://www.elsevier.com/locate/physa). physica A 389(2010) 3640-3647.

[5] W. W, Cooper, L.M, Seiford, K, Tone, (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with*



شکل ۲- نمونه تحلیل DEA برای ۱۵ دوربرگردان شاخص

#### ۵- مدل نسبت CCR

در سال ۱۹۵۷ فارل (Farrell, 1957) اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مد نظر قرار داده بود شامل یک ورودی و یک خروجی بود. سپس فارل مدل خود را برای تخمین کارایی بخش کشاورزی آمریکا نسبت به سایر کشورها مورد استفاده قرار داد. در اندازه‌گیری نسبی واحدها فارل بر مجموع موزون ورودی‌ها و خروجی‌ها تمرکز نمود و به عنوان یک وسیله سنجش برای اندازه‌گیری کارایی رابطه زیر را پیشنهاد کرد.

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع موزون خروجی‌ها}}{\text{مجموع موزون ورودی‌ها}}$$

#### ۶- دست‌آورد‌های پژوهش

در این پژوهش، با اجرای یک مدل مکانی انعطاف‌پذیر که امکان ارائه خدمات شبکه‌ی حمل و نقل را بر اساس نیازهای جامعه و شرایط ساکنین فراهم می‌نماید، برنامه‌ریزی صحیح با توجه به تحلیل اطلاعات حاصل از عملکرد مکانی دوربرگردان‌ها انجام می‌گردد. بدین منظور انتخاب مکان مناسب و تصمیم‌گیری برای احداث دوربرگردان‌ها، با در نظر گرفتن موقعیت مکانی و معیارهای موثر بر آن انجام می‌گیرد. در این راستا ابتدا عوامل و پارامترهای موثر بررسی شده و خطاهای موجود در آن‌ها با انجام آنالیزهای آماری رفع می‌گردند. در مرحله دوم توابع مورد نیاز به منظور تعیین وضعیت مناسب در دوربرگردان‌ها ارزیابی شده و یک تابع کارآمد جهت پیاده‌سازی پیشنهاد می‌شود. سپس داده‌ها در چارچوب قوانین ریاضی موجود در تابع تعریف شده با یکدیگر تلفیق گردیده و مکان‌های مناسب به همراه طرح‌های عملیاتی پیشنهادی مشخص خواهند شد. در پایان نتایج مشخص شده به صورت تفصیلی مقایسه شده و تحلیل حساسیت بر روی گزینه-

*models, applications, references and DEA-solver software.* Springer Science+ Business Media.

- [6] D.T, Barnum., S, McNeil., J, Hart., (2007) . Comparing the efficiency of public transportation subunits using data envelopment analysis. *Public Transportation*, 10. Pp.1-16.
- [7] D.T, Barnum., S Tandon., S, Mcneil., (2008) . Comparing the performance of bus routes after adjusting for the environment using data envelopment analysis.. *Public Transportation Engineering*, 134, pp. 77-85.
- [8] E, Hermans., F, Van den Bossche., G, Wets., (2008). Combining road safety information in a performance index. *Accident Analysis and Prevention*, 40, pp.1337-1334.
- [9] E, Hermans., T, Brijs., G, Wets., K, Vanhoof.,(2009). Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 41, pp.174- 182.
- [10] Y, Peng., , C.Z, Jiang., Q.Y, Peng., (2007). A novel model of coordinated development of integrated transportation, *Conference of Transportation Engineering (ICTE 2007)*. Reston, Va., pp.4062-4066.
- [11] C, Sheth., K, Triantis., D, Teodorovic., (2007). Performance evaluation of bus routs: A provider and passenger perspective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43, pp. 453-478.
- [12] J, Zhang., C.H, Yang., X.H, Qin., W, Du., (2007). The comprehensive evaluation for the synergetic development of urban traffic system based on DEA model, *Conference on Transportation Engineering,(ICTE 2007)*, ASCE, Reston: American Society of Civil Engineering.
- [13] J, Zong., M, Cao., (2007). Measuring the operational efficiency of the six airlines in China, *Conference on Transportation Engineering (ICTE 2007)*, ASCE, Reston: American Society of Civil Engineering.
- [14] M.J, Farrell., (1957). The measurement of productive efficiency. *Royal Statistical Society*. 120,pp. 253-281.