

# بررسی کارایی بخش حمل و نقل ریلی - مسافری کشور

## با استفاده از رهیافت DEA

حمید سپهر دوست\*، دانشیار، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران  
پرستو معصومی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران  
پست الکترونیک نویسنده مسئول: [hamidbasu1340@gmail.com](mailto:hamidbasu1340@gmail.com)

دریافت: 95/02/15 - پذیرش: 95/06/15

### چکیده

حمل و نقل زمینی از زیر مجموعه فعالیت‌های حمل و نقل است که تأثیر بسزایی بر روی فعالیت اقتصادی سایر بخش‌ها نیز دارد، به‌طوریکه انجام هرگونه تلاش در جهت افزایش کارایی این بخش موجب افزایش رونق در دیگر فعالیت‌های مرتبط می‌شود. هدف اصلی از این مطالعه، بررسی و سنجش اجزای کارایی بخش حمل و نقل ریلی- مسافری در نواحی 14 گانه راه‌آهن کشور طی سال‌های 1386 الی 88 می‌باشد. برای این منظور از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس در شرایط بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید، الگوی منتسب تولید، الگوی منتسب به چارز، کوپر، رودز (CCR) و در شرایط بازدهی متغیر نسبت به مقیاس تولید، الگوی منتسب به بنکر، چارز، کوپر (BCC) استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل، میزان ناکارایی موجود در این بخش برای سال‌های 87، 86 و 88 به ترتیب 0/44، 0/42 و 0/38 به دست آمد. همچنین نتایج حاصل از برآورد اجزای کارایی نشان داد که میانگین کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس بخش حمل و نقل ریلی- مسافری در سال‌های مورد بررسی به ترتیب 0/59، 0/65 و 0/87 می‌باشد و بنابراین، بخش مذکور جهت باقی ماندن در صحنه رقابتی حمل و نقل عمومی و در کنار حمل و نقل مسافری جاده‌ای می‌بایست به میزان 41 درصد به خروجی فعالیتی بخش یعنی مقدار نفر-کیلومتر خود اضافه نماید. از دلایل عمده‌ای که باعث به وجود آمدن ناکارایی فنی در بخش حمل و نقل ریلی- مسافری برخی نواحی شده، می‌توان به فرسودگی، محدود بودن ناوگان حمل و نقل ریلی و عدم توسعه میزان خطوط راه آهن کشور که باعث اتلاف انرژی و وقت می‌شود اشاره نمود.

طبقه بندی JEL: J58, C14, H41

واژه‌های کلیدی: کارایی فنی، حمل و نقل عمومی، حمل و نقل زمینی، حمل و نقل ریلی، تحلیل پوششی داده‌ها

### 1- مقدمه

در افق بلند مدت، افزایش در کارایی سازمان موجب کاهش در هزینه‌ها، افزایش در میزان سودآوری و به طور کلی توفیق سازمان در بازار رقابت می‌شود. در حال حاضر مفهوم بهبود کارایی<sup>1</sup> و بهره‌وری<sup>2</sup> در فرایند تولید سازمانی، از یک انتخاب فراتر رفته و عملاً به یک ضرورت قابل ملاحظه تبدیل شده است. در قوانین کشوری نیز به این مسئله توجه خاصی شده

سودآوری و بهبود کارایی در بنگاه‌های اقتصادی به فرایند کسب حداکثر ستانده از حداقل منابع موجود اشاره دارد. برای یک سازمان، شرکت و یا بنگاه تجاری، مقوله سودآوری نشان‌دهنده موقعیت مالی در زمان حال و مقوله کارایی بیانگر وضعیت آن در آینده است و بنابراین زمانی می‌توان به سودآوری مستمر امیدوار شد که موضوع کارایی مورد توجه قرار گیرد. زیرا

است، به نحوی که تبصره 35 قانون ماده واحد برنامه دوم توسعه بیان می‌کند که "جهت افزایش بهره‌وری نظام اداری، بهبود سیستم‌ها و روش‌های کار، استفاده از تکنولوژی پیشرفته و افزایش مهارت مدیران کشور، دستگاه‌های اجرایی باید بخشی از اعتبارات خود را به توسعه و بهبود مدیریت و افزایش بهره‌وری اختصاص دهند. برای این منظور همه ساله اعتبارات لازم توسط دولت در لایحه بودجه پیش بینی می‌شود"<sup>۳</sup>. همچنین در ماده پنجم برنامه چهارم توسعه آمده است که "همه دستگاه‌های اجرایی ملی و استانی باید سهم ارتقای بهره‌وری در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور مشخص نمایند به طوری که سهم بهره‌وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی حداقل به 31/3 برسد"<sup>۴</sup>. صنعت حمل و نقل و گسترش زمینه‌های فعالیتی تولیدی - خدماتی آن از جمله مواردی است که در مناسبات اقتصادی - اجتماعی جوامع از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و هرگونه تلاش در جهت بهبود کارایی و بهره‌وری این صنعت تأثیرات شگرفی بر روی فعالیت اقتصادی سایر بخش‌ها می‌گذارد. فعالیت‌های حمل و نقل در کشور به صورت چندگانه (دریایی، هوایی و زمینی)، چند مالکیتی (دولتی، خصوصی و تعاونی)، چند بعدی (مهندسی، اقتصادی، سیاسی و زیست محیطی) و چند ملیتی و منطقه‌ای (درون شهری، استانی و ملی) انجام می‌شود که نتیجه این فعالیت‌ها ایجاد رابطه مکانی عرضه و تقاضا با مراکز تولید و مصرف است به طوری که با تغییر مکان و یا نقل و انتقال کالا و مسافر یا حمل و نقل و جابه جایی انسان و کالا از نقطه‌ای به نقطه دیگر، ارزش افزوده‌ای تازه می‌آفریند (Vahdatifard, 2008). بنابراین، مسئله اصلی تحقیق در این جاست که چگونه می‌توان عمل نمود تا به بالاترین سطح از کارایی بخش حمل و نقل عمومی در سطح کشور رسید. هدف از انجام این مطالعه در ابتدا شناسایی جایگاه حمل و نقل عمومی زمینی در اقتصاد کشور و سپس سنجش اجزای کارایی بخش حمل و نقل ریلی - مسافری در نواحی 14 گانه راه‌آهن کشور طی سال‌های 86 الی 88 می‌باشد. برای این منظور از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس بخش حمل و نقل ریلی - مسافری در شرایط بازدهی ثابت و همچنین بازدهی متغیر نسبت به مقیاس تولید در نواحی مختلف راه‌آهن کشور طی سال‌های مورد نظر استفاده شد. ساختار مقاله پس از انجام مقدمات و ارائه مختصری از

جایگاه حمل و نقل عمومی زمینی در اقتصاد کشور، شامل مروری بر مبانی نظری و پیشینه تحقیق، معرفی روش کار و نهاده‌ها و ستانده‌های مدل، اندازه‌گیری اجزای کارایی حمل و نقل در نواحی مختلف راه‌آهن کشور، بحث و نتیجه‌گیری می‌باشد.

## 2- جایگاه صنعت حمل و نقل

حمل و نقل محصولی است از نوع خدمات که تقاضا برای آن به تقاضا برای سایر محصولات (کالا و خدمات) بستگی داشته و عرضه آن نیز بر عرضه بسیاری از کالاها و خدمات دیگر تأثیر بسیاری دارد. ماهیت راهبردی خدمات صنعت حمل و نقل نقش عمده‌ای در فرآیند عمومی اقتصاد کشور، فعالیت‌های بازرگانی داخلی، تجارت خارجی و گردشگری ایفاء می‌کند، به طوری که هر نوع نارسایی و بحران در ارائه آن به کل فعالیت‌های اقتصادی کشور سرایت کرده و موجب کاهش رفاه اقتصادی مردم جامعه می‌شود (Beizae, 2003). این صنعت برای انجام فعالیت اقتصادی خود در زمینه حمل و نقل، از عوامل تولیدی سرمایه، نیروی محرکه و نیروی انسانی بهره‌گیری نموده و محصول خدماتی را به شیوه‌های گوناگون موتوری، غیر موتوری، ریلی، جاده‌ای، هوایی و آبی ارائه می‌دهد. در این میان حمل و نقل جاده‌ای از ابتدایی‌ترین شیوه حمل و نقل است که هنوز سهم عمده‌ای از نیازهای ترابری جوامع را تأمین می‌کند، به تأسیسات و مستحقات پر هزینه‌ای خاصی نیاز ندارد و وجود پایانه‌های حمل بار و مسافر، جایگاه‌های تحویل سوخت، رستوران، استراحتگاه و احتمالاً تعمیرگاه‌های ثابت و سیار برای جریان حمل و نقل عادی جاده‌ای برای آن کفایت می‌کند (همان منبع). در بخش حمل و نقل جاده‌ای، معمولاً از انواع اتوبوس برای مسافرت‌های برون شهری و برون استانی، از مینی بوس برای جابه جایی مسافر در حد درون شهری و درون استانی و تاکسی سواری به عنوان ناوگان عمومی مسافری درون شهری استفاده می‌شود. حمل و نقل ریلی نیز حاصل ترکیب عناصر اصلی و ویژه حمل و نقل یعنی راه (راه آهن)، وسیله نقلیه (قطار و لکوموتیو)، نیروی محرکه (گازوئیل و برق) و تأسیسات (ایستگاه و واحدهای نظارت و هدایت) است که به دلیل اهمیت راه آن، معمولاً به صورت انحصاری عرضه می‌شود و احداث آن مستلزم صرف سرمایه‌ای بسیار عظیم و با دوره برگشت طولانی است. در گذشته نه چندان دور، همواره بخش مسافری راه آهن

مسافری (بر اساس مسافر- کیلومتر جابه جا شده) توسط بخش حمل و نقل ریلی صورت پذیرفته است (Sherkate Rah, Ahan, 2009).

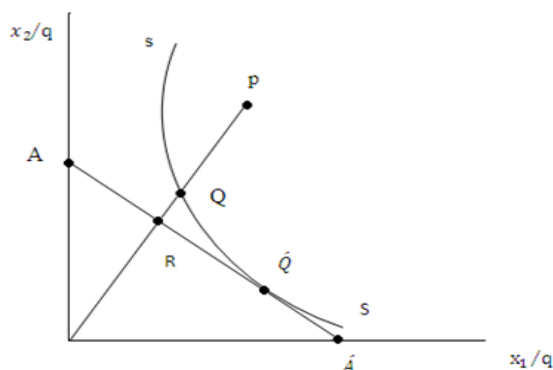
### 3- مبانی نظری تحقیق

چنانچه بر اساس مفاهیم اقتصادی، بهتر یا بدتر شدن وضعیت را به معنای افزایش یا کاهش مطلوبیت ناشی از مصرف کالا و خدمات بدانیم، "پارتو"، اقتصاددان ایتالیایی در نظریه معروف بهینگی و کارایی خود بیان می‌کند که اگر وضع یک فرد بهتر شود بدون آنکه وضع دیگری بدتر شود رفاه اقتصادی افزایش و اگر وضع کسی بدتر شود بدون آنکه وضع دیگری بهتر شود، رفاه اقتصادی کاهش می‌یابد. بنابراین در شرایط مطلوب (بهینه)، سازماندهی مجدد منابع تولید به صورتی که وضع یک نفر بهتر شود بدون آنکه وضع دیگری بدتر شود امکان‌پذیر نخواهد بود و ارزش مجموع کالاهای تولید شده از ارزش مجموع کالاهایی که به هر شکل دیگری با در نظر گرفتن منابع تولیدی موجود قابل تولید هستند بیشتر می‌باشد (Pajooyan, 2006). بهره‌وری و کارایی را می‌توان تخصیص بهینه منابع و عوامل تولید تعریف نمود که در آن برای کسب سطح تولید مشخص، از حداقل عوامل استفاده شود و یا اینکه با استفاده از سطح معین عوامل تولید، حداکثر سطح محصول تولید شود (Khaki, 2008). واژه‌نامه اقتصادی نیز در یک نگاه کلی، بهره‌وری را نه تنها قدرت تولید، قابلیت تولید، فرآوری، بلکه نسبت مقدار معینی محصول به مقدار معینی از یک یا چند عامل تولید تعریف می‌کند (Farhang, 2006). همچنین سازمان‌های بین‌المللی نظیر سازمان همکاری‌های اقتصادی اروپا در سال 1950، بهره‌وری را نسبت بازده محصول به یکی از عوامل تولید نامید (Abtahi and Kazemi, 1996). در کنار بهره‌وری عوامل تولید، کارایی نیز به دنبال راهکارهایی برای کاهش هزینه از طریق حداقل کردن نهاده‌های مورد نیاز برای تولید مقدار مشخصی محصول از نهاده‌ها و محصول می‌باشد. در حالی که مقدار عددی بهره‌وری می‌تواند بزرگتر از عدد یک باشد، کارایی به عنوان معیاری از ترکیب ورودی‌ها و خروجی‌ها بر اساس مقدار عددی بین صفر تا یک بیان می‌شود. در مباحث تئوریک اقتصاد تولید، کارایی فنی یک بنگاه، نشان‌دهنده میزان توانایی بنگاه برای حداکثرسازی میزان تولید با توجه به منابع و عوامل تولید مشخص شده است. به عبارت دیگر معیار توانایی تبدیل

در کنار بخش باری آن ایفای نقش می‌نمود، اما به منظور ارتقای کیفیت در ارائه خدمات و ایجاد مجموعه‌ای جدید با نگرش‌های خاص و محیطی سرشار از نشاط کاری و ضابطه‌مندی، در سال‌های اخیر و پس از سال 1377، بخش فعالیت‌های مسافری از شرکت راه آهن جدا شده و مأموریت انجام آن به شرکت قطارهای مسافری رجاء واگذار گردید. حمل و نقل دریایی، هوایی و لوله‌ای نیز از شیوه‌های دیگر حمل و نقل هستند که هر کدام برای اهداف خاصی مناسب هستند. لازم به اشاره است که هر نوع سیستم یا وسیله حمل و نقلی که توسط شخص مسافر و یا یکی از اعضای خانواده‌اش و یا به وسیله مؤسسه‌ای که شخص در آن کار می‌کند تهیه نشده باشد از قبیل: اتوبوس، مینی‌بوس، تاکسی، قطار و واگن‌های برقی، یک نوع وسیله ترابری عمومی به‌شمار می‌آید و در قالب اقتصاد بخش عمومی قابل بررسی است (Ketab-Jame Haml va Naghl, 2005). سیستم حمل و نقل عمومی علاوه بر نقشی که در بهبود وضعیت ترافیکی هر شهر دارد، از جهاتی دیگر نیز نسبت به استفاده از وسایل نقلیه خصوصی دارای برتری می‌باشد.

امروزه گسترش شبکه حمل و نقل عمومی در سطح بسیار گسترده و با کارایی بالا، یکی از راه‌حل‌های علمی و کاربردی در جهت مبارزه با آلودگی هوا و حل معضل ترافیک شهرهای بزرگ نیز به حساب می‌آید (Safarzadeh and Rezaee, 2001). از نظر تاریخی، سیستم فعالیتی حمل و نقل عمومی در ایران همگام با بسیاری از کشورهای مرفه‌تر دنیا شکل گرفت و عمده فعالیت‌های اولیه آن در تهران متمرکز شد، به طوری که به دنبال ایجاد راه‌آهن حضرت عبدالعظیم توسط یک شرکت بلژیکی و راه‌اندازی ماشین دودی بین تهران و شهر ری، سیستم حمل و نقل عمومی با دو کارکرد تفریح و خدمات ایاب و ذهاب در محدوده بین شهری، کار خود را آغاز کرد (Mahmoodi, 1997). به دنبال نیاز گسترده جامعه به دریافت خدمات حمل و نقل سریع و کم هزینه، در سال 1306 عملیات ساختمان راه‌آهن سراسری کشور در سه نقطه جنوب، مرکز و شمال جهت حمل کالا و مسافر آغاز گردید و از درآمدهای حاصل از انحصار دولتی قند و شکر و چای برای حمایت مالی از عملیات توسعه راه‌آهن سراسری کشور استفاده شد. از نظر اهمیتی، آمار نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر به طور میانگین حدود 17 درصد از حمل و نقل باری بین شهری (بر اساس تن-کیلومتر حمل شده) و حدود 20 درصد از حمل و نقل زمینی

خطی:  $DEA^9$ ) فراهم شد (Ebrahimimehr, 2010). با استفاده از تحلیل نموداری (نمودار 1)، بهتر می‌توان انواع کارایی را نشان داد. در این نمودار، فرض بر این است که هر بنگاه  $(P, Q, R, \dots)$  با استفاده از دو عامل تولید  $X_1$  و  $X_2$ ، محصول ثابت به مقدار  $q$  تولید می‌نماید. منحنی هم مقدار تولید بنگاه‌های کارا (SS)، عرضه سطح مشخصی از محصول را با استفاده از ترکیبات مختلفی از عوامل تولید با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس تولید نشان می‌دهد.



نمودار 1. مرز کارای تولید و انواع کارایی

بنگاه Q، به دلیل قرارگیری بر روی منحنی تولید یکسان یا مرز کارایی، به لحاظ فنی کارا است. در چنین حالتی میزان کارایی فنی بنگاه P که در مقایسه با بنگاه Q برای تولید همان مقدار ستانده از نهاده‌های بیشتری استفاده کرده به صورت رابطه (1) تعریف می‌شود. فاصله  $QP$  همان عدم کارایی فنی بنگاه P است. اگر قیمت عوامل تولید به وسیله خط هزینه یکسان  $AA'$  نشان داده شود، کارایی تخصیصی بنگاه P به صورت رابطه (2) به دست می‌آید. همچنین کارایی اقتصادی (کارایی کلی یا هزینه کل) نیز از ترکیب کارایی فنی و کارایی تخصیصی به صورت رابطه (3) به دست می‌آید.

$$TE = \frac{OQ}{OP} \quad (1) \quad AE = \frac{OR}{OQ} \quad (2)$$

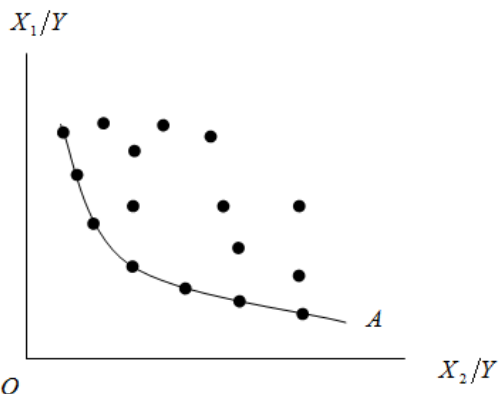
$$EE = TE \times AE = \frac{OR}{OP} \quad (3)$$

روش‌های اندازه‌گیری کارایی به دو دسته کلی پارامتریک<sup>10</sup> و ناپارامتریک<sup>11</sup> تقسیم بندی می‌شوند. روش پارامتریک به روشی اطلاق می‌گردد که در آن ابتدا برای تابع تولید شکل خاصی در نظر گرفته می‌شود و سپس توسط یکی از روش‌های برآورد توابع که در آمار و اقتصادسنجی مرسوم‌اند، ضرایب مجهول (پارامترهای) این تابع برآورد و در نهایت میزان کارایی محاسبه

ورودی‌هایی مانند نیروی انسانی، ماشین‌آلات و... به خروجی‌ها، در مقایسه با بهترین عملکرد، توسط شاخص کارایی فنی سنجیده می‌شود (Mehregan, 2004). در این دیدگاه، بنگاهی دارای کارایی فنی بالاتر است که بتواند با مجموعه نهاده‌های مفروض و ثابت میزان محصول بیشتری را نسبت به سایر بنگاه‌ها تولید نماید. از طرف دیگر، کارایی تخصیصی بیانگر تخصیص بهینه عوامل تولید به دنبال حداقل کردن هزینه تولید و حداکثر کردن سود بنگاه با در نظرگیری قیمت‌های نسبی عوامل تولید است. از آنجایی که یک بنگاه کارا می‌تواند از نظر فنی، ترکیبات مختلفی از عوامل تولید را برای سطح معینی از تولید داشته باشد، اما هزینه تولید آنها به دلیل تفاوت‌های موجود در قیمت‌های عوامل تولید متفاوت است، بنابراین کارایی تخصیصی مستلزم انتخاب آن مجموعه از عوامل تولید با قیمت مشخص خواهد بود که سطح معینی از محصول را در حداقل هزینه تولید نماید. به همین دلیل، کارایی تخصیصی را کارایی قیمت نیز می‌نامند (Pierce, 1997). کارایی اقتصادی که به آن کارایی هزینه نیز می‌گویند ترکیبی است از کارایی فنی و کارایی تخصیصی که نشان دهنده توانایی واحد اقتصادی در به دست آوردن حداکثر سود ممکن با توجه به قیمت‌ها و سطح نهاده می‌باشد. از جمله شاخص‌های دیگر کارایی می‌توان به کارایی مدیریتی یا کارایی فنی خالص<sup>6</sup> یعنی مدیریت صحیح ترکیب بهینه نهاده‌ها برای حصول ستانده مورد نظر اطلاق اشاره نمود. همچنین کارایی مقیاس<sup>7</sup> یک واحد بنگاهی، از نسبت "کارایی مشاهده شده" آن واحد به "کارایی در مقیاس بهینه" به دست می‌آید و در این دیدگاه، اندازه بنگاه در تشخیص کارایی نسبی مد نظر قرار دارد. بر اساس تئوری‌های اقتصاد تولید، هزینه‌های واحد تولیدی بر اثر افزایش اندازه و مقیاس کارخانه یا صنعت غالباً کاهش می‌یابد و این امر موجب قرارگیری سطح فعالیتی بنگاه اقتصادی در شرایط بهینه می‌گردد. به طور کلی با استفاده از اجزای متفاوت کارایی می‌توان کارایی صنایع مختلف با محصولات متفاوت را مقایسه نمود (Emami meybodi, 2005).

مباحث کارایی به صورت مدون و نظام‌یافته توسط بررسی‌ها و مطالعات "دبرو (Debreu, 1951) و کوپمنز (Copmans, 1951)" آغاز شد و توسط فارل (Farrel) در سال 1957 ادامه یافت ولی امکان عملی اندازه‌گیری آن در سال‌های 1977 (روش اقتصادسنجی: SFA<sup>8</sup>) و 1978 (روش برنامه‌ریزی

ستانده خروجی ( $Y$ ) مصرف می‌کنند. ضرایب  $u$  و  $v$  در معادلات، به ترتیب وزن متغیرهای ورودی و وزن متغیرهای خروجی یا قیمت‌های سایه‌ای<sup>۱۳</sup> هستند.



نمودار 2. منحنی تولید یکسان (مرز کارایی)

$$\max \frac{\sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rp}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ip}} \quad s.t. \frac{\sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rp}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ip}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (5)$$

از آنجایی که حل مسئله برنامه‌ریزی خطی در این روش برای استفاده همزمان چندین متغیر ورودی و خروجی، به سادگی امکان‌پذیر نیست، چارنز، کوپر و رودز<sup>۱۴</sup> (CCR) توانستند با یک سری عملیات ریاضی، روابط فوق را در یک فرم مضربی نهاده‌گرا به صورت روابط (6) پیشنهاد نمایند.

$$\max \sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rp} \quad s.t. \sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rp} - \sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ij} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (6)$$

#### 4- ادبیات تجربی تحقیق

در ارتباط با موضوع کارایی بخش حمل و نقل زمینی و ریلی، مطالعات بنیادی و کاربردی ارزشمندی صورت گرفته است که به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد. در بین مطالعات داخلی، صفارزاده و رضائی ارجرودی (Safarzadeh and Arjroodi, 2001) با استفاده از روش مقایسه‌ای به بررسی میزان مصرف سوخت در بخش حمل و نقل جاده‌ای و ریلی پرداختند و یافته‌های تحقیق نشان داد که نسبت مصرف سوخت در جابه‌جایی مسافر با ناوگان عمومی جاده‌ای (اتوبوس) و راه آهن تقریباً یکسان است (حدود 15 سی سی برای هر نفر کیلومتر)

می‌گردد. برای نمونه در تحلیل تابع مرزی تصادفی (SFA) به صورت رابطه (4)، تابع تولید  $f(x)$  را به شکل تابع کابداگلاس و یا تابع ترانسلوگ در نظر می‌گیرند، نماد  $v$  همان جزء تصادفی (جمله اخلاص) معمول در اقتصادسنجی است که از توزیع نرمال استاندارد برخوردار است و نماد  $U$  معرف عدم کارایی است که عموماً توزیع آن نیمه نرمال در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب با برآورد تابع تولید به صورت  $Y = f(x) + V - U$  عدم کارایی بنگاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برتری مدل‌های مرزی تصادفی نسبت به مدل‌های اقتصادسنجی در این است که در برازش تابع، نقاط متوسط مد نظر قرار ندارد بلکه نقاط مرزی (Frontier) لحاظ می‌گردد.

$$Y = f(x) + V - U$$

$$U \approx |N(0,1)| \quad (4)$$

$$V \approx N(0,1)$$

روش‌های ناپارامتریک برای اولین بار در سال 1957 با تعریف فارل آغاز گردید. برای سنجش کارایی یک بنگاه خاص، فارل پیشنهاد نمود که لازم است تا عملکرد آن بنگاه با عملکرد بهترین بنگاه‌های موجود در آن صنعت مقایسه شود. این روش دربردارنده مفاهیم تابع تولید مرزی به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری کارایی است. در این روش، برخلاف روش پارامتریک، نیازی به برآورد تابع تولید نیست و قابلیت استفاده همزمان چندین متغیر ورودی (نهاده) و خروجی (ستانده) در ارزیابی کارایی بنگاه وجود دارد. در بین تمامی روش‌های ناپارامتری، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، با استفاده از کلیه مشاهدات و تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی به ارزیابی واحدهای بنگاهی تصمیم ساز (DMU<sup>12</sup>) می‌پردازد. کارایی به دست آمده برای یک واحد بنگاهی از نوع کارایی نسبی است و مرز کارایی را ترکیب محدبی از سایر واحدهای کارا در مقایسه ایجاد می‌کند (Emami meybodi, 2005). به بنگاه‌هایی که با حداقل کردن نهاده‌ها، محصول مورد هدف را بدست آورده و بر روی مرز کارایی قرار می‌گیرند، بنگاه کاملاً کارا یا بنگاه مرجع (PEER) می‌گویند. همچنین بنگاه‌هایی که بالای مرز کارا قرار می‌گیرند بنگاه‌های ناکارا هستند که با الگوگیری از بنگاه‌های مرجع می‌توانند کارایی خود را بهبود بخشند (نمودار 2).

اساس کار در روش تحلیل پوششی به صورت روابط 5 نوشته می‌شود که در آنها؛  $n$  واحد تصمیم‌گیری ( $DMU_j$ ) یا بنگاه مشابه مقادیر مختلفی از  $m$  نهاده ورودی ( $X$ ) برای تولید  $s$

ولی در حمل و نقل بار، برای جابه جایی هر تن کیلومتر در حمل و نقل جاده‌ای حدود 36 سی‌سی و در حمل و نقل ریلی حدود 6 سی‌سی سوخت مصرف می‌شود. به عبارت دیگر در حمل هر تن کیلومتر بار با راه آهن، 30 سی‌سی سوخت صرفه‌جویی می‌شود. آن‌ها با توجه به افزایش جمعیت کشور، به خصوص جمعیت شهری و به دلایل محدودیت منابع انرژی، ایمنی بالاتر، آلودگی کمتر بر محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و همچنین هزینه پایین‌تر راه آهن در مقایسه با دیگر بخش‌های حمل و نقل، گسترش سهم حمل و نقل ریلی در جابه جایی کالا و مسافر، به عنوان یک سیستم مطمئن، اقتصادی و کارآمد در توسعه اقتصادی کشور را توصیه می‌کنند. اقدسی و غلامی (Aghdasi and Gholami, 2003) با استفاده از داده‌های اطلاعاتی مربوط به سال‌های 1350 الی 1379 راه آهن و اندازه‌گیری بهره‌وری جزیی عوامل تولید یعنی بهره‌وری خط، نیروی انسانی، سوخت، لکوموتیو، واگن باری و سالن مسافری، میزان اثرپذیری این شاخص‌ها را با استفاده از نسبت (عملکرد / عوامل تولید) مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه‌گیری نمودند که عوامل تولید در بخش راه آهن کشور طی دوره بررسی از ترکیب نامتناسبی برخوردار است و شرکت راه آهن همواره با مازاد منابع طی دوره بررسی رو به رو بوده است. پور کاظمی و سلطانی (Poorkazemi and Soltani, 2007)، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئست به بررسی مقایسه‌ای کارایی و بهره‌وری راه آهن ایران با راه آهن کشورهای آسیایی و خاورمیانه طی سال‌های 2000-2004 پرداختند. نتایج ارزیابی کارایی نشان داد که کشور فلسطین اشغالی بهترین کارایی را دارد و کشور ایران در میان 24 کشور مورد مطالعه در رتبه دهم قرار دارد. آن‌ها برای بهبود کارایی مدیریتی حمل و نقل ریلی در ایران پیشنهاد الگوبرداری از نحوه مدیریت راه آهن کشورهای کره جنوبی و فلسطین اشغالی را دادند. همچنین فروزنده (Forozandeh, 2009) در یک مطالعه‌ی مقایسه‌ای، دو بخش حمل و نقل جاده‌ای و ریلی را از نظر مصرف سوخت و ایجاد آلودگی، مورد مقایسه قرار داد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که مصرف سوخت در حمل و نقل جاده‌ای 10 برابر مصرف سوخت در حمل و نقل ریلی است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که سهم بخش جاده‌ای از انتشار گازهای گلخانه‌ای 80 تا 90 درصد است، در حالیکه بخش ریلی تنها 2 درصد از آلودگی‌های حمل و نقل را تولید

می‌کند. او به منظور کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی، جایگزینی حمل و نقل ریلی در بخش حمل بار و مسافر به جای حمل و نقل جاده‌ای را توصیه می‌کند.

در بین مطالعات خارجی، فازیولی و فیلیپینی (Fazioli and Filippini, 1993) با استفاده از هزینه ترانسلوگ، کارایی حمل و نقل عمومی (شرکت‌های اتوبسرانی) منطقه شمال کشور ایتالیا را بررسی کردند و نتایج تخمین، وجود ناکارایی مقیاس و عملکرد غیر بهینه در شرکت‌های حمل و نقل عمومی شمال ایتالیا را تأیید کرد.

طوری‌که تأکید یافته‌های تحقیق بر لزوم تنظیم سیاست‌های زیر ساختی حمل و نقل عمومی در جهت بهبود کارایی هزینه قرار گرفت. راماناتان (Ramanathan, 2000) با یک رویکرد کلی و به‌کارگیری روش DEA، کارایی دو شیوه حمل و نقل ریلی و جاده‌ای بار و مسافر در کشور هند را از نظر مصرف انرژی، مورد ارزیابی قرار داد. نتایج مطالعه نشان داد که در بخش حمل و نقل ریلی، مصرف انرژی طی دوره 1980 تا 1994 کاهش یافته و از نظر جابه‌جایی مسافر و حمل بار، رشد آهسته‌ای طی دوره داشته است. در بین سال‌های مورد بررسی، بهترین کارایی مربوط به بخش ریلی در سال 1994 اتفاق افتاده است، در حالی‌که در همین مقطع، بخش حمل و نقل جاده‌ای از نظر میزان مصرف انرژی 36 درصد ناکارآمدی داشت. در مطالعه‌ای دیگر، پینا و تورس (Pina and Torres, 2001) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی حمل و نقل عمومی 15 شهر اسپانیا را با حمل و نقل بخش خصوصی مقایسه کردند و برای این منظور از معیارهای سوخت مصرفی وسایل نقلیه عمومی در هر صد کیلومتر، نسبت هزینه به کیلومتر، نسبت سوبسید به مسافر به بررسی عوامل مؤثر بر کارایی استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای برون‌زا و محیطی تأثیری بر روی کارایی نداشته و تفاوت معنی‌داری بین سطح کارایی بخش خصوصی و دولتی در مدیریت بخش حمل و نقل مشاهده نشد. مارگاری و همکاران (Margeri et al., 2006)، با استفاده از تلفیق دو روش پارامتریک (SFA) و ناپارامتریک (DEA)، کارایی انواع سیستم‌های حمل و نقل عمومی شهری، بین شهری و مختلط کشور ایتالیا را طی دوره 1993-1999 بررسی و مقایسه کردند. برای این منظور از داده‌های ترکیبی 42 شرکت حمل و نقل عمومی، متغیرهای تعداد پرسنل، بنزین مصرف شده توسط ناوگان و مخارج سالانه

هر شرکت به عنوان ورودی مدل و متغیرهای تعداد صندلی- کیلومتر عرضه شده به مسافران (SKM) به عنوان خروجی مدل استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی کارایی در مرحله اول به روش DEA نشان داد که میانگین کارایی برای شرکت‌های حمل و نقل شهری 93 درصد و برای شرکت‌های حمل و نقل عمومی بین شهری و مختلط به ترتیب 86 و 85 درصد است (کارایی بالاتر سیستم حمل و نقل عمومی شهری). مطالعه بر روی این نکته تاکید می‌کند که متغیرهای برونزایی مانند سیاست‌های اتخاذ شده دولت در خصوص زیر ساخت‌های حمل و نقل و دیگر متغیرهای غیر قابل کنترل می‌توانند از طریق کاهش هزینه‌های ارایه خدمات و کالاهای مربوط به حمل و نقل بر روی کارایی اثر گذارند و باعث افزایش کارایی حمل و نقل عمومی شوند. همچنین سانچز (Sanchez, 2009) در مطالعه خود، کارایی فنی و کارایی مقیاس حمل و نقل عمومی شهری و به خصوص خدمات شرکت‌های اتوبوسرانی وابسته به شهرداری‌های اسپانیا را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و معیارهای تعداد پرسنل، سوخت مصرفی و تعداد اتوبوس‌ها به عنوان ورودی‌های مدل و تعداد 8 متغیر در سه دسته کمی، کیفی و سطح ایمنی خدمات حمل و نقل به عنوان خروجی‌های مدل اندازه‌گیری نمود. نتایج حاصل از برآورد کارایی توسط روش DEA نشان داد که میانگین کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس به ترتیب 94 درصد و 52 درصد است. همچنین مازاد منابع (Slack) حدود 6 درصد به دست آمد که صرفه‌جویی در استفاده از منابع موجود را توصیه می‌کند. در انتها پس از بررسی نهایی، تاکید مقاله بر روی ارزیابی کارایی فنی ارایه خدمات حمل و نقل اتوبوس شهری به دلیل اثر گذاری کیفیت ارایه این خدمات بر کیفیت زندگی شهروندان دلیل قرار گرفت.

با توجه به مطالعات تجربی انجام شده در قبل، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی مقایسه‌ای اجزای کارایی شامل کارایی فنی، کارایی مدیریتی، کارایی مقیاس کارایی فنی بخش حمل و نقل ریلی- مسافری در نواحی 14 گانه راه آهن کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها طی سال‌های 86 الی 88 می‌باشد.

## 5- روش تحقیق

جهت بررسی مقایسه‌ای اجزای کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، از داده‌های ورودی و خروجی شامل تعداد شاغلین، طول خطوط ریلی و نفر مسافر- کیلومتر جابه جا شده

مربوط به نواحی 14 گانه بخش حمل و نقل ریلی به عنوان واحدهای تصمیم ساز (DMU) استفاده شد. از آنجایی که نیروی انسانی فعال، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در دستیابی به اهداف یک بنگاه اقتصادی محسوب می‌گردد، برای همین از تعداد افرادی که به طور مستقیم (رانندگان) و غیر مستقیم (کارمندان و پرسنل) در بخش‌های حمل و نقل عمومی ریلی اشتغال دارند به همراه متغیر طول خطوط ریلی در هر ناحیه به عنوان ورودی‌های مدل استفاده شد. همچنین از معیار نفر-کیلومتر که واحد سنجش جابه‌جایی مسافر در یک کیلومتر است به عنوان خروجی مدل استفاده شد. منبع جمع‌آوری اطلاعات مربوط نیز از سالنامه‌های آماری منتشر شده توسط سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور و شرکت مسافری رجاء، طی سال‌های 86 تا 88 می‌باشد (جدول 1).

جدول 2. متغیرهای به کار رفته برای ارزیابی کارایی بخش حمل و نقل ریلی- مسافری

ورودی‌ها (Inputs)		خروجی (Outputs)
تعداد شاغلین بخش ریلی (شاغلین مستقیم و غیر مستقیم)	طول خطوط ریلی	نفر - کیلومتر (میلیون)

برای اندازه‌گیری کارایی فنی از مدل چارنز، کوپر و رودز<sup>15</sup> (CCR) که کارایی را در حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس اندازه می‌گیرد به صورت رابطه (5) استفاده شده است. البته در این مدل پیشنهادی برای هر واحد تصمیم ساز (DMU) باید یک محدودیت جداگانه نوشت و به این ترتیب مدل برنامه‌ریزی خطی به دست می‌آید که تعداد محدودیت‌های آن از تعداد متغیرهایش بیشتر است.

از آنجا که حجم عملیات در حل سیمپلکس بیشتر وابسته به تعداد محدودیت‌هاست تا متغیرها، بنابراین حل مساله ثانویه مدل فوق در رابطه (5) که نیازمند حجم عملیات کمتری است توصیه می‌شود. در مساله ثانویه، چنانچه متغیر متناظر با

$$\sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ip} = 1$$

محدودیت با  $\theta$  و متغیرهای متناظر با محدودیت‌های  $\sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rp} - \sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ij} \leq 0$ ، با  $\lambda_j$  بیان گردد و

با در نظر داشتن این نکته که مدل CCR در برخی مواقع حین محاسبه کارایی، برای ورودی‌ها و خروجی‌های مدل، ضریب صفر را تعیین می‌کند و ضریب صفر نیز باعث می‌شود که متغیر

مزبور در محاسبه کارایی موثر نباشد.

$$\begin{aligned} \min \theta \\ s.t \sum_{r=1}^s u_r Y_{r0} + \sum_{j=1}^s \lambda_j Y_{j0} &\geq 0 \\ \theta \sum_{i=1}^m v_i X_{i0} - \sum_{j=1}^m \lambda_j X_{ij} &\geq 0 \\ N^T \lambda = 1 \\ \lambda \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (8)$$

## 6- تخمین مدل و تحلیل نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری کارایی فنی بخش حمل و نقل ریلی - مسافری در جدول (2) خلاصه شده است. در این جدول، کارایی فنی نواحی 14 گانه ریلی برای سال‌های 86 تا 88 با استفاده از مدل CCR در حالت خروجی محور گزارش شده است. میانگین کارایی فنی نواحی طی سه سال مورد مطالعه 59٪ و میزان ناکارایی موجود در این بخش برای سال‌های 86، 87 و 88 به ترتیب 0/44، 0/42 و 0/38 به دست آمد. از جمله نتایجی که مدل CCR خروجی محور ارائه می‌دهد، استفاده از رابطه  $(1 - 1/\theta)$  برای محاسبه درصد افزایش خروجی (Pass-km) به منظور رسیدن به کارایی کامل می‌باشد. مقدار  $\theta$  همان میزان کارایی فنی به دست آمده از مدل CCR-O می‌باشد که در ستون‌های دوم الی چهارم جدول (2) آمده است. برای مثال در سال 1387، میزان کارایی فنی ناحیه شمال‌غرب کشور برابر  $\theta = 0/59$  می‌باشد که عکس این مقدار منهای یک برابر 69٪ می‌باشد. بدیهی است که برای رسیدن به مرز کارایی دو راه حل ممکن وجود دارد: الف) کاهش در مقدار استفاده از ورودی‌ها به شرط ثابت بودن خروجی‌ها و ب) افزایش در میزان خروجی به شرط ثابت بودن مقدار ورودی‌ها. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود، برای اینکه بخش ریلی به کارایی کامل برسد به طور متوسط باید افزایشی معادل 69٪ در خروجی خود ایجاد نماید.

محاسبات مربوط به شاخص کارایی مدیریتی یا کارایی فنی خالص بخش حمل و نقل ریلی - مسافری در نواحی چهارده گانه از طریق اندازه‌گیری کارایی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس انجام می‌شود (مدل BCC). همانطور که جدول (3) مشاهده می‌شود، کارایی مدیریتی نواحی چهارده گانه ریلی در کشور تفاوت بسیار زیادی نسبت به یکدیگر دارند. به عنوان مثال در سال 1386 کاراترین ناحیه از نظر بکارگیری توانایی‌های مدیریتی، نواحی جنوب، لرستان، اصفهان و تهران و ناکاراترین نواحی از نظر مدیریتی نواحی شرق، اراک و

لذا به جای استفاده از قید  $V_i, \mu_r \geq 0$  از قید  $V_i, \mu_r \geq \varepsilon$  توصیه می‌شود که در آن  $\varepsilon > 0$  است. با در نظرگیری موارد فوق، مسئله ثانویه مدل CCR به صورت روابط (7) نوشته می‌شود.

در آن  $\theta$  و  $\lambda$  متغیرهای مسئله ثانویه مدل اولیه و  $p$  و  $q$  متغیرهای کمکی هستند. این روش که در حقیقت تکامل یافته مدل CCR است، به مدل CCR/ε با فرم پوششی معروف است (Mehregan, 2004).

$$\begin{aligned} \max \theta_p - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m p_i + \sum_{r=1}^s q_r \right) \\ s.t \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} - p_i \leq \theta_p X_{ip} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - q_r \geq Y_{rp} \\ \theta_p, \lambda_j, p_i, q_r \geq 0 \end{aligned} \quad (7)$$

در تحلیل‌های بعدی، از آنجایی که ممکن است تمامی واحدهای تصمیم‌ساز (در این مطالعه نواحی حمل و نقل ریلی) به یکسان در مقیاس بهینه فعالیت نباشند و استفاده از فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس باعث شود که مقادیر محاسبه شده برای کارایی فنی با در بر داشتن کارایی مقیاس دچار اختلال گردد، بنابراین در این مطالعه از فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس نیز استفاده می‌شود تا امکان تحلیل مناسبتری از اجزای کارایی نظیر کارایی ناشی از مقیاس و مدیریت فراهم آید. بانکر، چارنر و کوپر<sup>16</sup>، با اضافه نمودن محدودیت  $N^T \lambda = 1$  (قید تحدب) در روش پیشنهادی خود، مدل قبلی را به گونه‌ای بسط دادند که محاسبات کارایی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس انجام شود (مدل BCC). به این طریق مساله ثانویه مدل برنامه‌ریزی خطی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس به صورت روابط (8) با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس تغییر یافت (میر حسینی، 1389).

در این مدل یک واحد تصمیم‌ساز یا بنگاه اقتصادی (در این مطالعه نواحی حمل و نقل ریلی) با استفاده از چندین نهاده برای تولید یک یا چند ستانده در یکی از سه حالت ممکن یعنی بازده ثابت، صعودی و یا نزولی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کند.



است. همچنین میانگین کلی نواحی 14 گانه ریلی طی سال‌های 86 تا 88 نیز برابر 0/73 به‌دست آمد که نسبت به میانگین کلی کارایی فنی (0/59) رقم بیشتری را نشان می‌دهد.

آذربایجان می‌باشند. البته با مقایسه میانگین کارایی مدیریتی طی سه سال مورد بررسی، مشاهده می‌شود که کارایی مدیریتی به طور قابل توجهی افزایش یافته است. میانگین کارایی مدیریتی هر ناحیه طی سه سال مورد نظر در ستون آخر جدول (3) آمده

جدول 2. کارایی فنی نواحی چهارده گانه حمل و نقل ریلی - مسافری

ناحیه	سال 86	سال 87	سال 88	میانگین
جنوب	1/00	1/00	1/00	1/00
لرستان	0/38	0/3	0/34	0/35
اراک	0/20	0/31	0/31	0/27
تهران	1/00	1/00	1/00	1/00
شمال	0/25	0/26	0/32	0/28
شمال شرق	0/32	0/38	0/47	0/39
خراسان	0/89	1/00	1/00	0/96
شمال غرب	0/64	0/59	0/68	0/64
آذربایجان	0/16	0/19	0/17	0/17
اصفهان	1/00	1/00	0/93	0/97
یزد	0/49	0/27	0/33	0/37
هرمزگان	0/95	0/99	1/00	0/98
جنوب شرق	0/57	0/44	0/54	0/51
شرق	0/015	0/39	0/68	0/36
میانگین	0/56	0/58	0/62	0/59

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول 3. کارایی مدیریتی در نواحی چهارده گانه حمل و نقل ریلی - مسافری

ناحیه	سال 86	سال 87	سال 88	میانگین
جنوب	1/00	1/00	1/00	1/00
لرستان	1/00	1/00	1/00	1/00
اراک	0/22	0/37	1/00	0/53
تهران	1/00	1/00	1/00	1/00
شمال	0/26	0/27	1/00	0/51
شمال شرق	0/41	0/46	0/51	0/46
خراسان	0/94	1/00	1/00	0/98
شمال غرب	0/73	0/65	0/72	0/70
آذربایجان	0/22	0/25	0/22	0/23
اصفهان	1/00	1/00	0/99	1/00
یزد	0/67	0/37	0/38	0/48
هرمزگان	0/98	1/00	1/00	0/99
جنوب شرق	0/67	0/44	1/00	0/71
شرق	0/02	1/00	1/00	0/67
میانگین	0/65	0/70	0/84	0/73

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول 4. کارایی مقیاس در نواحی چهارده گانه حمل و نقل ریلی - مسافری

ناحیه	سال 86	سال 87	سال 88	میانگین
جنوب	1/00	1/00	1/00	1/00
لرستان	0/38	0/35	0/35	0/36
اراک	0/91	0/86	0/31	0/69
تهران	1/00	1/00	1/00	1/00
شمال	0/98	0/97	0/32	0/76
شمال شرق	0/80	0/83	0/94	0/85
خراسان	0/95	1/00	1/00	0/98
شمال غرب	0/88	0/92	0/95	0/92
آذربایجان	0/77	0/77	0/81	0/78
اصفهان	1/00	1/00	0/95	0/98
یزد	0/73	0/75	0/88	0/79
هرمزگان	0/97	1/00	1/00	0/99
جنوب شرق	0/85	1/00	0/54	0/80
شرق	0/95	0/40	0/69	0/68
میانگین	0/87	0/85	0/77	0/83

مأخذ: یافته‌های تحقیق

خروجی بخش یعنی نفر- کیلومتر را افزایش داد.

## 7- نتیجه گیری

بخش حمل و نقل از جمله فعالیت‌هایی است که ماهیت راهبردی داشته و در فرآیند عمومی اقتصاد کشور به ویژه در فعالیت‌های بازرگانی داخلی، تجارت خارجی و گردشگری نقش عمده‌ای دارد؛ به طوری که هر نوع نارسایی و بحران در چگونگی ارائه فعالیت خدماتی توسط آن باعث کاهش رفاه اقتصادی مردم جامعه می‌شود. آمار نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل، یکی از مصرف کنندگان عمده فرآورده‌های نفتی در بین سایر بخش‌های اقتصادی می‌باشد، به طوری که طبق برآوردها، حدود 28 درصد از کل انرژی کشور توسط این بخش مصرف می‌شود. بنابراین ارایه روش‌های جایگزین در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در جلوگیری از اتلاف انرژی با خود به همراه آورد. از طرف دیگر، رشد و شکوفایی بخش حمل و نقل و به خصوص حمل و نقل عمومی با تأثیرگذاری بر روی هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم باعث ارتقای رفاه نسبی افراد جامعه نیز می‌شود. در این راستا، حمل و نقل زمینی ریلی دو وظیفه اساسی حمل بار و مسافر را بر عهده دارد که در این مطالعه

در ادامه، میزان کارایی مقیاس نواحی 14 گانه ریلی طی سه سال مورد مطالعه با استفاده از معیار نسبت کارایی فنی بر کارایی مدیریتی بررسی شد که نتایج آن در جدول (4) آمده است. کارایی مقیاس یک واحد تصمیم ساز (در این مطالعه نواحی حمل و نقل ریلی)، نشان می‌دهد که واحد مورد نظر تا چه حدی توانسته است در مقیاس بهینه تولید عمل کند. همانطور که در جدول (4) مشاهده می‌شود، ناحیه جنوب در هر سه سال مورد مطالعه دارای کارایی مقیاس کامل یعنی فعالیت در مقیاس بهینه می‌باشد.

همچنین ناحیه تهران در هر سه سال و نواحی اصفهان، خراسان و هرمزگان در دو سال دارای کارایی مقیاس واحد یا کامل هستند. همچنین میانگین کارایی مقیاس طی سال‌های 86 الی 88 به ترتیب 0/87، 0/85 و 0/77 به دست آمد که روند نزولی کارایی مقیاس طی سه سال مورد مطالعه را نشان می‌دهد و میانگین کل کارایی مقیاس نواحی نیز طی سال‌های مورد بررسی 0/83 به دست آمد. این معیار را می‌توان بدین صورت تفسیر کرد که برای اینکه بخش ریلی کشور از نظر مقیاس به کارایی واحد برسد می‌بایست به اندازه 20 درصد  $\{1 - (0/83) = 0/17\}$ ، میزان

بخش حمل و نقل ریلی - مسافری مد نظر قرار داشت و عمدتاً توسط شرکت قطارهای مسافری رجاء صورت می‌گیرد. ناوگان حمل و نقل ریلی - مسافری شامل انواع قطارهای مسافری، خطوط ریلی یک خطه، دو خطه و ایستگاه‌های بین شهری است که تحت نظارت شرکت راه آهن کشور به فعالیت مشغول است و در بسیاری از موارد رقیب بخش حمل و نقل جاده‌ای در زمینه مسافری به شمار می‌رود.

نتایج ارزیابی کارایی فنی نشان می‌دهد که طی سال‌های 86 الی 88، بخش حمل و نقل ریلی - مسافری از عملکردی با میانگین کارایی فنی 59٪ در بین نواحی چهارده‌گانه کشور برخوردار بوده است. در نتیجه جهت باقی ماندن در صحنه حمل و نقل مسافری و در کنار حمل و نقل مسافری جاده‌ای، می‌بایست خروجی نفر-کیلومتر در بخش مذکور به میزان 50٪ افزایش یابد. نتایج مطالعه حاضر در تطابق با مطالعات پیشین از جمله پورکاظمی و سلطانی (1386)، وجود ناکارایی نسبتاً بالایی را در بخش راه آهن تأیید می‌کند. از دلایل عمده‌ای که باعث به وجود آمدن ناکارایی فنی در بخش حمل و نقل ریلی - مسافری شده است، می‌توان به فرسودگی، محدود بودن ناوگان حمل و نقل ریلی و عقب ماندگی میزان خطوط راه آهن کشور که باعث اتلاف انرژی و وقت می‌شود اشاره نمود.

برآورد میانگین کارایی مدیریتی و مقیاس بخش حمل و نقل ریلی - مسافری به میزان 65/0 و 87/0، نشان دهنده کارایی نسبتاً ضعیف مدیریتی در بخش ریلی است که منجر به عدم جذب تقاضای بالقوه بخش حمل و نقل ریلی - مسافری راه آهن شده و این مسئله تا حدی ناشی از عدم برنامه‌ریزی مناسب در مسیرهای مختلف در طی فصول مختلف و در نتیجه تردد قطارهای با ظرفیت خالی است. مقایسه عملکرد بخش حمل و نقل ریلی - مسافری طی دوره 1386-1388 با اهداف تعیین شده برنامه چهارم توسعه نشان می‌دهد که درصد تحقق اهداف برنامه بر اساس شاخص نفر-کیلومتر 87 درصد است و این در حالی است که آمارهای موجود امکان جذب تقاضای مسافر اضافی با توجه به امکانات موجود را تأیید می‌کنند. البته لازم به اشاره است که فعالیت‌های بخش حمل و نقل ریلی - مسافری، به طور مستقل و متمرکز از سال 1376 به بعد توسط شرکت قطارهای مسافری رجاء صورت گرفته و به همین دلیل تمرکز در ارائه خدمات با کیفیت بیشتر نسبت به سال‌های گذشته و ایجاد سیستم‌ها و روش‌های خاص مدیریتی ضابطه‌مند موجب گردیده

تا رفاه مسافران بیش از پیش مد نظر قرار گیرد.

به طور خلاصه، وجود ناکارایی فنی در بخش حمل و نقل ریلی - مسافری موجبات عملکرد ضعیف شبکه حمل و نقل عمومی، افزایش هزینه‌های حمل و نقل کاهش رفاه نسبی افراد جامعه را فراهم می‌آورد. در حالی که هرگونه تلاش در جهت افزایش کارایی حمل و نقل عمومی مسافری و تعیین شیوه کارا در جابه‌جایی مسافر، نهایتاً منجر به کاهش هزینه‌های مربوط به حمل و نقل و افزایش در رفاه نسبی افراد جامعه می‌شود.

## 8- پی‌نوشت‌ها

1. Efficiency
2. Productivity
3. برنامه دوم توسعه اقتصادی و اجتماعی جمهوری اسلامی ایران.
4. برنامه چهارم توسعه اقتصادی و اجتماعی جمهوری اسلامی ایران.
5. Organization for Economic Cooperation and Development
6. Pure Technical Efficiency
7. Scale Efficiency
8. Stochastic Frontier Analysis
9. Data Envelopment Analysis
10. Parametric Method
11. Non Parametric Method
12. Decision Making Units
13. Shadow Price
14. Charnes, Cooper and Rhodes
15. Charnes, Cooper and Rhodes
16. Banker, Charners, Cooper

## 9- مراجع

- Abtahi, S. and Kazemi, B. (1996). "Bahrevari", Entesharat-e- Moases-e- Motaleat va Pajooheshaye Bazargani, Tehran.
- Aghdasi, M. and Gholami, A. (2003). "Baresi Shakhshaye Bahrevari va Tarkibe Avamele Tolid dar Rah Ahan I.R.I.", Majaleh Fani Mohandesi, Shomareh 11, pp. 79-96.
- Beizae, E. (2003). "Osoole Karbordie Eghtesade Haml va Naghl", Sazmane Motalea va Tadvin Kotobe Olome Ensani daneshgaha, SAMT.
- Charnes, A. Cooper, W. and Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operation 2,

- Mehregan, M. (2004). "Measurement of organization's performance; using DEA", Tehran University Publications. Faculty of Management. (In Persian)
- Mirhosseini, S. (2010). "Tahlile Posheshi Dadeha; Modelha va Karbordha", Enteshate Daneshgah Sanati Amirkabir, Tehran. (In Persian)
- Pajooyan, J. (2006). "Eghtesade Bakhsh Omomi; Hazineha", Entesharate Jangal, Tehran. (In Persian)
- Pierce, j. (1997). "Efficiency Progress in the Newsouthwales Government", available [<http://www.treasury.nsw.gov.edu>].
- Pina, v. and Torres, L. (2001). "Analysis Of The Efficiency Of Local Government Services Delivery; An Application To Urban Public Transport", transportation research part A 35, PP 929-944.
- Poorkazemi, M. and Soltani, H. (2007). "Arzyabie Karaee Rah Ahan I.R.I. dar Moghayese ba rah Ahan keshvarhaye Asiaee va Khavar Mianeh", Majaleh Tahghighate Eghtesadi, Shomareh 78, PP. 87-121. (In Persian)
- Ramanathan, R. (2000). "A Holistic Approach To Compare Energy Efficiencies Of Different Transport Models, Energy Policy", volume 28, pp:743-747.
- Safarzadeh, M. va Rezaee Arjroodi, A. (2001). "Rahkarhaye Kaheshe Masrafe Energi dar Haml va Naghl Zamini", Sevomin Hamayesh Melli Energi Iran, Tehran. (In Persian)
- Sanchez, I. M. (2009). "Technical and Scale Efficiency in Spanish Urban Transport: Estimating with Data Envelopment Analysis", Advances in Operations Research, Volume 2009, Article ID 721279, pp. 15-30.
- Sherkate Rah Ahan I.R.I.(2009), "Amare
- Ebrahimimehr, M., (2010). "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", First Edition, Institute of Business Studies and Research.
- Emami meybodi, H. (2005). "Measure of productivity (academic and applied)", Institute of Business Studies and Research.
- Farhang, M. (2006). "Farhange Feshordeh Olome Eghtesadi", Nashre Alborz, Tehran.
- Fazioli, R. and Filippini, M. (1993). "Cost-Structure And Efficiency Of Local Public Transport: The Case Of Emilia Romagna Bus Companies", International Journal of Transport Economics, Volume 20, available at and Order URL: <http://worldcat.org/issn/03918440>.
- Forozandeh, K. (2009). "Moghayese Asarate Zist Mohiti Haml va naghl Reili VA Jadei", Majaleh Rahe Abrisham.
- Ketabe Jame Haml VA Naghl (2005). Entesharate Sazmane Behinesazi Masrafe Sookht Keshvar, Tehran.
- Khaki, G. (2008). "Ashnaee ba Modiriati Bahrevari", Kanoon Farhangi Enteshrati Saye Nama, Tehran.
- Mahmoodi, A. (1997). "Osoole Karbordie Eghtesade Haml va Naghl", Nashre Eghtesade No, Vabasteh Be Institute of Business Studies and Research. (In Persian)
- Margari, B.B., Erbetta, E., Petraglia, C. and Piacenza, M. (2006). "Regulatory and Environmental Effectson Public Transit Efficiency; A Mixed DEA-SFA Approach", Serie speciale in collaborazione con HERMES, NO 13.

Navgane Haml va Naghl Omomi va Tasir Navasanate Bahaye Sookht bar Eghtesade Melli", Hashtomin Confrance Mohandesi Terafik Iran, Tehran. (In Persian).

Faaliathaye Rah Ahan Jomhorye Eslami Iran", Salhaye 2005-2009, Daftare Amar va fanavary Etelaat. (In Persian)

Sherkate Rah Ahan I.R.I. (2009). "Salnameh Amari", Sherkate Ghatarhaye Mosaferi Raja, Salhaye 2005-2009. (In Persian)

-Vahdatifard, J. (2008). "Barresi hazinehaye

## **Efficiency Components Analysis of Regional Rail Passenger Transportation; Using DEA Model**

*H. sepehrdoust, Associate Professor, Department of Economics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.*

*P. Masoumi, M.A.in Economics, Department of Economics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.*

*E-mail: hamidbasu1340@gmail.com*

*Received: February 2016 - Accepted: July 2016*

### **ABSTRACT**

Public ground transportation is one of the sectors that has a major impact on economic activity, such as increased efficiency in othe sectors and related activities. In this context, the knowledge of transportation economy, is trying to make the best use of transport facilities to meet the need to provide a definite shift in time and place. The main objective of the study was to analyse the components efficiency of regional rail-passenger transportation in 14 regions of Iran for the years 2007-2009. For this purpose data envelopment analysis (DEA) was used to measure technical, managerial and scale efficiency in terms of constant returns to scale production attributable to Charns, Cooper, Rhodes (CCR) and variable returns to scale in terms of production attributable to Bnker, Charns, Cooper (BCC).On the basis of results, inefficiency levels in rail-passenger transportation section are 0/44, 0/42 and 0/38 respectively during 2007-2009. The results showed that the average performance of the estimated components including technical, managerial and scale efficiency in rail-passenger transportation were 0/59, 0/65 and 0/85 respectively during the period of study. Therefore it

is suggested that the rail passenger transport sector should increase its output potential level by 41 percent. The main reason behind the presence of weak performance in the sector could be attributed to old and frustrated rail way infrastructures and limited rail transport navigation system that causes waste of energy in the industry.

**JEL:** C14, J58, H41

**Keywords:** Technical Efficiency, Public Transportation, Ground Transportation, Rail Transportation, Data Envelopment Analysis

- 
1. Efficiency
  2. Productivity

<sup>3</sup>. برنامه دوم توسعه اقتصادی و اجتماعی جمهوری اسلامی ایران

<sup>4</sup>. برنامه چهارم توسعه اقتصادی و اجتماعی جمهوری اسلامی ایران

5. Organization for Economic Cooperation and Development
6. Pure Technical Efficiency
7. Scale Efficiency
8. Stochastic Frontier Analysis
9. Data Envelopment Analysis
10. Parametric Method
11. Non Parametric Method
12. Decision Making Units
13. Shadow Price
14. Charnes, Cooper and Rhodes
15. Charnes, Cooper and Rhodes
16. Banker, Charners , Cooper