

ارزیابی کارائی راه آهن جمهوری اسلامی ایران در مقایسه با راه آهن های کشورهای آسیائی و خاور میانه *

محمد حسین پور کاظمی

دانشیار دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی h_pourkazemi@yahoo.com.au

حسینعلی سلطانی

کارشناس ارشد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی h_soltani2001@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۲۱ تاریخ تصویب: ۸۶/۳/۱۶

چکیده

/ VRS / CRS

.C14,C61,L92 : JEL

*

۱- مقدمه

معضل محدودیت منابع و امکانات تولید و به تبع آن کالاها و خدمات همواره دست به گریبان جوامع بوده است. بنابراین استفاده اصولی و بهینه از منابع و امکانات امری اجتناب ناپذیر است. تا با جلوگیری از اتلاف منابع و سرمایه‌ها شرایط برای تحقق اهداف مطلوب فراهم گردد. صنعت حمل و نقل به‌عنوان یکی از محورهای توسعه اجتماعی و اقتصادی در بیشتر کشورهای مورد توجه سیاستگذاران اقتصادی بوده تا با ساماندهی این بخش زمینه ارتقاء و عملکرد بهینه آن محقق گردد [6]. همچنین کشور ما به‌دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و راهبردی آن و نیز به لحاظ وجود خطوط مختلف فرعی و اصلی راه‌آهن، ارتباط با آب‌های آزاد و اتصال شرق به غرب، امکانات بالقوه‌ای را جهت تمرکز بر روی بخش حمل و نقل و افزایش درآمدهای ترانزیتی ناشی از جابجایی بار و مسافر دارد. بخش حمل و نقل ریلی به جهت مصرف کمتر انرژی، ایمنی بیشتر، آلودگی کمتر محیط زیست و اشغال کمتر زمین در مقایسه با سایر شیوه‌های حمل و نقل دارای صرفه اقتصادی بالاتری می‌باشد. [7]

بنابراین توجه ویژه به این بخش در میان شاخه‌های حمل و نقل می‌تواند در اولویت سیاست‌گذاری‌های کلان اقتصادی جوامع مختلف قرار گیرد. آمارهای موجود در کشور مبین آنست که در طول ۱۰ سال گذشته سهم ارزش افزوده بخش حمل و نقل از کل کشور رقم قابل توجهی بوده به طوری که در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ به ترتیب ۸/۴ و ۸/۳ درصد از کل تولید ناخالص داخلی کشور را به خود اختصاص داده است ضمن آنکه سهم بخش حمل و نقل ریلی از ۰/۹ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۱/۸ درصد در سال ۱۳۸۱ رسیده است.^۱ [10] بررسی‌های آماری بیانگر آنست که کشور ما از نظر امکانات و زیرساخت‌ها وضعیت نسبتاً خوبی دارا بوده است حال آنکه میزان بهره‌گیری و بهره‌برداری از این زیر ساخت‌ها مناسب نبوده است و جایگاه مطلوبی ندارد [9].

حمل و نقل ریلی از مهمترین عوامل تحول اقتصاد جهان و شروع استفاده از آن همزمان با انقلاب صنعتی است. از ۳۷۰ سال پیش که نخستین واگن های اسی در انگلیس برای حمل ذغال سنگ به کار گرفته شد تا سال ۱۸۰۴ که موتورهای بخار برای حرکت واگن های قطار و حمل بار و مسافر به کار گرفته شد حدود ۱۷۰ سال گذشته بود و به تدریج سرعت بشر در دستیابی به فن آوری های جدید و توسعه و پیشرفت افزایش می یافت. مهمترین ویژگی این دوران که دوران انقلاب صنعتی است، افزایش سرعت و حجم انتقال بار و مواد اولیه و کالا است که به تحول بزرگ صنعتی و اقتصادی در جهان منجر شد. اولین شبکه های راه آهنی جهان در سال ۱۸۲۵ در انگلیس و در سال ۱۸۲۸ در آمریکا افتتاح گردیده است در سال ۱۸۸۲ موتور رودولف دیزل^۱ مورد آزمایش قرار گرفت. بنابراین از سال ۱۹۳۴ موتورهای دیزل جایگزین موتور های بخار شد و باعث افزایش سرعت حمل و نقل با قطار و کاهش آلودگی و میزان مصرف انرژی گردید. [1] کشور ما در میان بیشتر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه قدمت کمتری از نظر تاسیس راه آهن دارد و نخستین اقدامات آن به سال های (۱۲۹۰ه ش) باز می گردد. [9]

در این مقاله با بررسی کارائی و تغییرات بهره وری کل عوامل تولید راه آهن کشورمان و سایر کشورها و ارائه تحلیل حساسیت های مناسب، راهکارهای علمی برای بهبود کارائی و بهینگی حمل و نقل ریلی کشور ارائه شده است. بنابراین باید به این سوالات پاسخ داده شود که کشورمان از نظر کارائی در بین این کشورها چه جایگاهی دارد؟ و روند آن چگونه بوده است. آیا منابع موجود در کشور در مقایسه با سایر کشور های در حال توسعه به نحوه مطلوبی استفاده می گردد یا خیر؟ ضمن آنکه آیا با منابع موجود این قابلیت و انعطاف پذیری وجود دارد که بتوانیم میزان بار و مسافر را افزایش دهیم یا این که منابع کمتری را جهت تحقق نیازهای کنونی جابجائی بار و مسافر به کار گیریم.

1- Rodulf Dizel.

۲- مفاهیم و روش‌های اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری

کارایی دارای مفهومی مهم و پیچیده می‌باشد که در حوزه‌های مختلف با تعاریف متفاوت به کار گرفته می‌شود. در برخورد با واژه کارایی با مجموعه‌ای از مفاهیم و تعاریف روبه‌رو می‌شویم. کارایی ممکن است نسبت ستانده به نهاده باشد. گاه ممکن است نسبت هزینه واقعی به هزینه استاندارد برای محاسبه کارایی به کار رود. در تعریف آن از دیدگاه اقتصادی کارایی در مورد یک بنگاه به دو نسبت اشاره دارد. نسبت اول، امکان‌پذیری حداکثر تولید با یک مجموعه نهاده معین (یا حداقل نهاده برای تولید ستانده معین) که این نسبت کارایی فنی نامیده می‌شود بنابراین تنها نهاده‌هایی در این نسبت لحاظ می‌کنیم که خاصیت فیزیکی و خریداری داشته باشند. در مورد نسبت دوم نیز نسبت ستانده به نهاده است که البته یک شکل آن به صورت ارزش ستانده به ارزش نهاده تعریف می‌گردد، یعنی قیمت‌های محصولات و همچنین نهاده‌ها مورد بحث قرار می‌گیرند و آن را کارایی قیمتی (تخصیصی)^۱ می‌نامند. در این حالت کارایی اقتصادی^۲ حاصل ضرب کارایی تکنیکی (فنی) و کارایی قیمتی است. در حقیقت علت به کارگیری آن اینست که حل مشکلات فنی تولید برای یک بنگاه کافی نیست و بنگاه باید عملکرد خود را با قیمت‌های رایج و نسبی نهاده‌ها در بازار تطبیق دهد [3,4].

بهره‌وری نیز مفهومی است که به عنوان یک ویژگی بسیار مهم به یک سیستم می‌توان نسبت داد و آن را هدف اصلی سیستم به حساب آورد.

مفاهیم بهره‌وری به نوعی ارتباط میان مقدار (ارزش) کالاها و خدمات تولید شده و مقدار (ارزش) منابع و نهاده مصرف شده در جریان تولید این کالاها و خدمات در یک سیستم را بیان می‌نماید، که روابط آن کمی و قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

1- Allocative Efficiency.

2- Economic Efficiency.

سازمان همکاری های اقتصادی اروپا^۱ در سال ۱۹۵۰ بهره‌وری را نسبت بازده به یکی از عوامل تولید نامید. دیویس^۲ (۱۹۵۵) افزایشی که در میزان محصول در اثر منابع به کار رفته ایجاد می‌گردید را به‌عنوان بهره‌وری معرفی نمود. فابریکنت^۳ (۱۹۶۲) نسبت بین ستانده و نهاده را بهره‌وری می‌دانست و سومانت^۴ (۱۹۷۹) نسبت بازده ملموس به نهاده بهره‌وری کل عوامل تولید می‌نامید. سازمان بین‌المللی کار^۵ (ILO) بهره‌وری را با توجه به نهاده‌های کار، سرمایه، زمین و نسبت ترکیب این نهاده‌ها به محصولات در نظر گرفت. اما در زمینه اندازه‌گیری بهره‌وری حمل و نقل ریلی نخستین بار در سال ۱۹۵۱ برگر^۶ مطالعاتی را انجام نمود. در سال ۱۹۶۵ دیکین^۷ و جورج^۸ بهره‌وری صنایع خدماتی را بررسی نمودن که حمل و نقل را نیز در بر می‌گرفت. [8]

۱-۲- روش‌های اندازه‌گیری کارایی

به‌طور کلی روش‌های ارزیابی کارایی را در دو دسته روش‌های پارامتری و ناپارامتری^۹ تقسیم بندی نمود:

الف) روش‌های پارامتری

به روش‌هایی اطلاق می‌گردد که در آن‌ها ابتدا یک شکل خاص برای تابع تولید (مانند تابع کاب-داگلاس) در نظر گرفته می‌شود. سپس با یکی از روش‌های برآورد توابع که در آمار و اقتصادسنجی مرسوم است، ضرایب مجهول (پارامترها) این تابع برآورد می‌شود و با استفاده از تابع برآورد شده کارائی محاسبه می‌گردد.

1- Organization for European Economic Co-operation.

2- Davis.

3- Fabricant .

4- Somanth .

5- International Labor Organization.

6- Barger.

7- Deakin.

8- George.

9- Non- Parametric Method.

چون در این روش، پارامتر یا پارامترهایی از تابع برآورد می‌شود به روش پارامتری معروفند. مهمترین روش‌های پارامتری به قرار ذیل است: [2]

- تابع تولید مرزی قطعی^۱
- تابع تولید مرزی قطعی آماری^۲
- تابع تولید مرزی تصادفی^۳
- تابع سود^۴

ب) روش ناپارامتری

در این روش با کمک تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی به محاسبه کارایی نسبی بنگاه‌ها پرداخته می‌شود. و دیگر نیازی به برآورد تابع تولید نیست، و چنانچه بنگاه‌ها دارای چند خروجی متفاوت باشد، این روش در ارزیابی کارایی دچار مشکل نمی‌شود. اما این نکته را باید در نظر گرفت که کارایی حاصله در این روش در مقایسه با سایر واحدهاست و نسبی می‌باشد. روش تحلیل پوششی داده‌ها را می‌توان به‌عنوان یکی از روش‌های ناپارامتری معرفی نمود.

روش تحلیل پوششی داده‌ها

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها معمولاً به شکل نسبت‌ها معرفی می‌شود. محاسبه کارایی در حالت تک نهاده و تک ستانده به‌صورت نسبت ستانده به داده تعریف می‌گردد. و در حالت اندازه‌گیری نسبی واحدها در شرایط وجود تعداد زیادی نهاده و ستانده بر مجموع موزون واحدها متمرکز می‌گردد. و کارایی فنی به‌صورت نسبت مجموع موزون ستانده‌ها به مجموع موزون داده‌ها تعریف می‌شود. عمده مزیت این مدل‌ها در برابر روش‌های پارامتری آنست که در شرایط وجود چندین خروجی به نحوی که هیچ شاخصی جهت تبدیل آن‌ها به یکدیگر نباشد و در عین حال هیچ توافق کلی در مورد وزن یا اهمیت آن‌ها وجود نداشته باشد می‌توان از این مدل‌ها استفاده نمود [2].

1- Deterministic Frontier Production Function.

2- Deterministic Stochastic Frontier Production Function.

3- Stochastic Frontier Production Function.

4- Profit Function.

در زمینه به کارگیری تکنیک های برنامه ریزی خطی تحلیل پوششی داده ها بیش از ۳۲۰۰ مقاله و رساله پژوهشی و تحقیقاتی در فاصله سال های ۱۹۷۸ تا سال ۲۰۰۱ ارائه گردیده است. که این مطالعات در زمینه های مختلف نظیر ارزیابی کارائی بیمارستان ها، مراکز آموزشی، نیروگاه ها، صنایع مختلف و بخش کشاورزی بوده است. [19]

در شرایط بررسی کارائی n واحد همگن موسوم به واحدهای تصمیم گیری که هر کدام دارای p ورودی و s خروجی باشد، کارائی واحد i ام ($i=1,2,\dots,n$) به صورت زیر محاسبه می گردد.

x_{ji} : میزان ورودی j ام برای واحد i ام ($j=1,2,\dots,m$)

y_{ri} : میزان خروجی r ام برای واحد i ام ($r=1,2,\dots,p$)

u_r : وزن اختصاص داده شده به خروجی r ام

v_j : وزن اختصاص داده شده به ورودی j ام

$$\text{کارائی واحد } i \text{ ام} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ri}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{ji}} \quad (2)$$

مسئله اساسی در رابطه بالا اینست که معیار ارائه شده سنجش کارائی، به مجموعه ای از وزن ها نیاز دارد که برای تمام واحدهای مورد بررسی، مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین با توجه به این دو نکته، ارزش ورودی ها و خروجی ها می تواند متفاوت باشد و از طرفی واحدهای مختلف می توانند به نحوه ای عملیات خود را سازماندهی نمایند که خروجی هایی با ارزش های متفاوت ارائه کنند. [11]

چارنز، کوپر و رودز (CCR) در سال ۱۹۷۸ مدل نسبتی خود را بر مبنای حداقل کردن عوامل تولید و با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس ارائه نمودند. [10] آن ها در مدل خود به خروجی ها و ورودی ها وزن های مختلفی را اختصاص دادند و واحد هایی را مطرح کردند که می توانند وزن هایی را که برای آن ها متناسب تر و روشن تر در مقایسه با سایر واحدها باشد بپذیرند. تحت این شرایط که به مدل نسبتی CCR معروف است به گونه ای این نسبت تعیین می گردد که

کسر مجموع وزنی ضرایب را حداکثر نماید و برای سایر واحدها با فرض نسبت کمتر از یک باشد این روش برای تک تک واحدهای تصمیم‌گیری به کار برده می‌شود.

$$\text{Max } Z_i = \frac{\sum_{r=1}^p u_r Y_{ri}}{\sum_{j=1}^m v_j X_{ji}} \quad (3)$$

$$\text{st : } \frac{\sum_{r=1}^p u_r Y_{ri}}{\sum_{j=1}^m v_j X_{ji}} \leq 1, u_r, v_j \geq 0$$

متغیرهای مدل بالا وزن‌ها بوده و جواب مسئله مناسبترین مقادیر را برای وزن‌های واحد i ام ارائه و کارائی آن را اندازه‌گیری می‌کند. در مدل بالا در شرایط عدم محدودیت ضرایب خروجی خیلی بزرگ و ضرایب ورودی خیلی کوچک می‌گردد. جهت جلوگیری از چنین مشکلی نسبت‌های کارائی واحدها را کوچکتر یا مساوی یک در نظر می‌گیریم. در برخی از نتایج مشاهده می‌کنیم که مقدار ضرایب حاصله برابر صفر می‌شود در این صورت عملاً ورودی یا خروجی مربوط به آن ضریب اصلاً لحاظ نمی‌گردد در این صورت لازم است جهت جلوگیری از بروز این خطا مقادیر ضرایب u_i, v_j از مقدار حداقلی بسیار ناچیز مانند ϵ بزرگتر باشند و مقدار با توجه به مقادیر نتایج مدل تعیین می‌گردد. [11,20]

مدل پوششی CCR ورودی محور^۱ و خروجی محور^۲

چارلز، کوپر و رودز در ساخت مدل تحلیل پوششی داده‌ها به روابط تجربی در ارتباط با تعداد واحد‌های مورد ارزیابی و تعداد خروجی‌ها و ورودی‌ها به صورت ذیل رسیدند.

1- Input Oriented.
2- Output Oriented.

(تعداد خروجی ها + تعداد ورودی ها) $\times 3 \geq$ تعداد واحدهای مورد ارزیابی
 عدم به کارگیری رابطه فوق در عمل باعث قرار گرفتن تعداد زیادی از واحدها بر
 روی مرز کارائی می شود و قدرت تفکیک مدل کاهش می یابد.
 فرم دوگان مدل بالا به صورت خطی میزان کارائی (θ) برای هر بنگاه را ارائه
 می نماید متغیر متناظر با محدودیت $\sum_{j=1}^m v_j x_{ji} = 1$ را در مساله دوگان با تابع
 هدف (θ) و متغیرهای متناظر با محدودیت های $\sum_{r=1}^p y_{ri} u_r - \sum_{j=1}^m v_j x_{ji} \leq 0$ که با λ_i
 بیان گردد و یک مدل ورودی محور می باشد.

$$\text{Min } y_k = \theta$$

$$\text{St: } \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ri} \geq y_{rk}, \quad \theta x_{jk} - \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ji} \geq 0$$

$$\lambda_i \geq 0, \quad (r = 1, 2, \dots, p), \quad (j = 1, 2, \dots, m), \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

λ یک بردار $n \times 1$ شامل اعداد ثابت می باشد که وزن های مجموعه مرجع را
 نشان می دهد و نشانگر نسبتی از ورودی ها و خروجی های تمامی واحدهای به هم
 آمیخته است که واحد مجازی را ایجاد می کنند. مقادیر اسکالر به دست آمده برای
 θ کارایی بنگاه ها خواهد بود که شرط $\theta \leq 1$ را تامین می نماید.
 در رابطه فوق اولین قید بیان می دارد که آیا مقادیر واقعی محصول تولید شده
 توسط بنگاه i ام با استفاده از عوامل تولید مورد استفاده می تواند بیش از این
 باشد. محدودیت دوم دلالت بر این دارد که عوامل تولیدی که توسط بنگاه i ام
 به کار می روند، حداقل بایستی به اندازه عوامل به کار رفته در بنگاه مرجع باشند.
 λ و θ متغیرهای تصمیم در مدل محسوب می شوند.

θ عبارتست از نسبت میزان بهینه نهاده مورد نیاز برای تحصیل مقدار
 مشخصی محصول به میزان مورد استفاده از عوامل برای تولید همان میزان
 محصول. مدل برنامه ریزی خطی لازم است n بار و هر مرتبه برای یکی از بنگاه ها

حل شود. در نتیجه میزان کارائی (θ) برای هر بنگاه به دست خواهد آمد. اگر $\theta=1$ باشد، نشان دهنده نقطه‌ای روی منحنی هم مقداری تولید و یا تابع تولید مرزی است و بنابراین طبق نظریه فارل، بنگاه دارای کارائی نسبی می‌باشد. [2,11]

در مدل‌های خروجی محور بر خلاف مدل‌های ورودی محور، یک واحد در صورتی کاراست که امکان افزایش یکی از خروجی‌ها بدون کاهش یک خروجی دیگر و یا افزایش یک ورودی وجود نداشته باشد. به صورت رابطه زیر تعریف می‌گردد.

(۵) مدل خروجی محور CCR

$$\text{Max } y_k = \theta$$

$$\text{St: } \sum_{i=1}^n x_{ji} \lambda_i \leq x_{jk} , \quad \sum_{i=1}^n y_{ri} \lambda_i \geq \theta y_{rk}$$

$$\lambda_i \geq 0 , \quad (i = 1, 2, \dots, n) , \quad (j = 1, 2, \dots, m) , \quad (r = 1, 2, \dots, p)$$

مدل‌های خروجی محور در شرایط تمرکز بر روی خروجی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد در این شرایط واحد k ام زمانی کاراست که هیچ ترکیبی محدبی $(x = \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i)$ از واحدها قادر به ارائه ورودی کم‌تری نسبت به واحد تحت بررسی نباشد. همچنین هیچ ترکیبی $y = \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i$ از خروجی‌ها قادر به افزایش دادن نسبت θ خروجی واحد مورد نظر نباشد. پارامتر $(\theta \geq 1)$ بیانگر مقدار افزایش نسبی خروجی واحد k ام می‌باشد در حالی که سطح خروجی ثابت است. این افزایش به طور همزمان برای تمام خروجی‌ها اعمال می‌شود و منجر به حرکت شعاعی به سمت سطح پوششی می‌گردد. [2,11]

۲-۲- روش های اندازه گیری بهره‌وری

۲-۲-۱- روش داده - ستانده^۱

این روش ابتدا برای مطالعه جریان‌ات اقتصاد ملی به کار گرفته شده و در واقع ماتریس معکوسی که در این تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است به معکوس لئونتیف معروف است. هرچند از روش تحلیل داده- ستانده برای اندازه‌گیری بهره‌وری در سطح ملی کارهای زیادی انجام شده است ولی در سطح بنگاهی کار خاصی صورت نگرفته است.

۲-۲-۲- روش ارزش افزوده^۲

این روش از دهه ۱۹۳۰ به عنوان روشی جهت اندازه‌گیری بهره‌وری متداول گردید و شرکت‌ها جهت ایجاد سیستم‌های انگیزشی از این روش برای محاسبه بهره‌وری استفاده نمودند. که از آن جمله مدل راکر^۳ بود که براساس افزایش بهره‌وری، پرداخت‌ها را تنظیم می‌نمود. در این روش، میزان ارزشی که بر مواد یا کالا و خدماتی تهیه شده از بیرون افزوده می‌گردید به عنوان معیار کارائی واحد تولید محسوب می‌شد. بنابراین:

ارزش افزوده = ستانده- مواد یا خدمات تهیه شده از بیرون

با داشتن ارزش افزوده می‌توان به تعریف بهره‌وری جزئی برای هر یک از منابع

تولید دست یافت. [8]

(۶)

۲-۲-۳- روش شاخصی

الف) شاخص کندریک^۴ [8]

این شاخص براساس نسبت محصول خالص (تولید واقعی) به میانگین وزنی عوامل تولید کار و سرمایه است. در این شاخص فرض بر آنست که شرایط رقابت

1- Input-Output.
2- Value added .
3- Rucker.
4- Kendrick Index.

کامل حاکم بوده و کالاها و عوامل تولید دارای بازاری رقابت است و این شاخص به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$TFP = \frac{V}{r.k + w.l} \quad (7)$$

که در آن w و r به ترتیب سهم نیروی کار و سرمایه در ارزش افزوده است و V ارزش افزوده، k موجودی سرمایه و l تعداد نیروی کار است. برای حصول از مقادیر سهم عوامل تولید در ارزش افزوده، تابع تولید کاب داگلاس را با فرض بازده ثابت به مقیاس تولید در نظر می‌گیریم یعنی:

$$V = Ak^\alpha l^\beta, \alpha + \beta = 1 \quad (8)$$

(ب) شاخص ابتدائی^۱

با فرض وجود دو عامل سرمایه و نیروی کار در فرآیند تولید، نسبت ارزش تولید به مجموع موزون از ارزش عوامل تولید به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$TFP = \frac{Q}{\alpha(r.k) + \beta(w.l)} \quad (9)$$

که α, β سهم عامل کار و سرمایه در تولید و r, w ارزش سرمایه و نیروی کار به کار گرفته شده در تولید است.

(ج) شاخص مالم کوئیست [20]

این شاخص تا سال ۱۹۹۲ چندان مورد استفاده قرار نمی‌گرفت در این سال نخستین تخمین عملی به کمک این روش انجام پذیرفت. این روش دارای مزایایی است که از آن جمله:

۱- از اطلاعات مقداری استفاده می‌کند

۲- فروض محدودکننده کمتری دارد.

۳- نیازی به تخمین‌های اقتصادسنجی ندارد.

این شاخص بر پایه تابع مسافت- محصول است و در آن $t=1,2,\dots,n$ و X

Y بردارهای ستانده و داده در دوره t می‌باشد.

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_m) \quad , \quad Y = (y_1, y_2, \dots, y_p)$$

در این مطالعه از شاخص مالم کوئیست جهت انجام محاسبات اندازه گیری انواع شاخص های بهره وری کل عوامل تولید استفاده شده است. توضیحات تفصیلی آن در ادامه آورده شده است.

تابع مسافت^۱

جهت به کارگیری بهره وری کل عوامل تولید از طریق شاخص مالم کوئیست ابتدا بایستی توابع مسافت تعریف گردد. این تابع در روش تحلیل فراگیر داده ها برای محاسبه بهره وری کل عوامل تولید به روش شاخص مالم کوئیست براساس نسبت مسافت هر واحد تولیدی در یک دوره از تابع تولید مرزی همان دوره یا دوره های دیگر شکل می گیرد و به دو حالت تابع مسافت- عوامل تولید و تابع مسافت - محصول به کار برده می شود. تابع مسافت- عوامل تولید در شاخص مالم کوئیست در دوره زمانی t و با مقادیر مقایسه ای سایر واحد های همان دوره بیانگر عکس مقادیر کارائی مورد نظر فارل می باشد. بنابراین مهمترین مزیت به کارگیری این توابع مسافت، ارتباط نزدیک آن با معیار کارائی می باشد. اگر تکنولوژی تولید یک بنگاه در زمان t به صورت زیر تعریف شود داریم: [2,20]

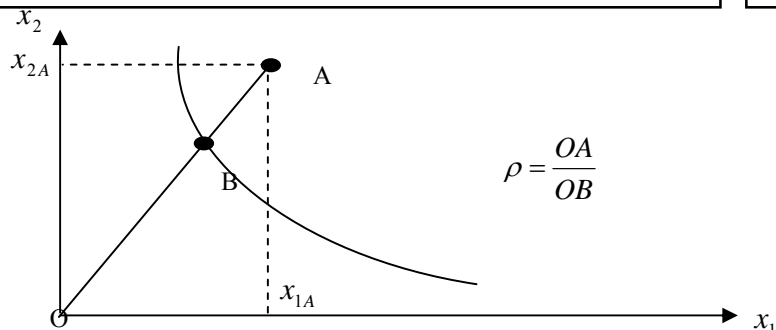
$$T^t = \left\{ (x^t, y^t) : x^t \in R_+, y^t \in R_+ \right\} \quad ()$$

که X^t می تواند Y^t را تولید کند. $Y^t = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ بردار ستانده و $X^t = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ بردار داده در زمان t است. T^t فهرستی از ترکیب تکنولوژی داده ها و ستانده ها در دوره t است. تابع مسافت- عوامل تولید نیز براساس مجموعه عوامل تولید و مطابق نمودار (۱) به صورت زیر تعریف می گردد.

$$D_i^t(x^t, y^t) = \max \left\{ \rho : \left(\frac{X}{\rho} \in L^t(y^t) \right) \right\}$$

که در آن $L^t(y^t) = \{x^t : (x^t, y^t) \in T^t\}$ و مجموعه بردارهای داده است که می تواند بردار محصول را تولید نماید.

1- Distance Function.



نمودار ۱- تابع مسافت - عوامل تولید و مجموعه عوامل تولید

$$D_0^t(x^t, y^t) = \min \left\{ \Omega > 0 : \left(\frac{Y}{\Omega} \in S^t(x^t) \right) \right\}$$

$$Y \qquad X \qquad s^t(x^t)$$

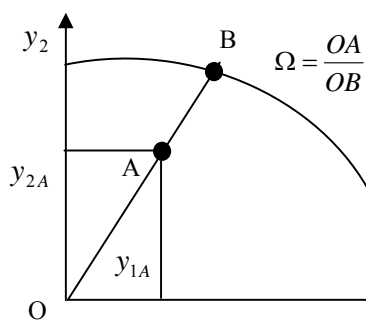
$$s^t(x^t) = \{y^t : (x^t, y^t) \in T^t\} \quad (1)$$

Ω در شرایط به کارگیری یک واحد در دوره t با مقادیر مقایسه‌ای سایر واحدهای تصمیم‌گیری در همان دوره برابر کارائی فنی فارل است. و ضمناً

$$D_0^t(x^t, y^t) = 1/D_1^t(x^t, y^t) \text{ معکوس مقدار تابع مسافت- عوامل تولید است.}$$

در نمودار (۲) $s^t(x^t)$ عبارت از سطح محاط شده توسط منحنی امکانات تولید

مرزی و محورهای y_1, y_2 است مقدار تابع مسافت در نقطه A برابر است با [2,14]:



نمودار ۲- تابع مسافت - محصول و مجموعه امکانات تولید

شاخص تغییرات بهره‌وری مالم کوئیس

شاخص مالم کوئیس دارای ویژگی‌های مطلوبی جهت اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری می‌باشد در این بخش ضمن بررسی دقیق این شاخص، اجزاء آن نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

کیوز^۱، کریستنسن^۲ و دیورت^۳ در سال ۱۹۸۲ شاخص بهره‌وری مالم کوئیس را با توجه به تابع مسافت - عوامل تولید به صورت زیر تعریف نمودند به طوری که E_i^{t+1} تغییر کارائی فنی و T_i^{t+1} تغییرات تکنولوژی در شرایط انتقال تابع مرزی بین دو دوره t و $t+1$ را اندازه‌گیری می‌کند. [2,14]

$$M_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t) D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{1/2} =$$

$$\left(\frac{D_o^{t+1}(y^t, x^t) D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \right)^{1/2} = \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)} \times \quad (12)$$

$$\left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{1/2} = \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \times$$

$$\left(\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_o^{t+1}(y^t, x^t)}{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_o^t(y^t, x^t)} \right)^{1/2} = E_i^{t+1} \times T_i^{t+1}$$

با توجه به رابطه فوق در صورت وجود رشد بهره‌وری این شاخص بزرگتر از واحد و در صورت عدم رشد بهره‌وری، کمتر از واحد خواهد بود. همچنین اگر هیچ تغییری در ستانده‌ها و داده‌ها مشاهده نشود یعنی $x^t = x^{t+1}, y^t = y^{t+1}$ باشد این شاخص برابر واحد است. مقادیر تابع مسافت بر پایه بررسی مقایسه موقعیت واحد تحت بررسی در دوره $q = \{t, t+1\}$ ، $D(x^q, y^q)$ از تابع مرزی (ترکیب داده‌ها -

1- Caves.

2- Chrisfensen .

3- Diewert.

ستانده‌ها در دوره زمانی $p, p = \{t, t+1\}$, $D^p(x, y)$ داده‌های کل مقادیر واحدها به کار گرفته می‌شود که براساس مدل‌های زیر به دست می‌آید [2].

$$\left\{ D_0^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) \right\}^{-1} = \max \phi \quad \left\{ D_0^t(X_t, Y_t) \right\}^{-1} = \max \phi$$

$$St : -\phi Y_{it+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0 \quad St : -\phi Y_{it} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$X_{it+1} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \lambda \geq 0 \quad X_{it} - X_t \lambda \geq 0, \lambda \geq 0$$

()

$$\left\{ D_0^{t+1}(X_t, Y_t) \right\}^{-1} = \max \phi \quad \left\{ D_0^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) \right\}^{-1} = \max \phi$$

$$St : -\phi Y_{it} + Y_{t+1} \lambda \geq 0 \quad St : -\phi Y_{it+1} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$X_{it} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \lambda \geq 0 \quad X_{it+1} - X_t \lambda \geq 0, \lambda \geq 0$$

فیر^۱، گروسکیف^۲، لیندگرین^۳ و روس^۴ بحث عدم کارایی در شاخص بهره‌وری مالم کوئیست را مطرح نمودند که در شرایط تابع مسافت کمتر از یک است. شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به دو شاخص تفکیک می‌گردد. [2,14]

۱- اندازه‌گیری تغییرات کارایی EFFCH

۲- اندازه‌گیری تغییرات تکنولوژی ECHCH

$$M_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = ECHCH \times EFFCH$$

اندازه تغییرات تکنولوژی به صورت تغییرات منحنی هم‌مقداری داده و ستانده نمایش داده می‌شود.

در تحلیل‌های اندازه‌گیری بهره‌وری بحث بازده متغیر به مقیاس مطرح می‌گردد. در این صورت با توجه به تفکیک کارایی به دو دسته کارایی مدیریتی و

1- Fare.

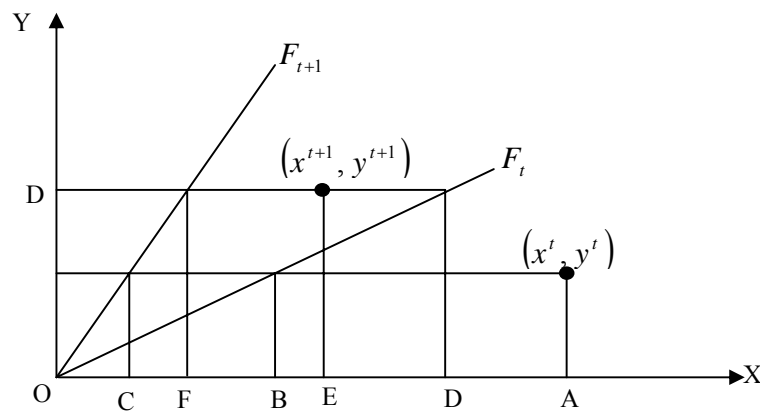
2- Grosskopf .

3- Lindgrin .

4- Roos .

کارائی مقیاس، می‌توان وضعیت تغییرات صرفه‌جوئی نسبت به مقیاس را نیز بررسی نمود.

کارائی مدیریت مؤید سخت کوشی، تلاش و خلاقیت مدیریت و کارکنان و ترکیب مناسب عوامل تولید جهت افزایش بهره‌وری محسوب می‌گردد. در شرایطی که در صنعت هزینه متوسط تولید برای تولید کنندگان با مقیاس بزرگ کمتر از هزینه متوسط تولید برای تولید کنندگان با مقیاس کوچک باشد، صرفه‌جوئی ناشی از مقیاس در تولید (کارائی مقیاس) وجود خواهد داشت. کارائی تکنولوژی بیانگر تکنیک و تکنولوژی برتر جهت به‌کارگیری برای تولید بیشتر با همان منابع و نهاده‌ها و یا میزان تولید قبلی محصولات در شرایطی که مواد اولیه و نهاده‌های کار و سرمایه به‌کار گرفته شده کمتر گردد [2].



نمودار ۳- اندازه‌گیری بهره‌وری بر پایه شاخص مالیم کوئیست [2]

$$M^{t+1} = \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)} \times \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{1/2} \quad (9)$$

$$= \frac{OE/OF}{OA/OB} \times \left[\frac{OE/OD}{OE/OF} \times \frac{OA/OB}{OA/OC} \right]^{1/2}$$

اجزاء شاخص بهره‌وری عوامل تولید

۱- شاخص تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید^۱ (TFPCH)

۲- شاخص تغییرات تکنولوژی^۲ (ECHCH)

۳- شاخص تغییرات کارایی^۳ (EFFCH)

۴- شاخص تغییرات کارایی مقیاس^۴ (SECH)

۵- شاخص تغییرات کارایی مدیریت^۵ (PECH)

قبلاً اشاره گردید که شاخص تغییرات کارایی از حاصلضرب شاخص‌های تغییرات کارایی مقیاس و کارایی مدیریت به دست می‌آید و شاخص تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید از حاصل ضرب شاخص‌های تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی حاصل می‌شود. [2]

۳- سوابق مطالعات

به کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارزیابی کارایی و تغییرات بهره‌وری بنگاه‌های مختلف (حداقل در ایران) یک تکنیک نسبتاً جدید محسوب می‌گردد. در اینجا به برخی از مطالعات مرتبط با تحقیق به صورت اجمالی می‌پردازیم و در انتها تحقیقاتی را که در زمینه کارایی صنعت حمل و نقل ریلی در ایران و جهان انجام شد را ارائه می‌دهیم. تا علاوه بر آشنائی با این مطالعات،

1- Total Factor Productivity Change Index (TFPCH).

2- Technical Change Index (ECHCH).

3- Efficiency Change Index (EFFCH).

4- Scale Efficiency Change Index (SECH).

5- Pure Efficiency Change Index (PECH).

وجوه اشتراک و تمایز آن ها با تحقیق کنونی ملموس تر گردد. این سوابق در دو دسته سوابق داخل و خارج از کشور ارائه شده است.

۱-۳- سوابق مطالعات داخل کشور

اولین نوع تحقیق در زمینه کارایی حمل و نقل ریلی مربوط به ارزیابی کارایی نواحی سیزده گانه راه آهن ج.ا.ا از طریق روش ناپارامتری تحلیل پوششی داده ها بوده است. در این مطالعه با توجه به ورودی ها و خروجی های هریک از نواحی در سال ۱۳۷۹ به ارزیابی کارایی نواحی راه آهن کشور با دو فرض بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و بازدهی نسبت به مقیاس متغیر پرداخته شده است و به دنبال آن، پاسخی به این سؤال که در صورت تخصیص ناکارای منابع موجود، چه راهکاری وجود دارد تا منابع آتی این بخش به صورت ناکاراً تخصیص نیابد، ارائه داده است. نتایج نشان می دهد که با فرض اول، نواحی تهران، اصفهان، هرمزگان و خراسان از بیشترین کارایی برخوردار بوده و متوسط کارایی تحت این فرض ۰/۸۶ می باشد؛ لذا عملاً راه آهن کشور ۱۴ درصد زیر ظرفیت عمل می نماید. با در نظر داشتن فرض دوم نواحی لرستان و زاهدان نیز به جمع نواحی کارا می پیوندند که متوسط کارایی تحت این فرض ۰/۹۳ می گردد، که در این حالت ظرفیت بدون استفاده راه آهن کشور ۷ درصد خواهد بود. در نهایت با توجه به الگو بودن ناحیه هرمزگان براساس یافته های این تحقیق می توان گفت که نواحی ناکارا به منظور افزایش کارایی باید این ناحیه را الگوی خود قرار دهند. [10]

در مطالعه ای دیگر از طریق تعریف ۵ شاخص ریلی و بررسی آن در مورد ده کشور مدنظر به رتبه بندی این کشورها پرداخته شده است. این کشورها شامل مواردی بوده اند که به لحاظ اقتصادی و سیاسی قابل مقایسه با کشورمان

می‌باشند و شامل ایران، اکراین، رومانی، بلغارستان، مصر، ترکیه، یوگسلاوی، الجزایر، مجارستان و کرواسی بوده‌اند

نتایج حاصل نشان داد که کشور ما در سال ۱۹۹۹ در بهره‌وری خطوط رتبه نهم، در شاخص بهره‌وری واگن‌های باری رتبه سوم، در توزیع لکوموتیوها طول خطوط ریلی رتبه هشتم، در بهره‌وری لکوموتیو به بار و مسافر جابجا شده رتبه سوم و در توزیع واگن‌ها به کل خطوط ریلی رتبه ششم را در میان ده کشور مقایسه شده داشته است. و این نتیجه حاصل گردید که ایران دارای تراکم پایین خطوط می‌باشد و با توجه به برخی از شاخص‌های ایران استفاده بهینه ای در منطقه کریدور بین‌المللی خود ننموده است. ضمن آن که توزیع واگن‌ها و لکوموتیوها نسبت به خطوط ریلی بسیار اندک می‌باشد و نیاز به سرمایه‌گذاری جهت افزایش کمیت ناوگان حمل و نقل ریلی می‌باشد. [5]

در تحقیق دیگری کارائی راه‌آهن ایران طی سال‌های ۱۳۵۹-۱۳۷۵ بر پایه روش‌های پارامتری، بررسی شده است. جهت تعیین مقادیر حداکثر تولید و کارائی، در حالت اول از طریق دو عامل تولید، تعداد لکوموتیو و مجموع تعداد واگن باری و مسافری در سرویس استفاده گردیده است. مجموع نفر کیلومتر و تن کیلومتر (واحد ترافیک) به‌عنوان ستانده در این مدل مطرح می‌باشد. به کمک این داده‌ها و با استفاده از متغیر دامی‌جنگ، از طریق مدل‌های اقتصادسنجی تابع تولید مربوطه تخمین زده شده است. با تعیین ضرایب و نیز با مشخص نمودن تابع تولید مرزی، از طریق نسبت مقادیر تابع تولید مرزی و تابع تولید واقعی، مقادیر کارائی برای سال‌های مورد نظر تعیین گردیده است. در حالت دوم تعداد واگن‌های باری و مسافری به‌صورت منفک در نظر گرفته می‌شود. در این‌صورت تعداد عوامل تولید سه مورد خواهد بود. با توجه به داده‌های آماری موجود و با فرض تابع تولید کاب-داگلاس، مقادیر کارائی فنی، تخصیصی و اقتصادی محاسبه و ارائه شده است. نتایج حاصله نشان داده است که راه‌آهن ایران در زمینه استفاده از عوامل تولید، از عامل واگن‌های باری به‌صورت غیر اقتصادی

استفاده نموده است و فشار زیادی به عامل لکوموتیو وارد شده است. همچنین تغییرات کارائی در طول دوره زمانی روند نامشخصی داشته است اما در کل در طول دوره جنگ مقادیر آن کمتر از دوره های دیگر بوده است. به علاوه به دلیل عدم به کارگیری هزینه های ثابت حمل بار و مسافر و نیز مدت زمان حمل بار و مسافر مقادیر کارائی در سطح نسبتاً بالائی (مقادیر به یک نزدیک می باشند) قرار دارند. [12]

۲-۳- سوابق مطالعات خارج از کشور

در زمینه به کارگیری تکنیک های برنامه ریزی خطی منجمله در زمینه تحلیل پوششی داده ها بیش از ۳۲۰۰ مقاله و رساله پژوهشی و تحقیقاتی در فاصله سال های ۱۹۷۸ تا سال ۲۰۰۱ ارائه گردیده است. که این مطالعات در زمینه های مختلف نظیر ارزیابی کارائی بیمارستان ها، مراکز آموزشی، نیروگاه ها، صنایع مختلف و بخش کشاورزی بوده است.

ژان اونیزید^۱ و دیمتریس کریستوپول^۲ در مقاله ای وجود شرایط ناکارائی سیستم ریلی را در ۱۰ کشور اروپائی مورد بررسی قرار داده اند و برای بررسی آن از مشخصه های عوامل تولید خدمات ریلی استفاده نموده اند. نتایج بررسی ها از طریق تابع انعطاف پذیری مک فادن^۳ به کمک مقادیر متوسط ورودی های قیمت موجودی سرمایه، قیمت نیروی کار و قیمت انرژی و خروجی درآمد برای دوره ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۳ با هدف کاهش هزینه ها صورت گرفته است.

نتایج حاصل بر پایه تحلیل از روش پارامتری به کمک تکنیک های اقتصادسنجی مشخص نمود که از میان ۱۰ کشور مورد بررسی فرانسه و پرتغال در زمینه منابع انسانی و موجودی سرمایه به ترتیب بالاترین و پایین ترین کارائی را

1- John Loizides.

2- Dimitris Christopoulos.

3 - McFadden.

دارند ضمن آنکه هلند و دانمارک در زمینه مصرف انرژی به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین کارایی می‌باشد. [20]

پدرو کانتوس و همکارانش^۱ در مطالعات خود کارایی ۱۷ کشور اروپایی را برای مقادیر متوسط برای دوره ۱۹۷۰-۱۹۹۵ از طریق تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند و با سه رویکرد متفاوت در متغیرهای خروجی آن را بررسی نمودند. در حالت اول مقادیر نفر-کیلومتر و تن-کیلومتر به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شد. در حالت دوم قطار مسافری - کیلومتر و قطاری باری-کیلومتر به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شد و از طریق تحلیل پوششی داده‌ها کارایی راه‌آهن‌ها بررسی گردید. در حالت سوم ابتدا دو متغیر مستقل تعداد مسافر به قطار و میزان تن به قطار و نیز متغیر وابسته لگاریتم نسبت این دو متغیر تعریف شده و بعد از انجام برآوردها به کمک OLS پارامترهای مربوطه را تخمین زده شده است.

از مقایسه میان حالت‌های مختلف این نتیجه حاصل شد که حساسیت کارایی‌ها نسبت به خروجی‌ها درست بوده است. ضمن آنکه تقریباً تفاوت خاصی میان حالت‌های مختلف به‌کار گرفته شده مشاهده نمی‌شود و نشانگر هم‌رایی مناسب خروجی‌ها می‌باشد.

براساس نتایج حاصله، میزان متوسط کارایی در دوره‌های مختلف کشورهایمانند سوئد، سوئیس، فنلاند، هلند، دارای عملکردی کارا و راه‌آهن‌های کشورهای یونان، ایرلند، دانمارک و نروژ عملکردی ناکارا هستند. [13]

در مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی کارایی شبکه ریلی انگلیس در سال ۲۰۰۲ با تمرکز بر پایه مدل‌های پارامتری و غیر پارامتری به‌اندازه‌گیری کارایی هزینه‌ای و مقیاس در شبکه ریلی انگلستان پرداخته شده است. در این مطالعه که توسط جان کندی و اندرو جان اسمیت صورت گرفته است براساس داده‌های

1- Pedro Cantos, Josem. Pastor, Lorenzo Serrano.

آماري ۱۹۹۶ تا سال ۲۰۰۱ به بررسی کارایی مورد نظر از طریق تکنیک‌های $COLS^1$, SFA^2 , DEA پرداخته شده است.

نتایج نشان داد که در حالت کلی بهره‌وری و کارایی در سال‌های اولیه بعد از خصوصی سازی رشد مناسبی داشته است. در مطالعه کارایی ۷ ناحیه انگلستان نیز از این تکنیک‌ها و رویکردهای مطالعه‌ای استفاده گردیده است. متغیرهای ورودی شامل متغیرهای قیمتی (هزینه نگهداری تجهیزات، تاسیسات و واگن‌ها، هزینه تعمیرات، تعویض‌ها و بازسازی‌ها، متغیرهای کیفی) میزان متوسط تاخیر سالانه ورود به ایستگاه، میزان طول ریل‌های شکسته یا غیر قابل استفاده و متغیر طول خطوط می‌باشد و متغیرهای خروجی شامل میزان مسافر قطار- مایل، مسافر تن- مایل و تن بار ناخالص- مایل می‌باشد و واحدهای تصمیم‌گیری (نواحی بریتانیا) برحسب موقعیت جغرافیایی شامل ۱- ناحیه جنوب انگلیس ۲- شرق انگلیس ۳- شمال غرب انگلیس ۴- غرب انگلیس ۵- مرکزی ۶- اسکاتلند و ۷- شمال شرق لندن می‌باشد. بر پایه نتایج حاصل شده در ابتدای دوره بررسی کارایی مقیاس ناحیه شرق انگلیس در سه روش $COLS$, SFA و DEA کم‌ترین مقدار و ناحیه غرب بالاترین مقدار را داشته است و در انتهای دوره مورد بررسی ناحیه شمال شرق لندن و اسکاتلند بالاترین میزان کارایی و ناحیه شرق انگلیس کم‌ترین کارایی مقیاس را داشته است. نتایج حاصل شده همچنین بیانگر این مسئله بوده است که میانگین کارایی هزینه ای کل نواحی در روش SFA بالاترین مقدار و در روش‌های $COLS$ و DEA به ترتیب مقادیر حاصل شده کم‌تر شده است. [18]

۴- چارچوب مدل

در این مطالعه از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها جهت اندازه‌گیری کارایی نسبی راه آهن کشورها و شاخص مال‌م کوئیست^۱ برای اندازه‌گیری تغییرات

1- Corrected ordinary least squares.

2- Stochastic frontier analysis.

بهره‌وری و تکنولوژی بر مبنای حداقل نمودن عوامل تولید یا حداکثر نمودن ستانده‌ها استفاده شده است و مبنای اولیه آن بر پایه ورودی‌ها و خروجی‌های استفاده شده توسط پدرو کانتوس جهت تحلیل کارایی راه‌آهن‌های کشورهای اروپائی می‌باشد. [13]

در تحقیق فعلی با توجه به تفاوت سطح تکنولوژی راه‌آهن ایران و کشورهای توسعه یافته امکان مقایسه مطلوب نخواهد بود و غیر قابل اطمینان است. بنابراین تحقیق کنونی به کشورهای در حال توسعه آسیائی و خاورمیانه به ویژه کشورهای در مجاورت کشور خودمان محدود می‌گردد.

۴-۱- متغیرهای مدل

داده‌های متغیرهای مورد نظر براساس اطلاعات مراکز آماری و تحقیقاتی راه‌آهن کشور و نیز اطلاعات کشورهای عضو اتحادیه بین‌المللی راه‌آهن‌ها و سازمان همکاری راه‌آهن‌ها می‌باشد.

کشورهای مدنظر جهت بررسی مقایسه‌ای کارایی حمل و نقل ریلی شامل کشورهای در حال توسعه ذیل می‌باشد.

۱- آذربایجان ۲- ایران ۳- ازبکستان ۴- الجزایر ۵- ترکیه ۶- تاجیکستان
۷- ترکمنستان ۸- تایوان ۹- تونس ۱۰- هند ۱۱- سوریه ۱۲- چین ۱۳-
قزاقستان ۱۴- قرقیزستان ۱۵- فلسطین اشغالی ۱۶- عربستان ۱۷- عراق
۱۸- مالزی ۱۹- مصر ۲۰- مراکش ۲۱- مغولستان ۲۲- کره جنوبی ۲۳-
گرجستان ۲۴- ویتنام

داده‌های آماری کشورهای مورد اشاره برای دوره پنج ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ گردآوری و مورد استفاده قرار گرفته شده است.

در راه‌آهن کشورهای مختلف از منابع گوناگون برای تولید محصول و ارائه خدمت حمل و نقل بار و مسافر استفاده می‌گردد. این منابع در دو دسته منابع سرمایه‌ای و نیروی کار می‌باشد که به کمک آنها خدمات باری و مسافری ارائه

می گردد. انتخاب دقیق و مناسب نهاده‌ها و ستاده‌ها یکی از عوامل تعیین کننده در دستیابی به نتایج قابل اطمینان و متناسب با اهداف راه آهن کشور در ارزیابی آن با سایر راه آهن‌ها خواهد بود.

۱-۱-۴- ورودی‌ها

۱- مجموع کل طول خطوط اصلی

خطوط ریلی به شیوه‌ها مختلفی تقسیم بندی و اندازه گیری می شود. در یک شیوه تقسیم بندی خطوط ریلی شامل خطوط اصلی و خطوط فرعی است. با توجه به آمار موجود در زمینه طول خطوط اصلی در راه آهن‌های کشورها این خطوط در سه دسته بندی ۱- خطوط یک خطه ۲- خطوط دو خطه و ۳- خطوط برقی ارائه شده است و با توجه به ساختار این خطوط، ارزش هر کدام از آنها و نیز نسبت به کارگیری این خطوط در کشورهای مختلف، مجموع این خطوط به عنوان یک ورودی در مدل به کار گرفته شده است.

۲- تعداد پرسنل (هزار نفر) [20]: این آمار در برگیرنده متوسط تعداد پرسنل به کار گرفته در بخش‌های مختلف راه آهن در طول ۱۲ ماه سال می باشد. برای محاسبه میانگین سالانه، از مجموع پرسنل رسمی و ساعتی، میانگین عددی ارقام مربوط به ۱۲ ماه یک سال گرفته می شود.

۳- تعداد واگن‌های باری (واحد): آمار مربوط به واگن‌های باری شامل کل واگن‌های بارگیری بر اساس آمار در یافتی واگن‌های باری تهیه و ارائه می گردد و واگن‌های در حال سرویس و غیر سرویس را شامل می گردد.

۴- تعداد سالن‌های مسافری (واحد): سالنهای مسافری راه آهن و شرکت‌های حمل و نقل ریلی مشتمل بر واگن‌های منتظر یا تحت تعمیر، یا تحت عملیات (در سرویس) در وضعیت در جه یک، دو و یا سه بر حسب اکسپرس و یا معمولی دسته بندی می گردند.

۵- تعداد لکوموتیو (واحد): با توجه به نوع دیزلی، برقی و یا بخار این وسائل کشنده تقسیم بندی می گردند و در داده‌های آماری وسائل کشنده بر حسب قدرت

کیلو وات و نوع خطوط کاربردی دسته بندی می گردند. هرچند علاوه بر لکوموتیوها از توربو ترن ها نیز استفاده می شود ولی آمار بین المللی آن ارائه نشده است.

۲-۱-۴- خروجی ها

داده های آمار خروجی در مدل مورد نظر با توجه به آمار موجود در دو دسته خروجی های اصلی و خروجی های توسعه ای به کار گرفته شده است.

الف- خروجی ها اصلی

۱- نفر- کیلومتر (میلیون): مسافت یک نفر در یک کیلومتر به عنوان مبنای محاسباتی در نظر گرفته می شود. جهت به دست آوردن میزان کل نفر کیلومتر درآمد ترافیکی جابجائی مسافر آمار ترافیک مسافری درآمدزا با توجه به تعداد فروش بلیط برای مسیرهای مختلف و طول مسافت پیموده شده توسط مسافرین میزان نفر-کیلومتر جابجائی مسافر تهیه می گردد. و بر حسب میلیون آورده شده است.

۲- تن- کیلومتر (میلیون): حمل یک تن بار در یک کیلومتر مبنای محاسبه در مورد شاخص مذکور می باشد و جهت اندازه گیری میزان کل تن-کیلومتر جابجائی بار در سطح کشور با توجه به حجم بار حمل شده و مسیر جابجائی بار، آمار ترافیک باری دریافت می گردد. و بر حسب میلیون آورده شده است.

ب- خروجی های توسعه یافتگی

این داده ها بر حسب نوع ساختار راه آهن در کشورها و میزان توسعه یافتگی حمل و نقل ریلی در کشور و اثر آن بر روی افزایش بهره وری و کارائی مورد استفاده قرار گرفته است.

۱- تراکم خطوط ریلی: این شاخص بر حسب نسبت مجموع طول خطوط به مساحت هر کشور به دست می آید. و یکی از شاخص های تعیین کننده نقش حمل و نقل ریلی در هر کشور محسوب می گردد.

۲- نسبت طول خطوط برقی به طول کل خطوط: این شاخص به عنوان سهم خطوط برقی از کل خطوط ریلی نشاندهنده میزان توسعه یافتگی تکنولوژی حمل و نقل ریلی در هر کشور می باشد.

۳- نسبت طول خطوط دو خطه به مجموع طول خطوط: این شاخص به عنوان سهم خطوط دو خطه از کل خطوط ریلی، معرف میزان توسعه یافتگی تکنولوژی حمل و نقل ریلی در هر کشور می باشد.

بنابراین مدل برنامه ریزی خطی مورد نظر ۵ ورودی و ۵ خروجی مورد استفاده قرار گرفته شده است.

۵- نتایج حاصل شده الگو

با توجه به شاخص ها و متغیرهای تعریف شده خروجی ها و ورودی ها برای ۲۴ کشور منتخب در حال توسعه آسیا و خاورمیانه مطابق جدول ۱ از طریق مدل های تحلیل پوششی داده ها و شاخص بهره‌وری مالم کوئیسست کارایی و تغییرات بهره‌وری کشورهای منتخب اندازه گیری و ارائه گردیده است.

۱-۵- وضعیت رتبه بندی کارایی راه آهن کشورها

در بررسی های صورت گرفته جهت اندازه گیری کارایی کشورهای مفروض مشخص گردید که در همه حالت های کارایی، تحت شرایط CCR, BCC با وجود یا عدم وجود ε ، در روش های رتبه بندی شمارشی، وزنی، اندرسون- پیترسون و کارایی متقاطع، کشور فلسطین اشغالی دارای بالاترین رتبه به لحاظ کارایی بوده است. این جایگاه حتی در شرایط وجود قیدهای وزنی نیز برقرار می باشد. به علاوه کشور تایوان نیز به جز در شرایط بازده متغیر به مقیاس و حالت وجود قیود وزنی، در سایر موارد در رتبه دوم قرار دارد. کشورهای مصر، کره جنوبی، قزاقستان، مراکش و گرجستان در رتبه های بعدی قرار دارند. آنچه که در این میان دارای اهمیت زیادی می باشد وضعیت کشورمان در میان کشورهای بررسی شده

می‌باشد. که به‌طور کلی دارای وضعیت نامطلوبی می‌باشد. جدول ۲ جایگاه رتبه ایران را در روش‌های مختلف رتبه‌بندی نشان می‌دهد. بنابراین پیداست که کشورمان همواره داری رتبه‌ای بالاتر از دهم بوده است و هرچند در هیچ کدام از این تکنیک‌ها از رتبه هیجدهم بدتر نشده است ولی با توجه به این‌که کشورهای مدل همگی کشورهای در حال توسعه می‌باشند بنابراین جایگاه ایران بسیار نامناسب می‌باشد. که با توجه به نقش نهاده‌ها و ستانده‌ها در آن در ادامه به بررسی آنها پرداخته شده است.

۲-۵- ترکیب موجود و بهینه به‌کارگیری نهاده‌ها و ستانده‌ها

نتایج حاصل در این بخش با سه سناریو مورد بررسی قرار گرفته شده است. در حالت اول از طریق تمرکز روی ورودی‌ها (ورودی محور) نتایج برای دوره‌های زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ بررسی شده است که نشان می‌دهد راه‌آهن کشور جهت بهینه شدن بایستی تمام ورودی‌ها را به‌صورت تغییرات شعاعی و مازاد کاهش دهد و نسبت کاهش منابع در ورودی‌های مختلف و برای دوره‌های مختلف متفاوت است که نتایج آن در جدول ذیل مشاهده می‌شود.

نتایج بررسی با توجه به جدول ۳ نشان می‌دهد که منابع مازاد به‌ترتیب در مورد مجموع طول خطوط و تعداد واگن باری بالاترین میزان می‌باشد و تعداد پرسنل و تعداد سالن مسافری کم‌ترین میزان می‌باشد. به‌علاوه به‌طور تقریبی هر چه از سال ۲۰۰۰ به سمت سال ۲۰۰۴ حرکت می‌کنیم میزان استفاده موثر از منابع بهتر گردیده است ولی همچنان بهینه نیست.

در حالت خروجی محور نتایج برای طول دوره زمانی بررسی شده با توجه به جدول ۴ نشان می‌دهد که راه‌آهن کشور جهت رسیدن به شرایط بهینه بایستی تمام خروجی‌ها را افزایش و نیز برخی از ورودی‌ها را کاهش دهد. که در مورد خروجی‌ها به‌صورت تغییرات شعاعی و تغییرات مازاد و در مورد ورودی‌ها به‌صورت تغییرات مازاد دیده می‌شود. نتایج جدول ۴ تایید کنند این مسئله می‌باشد که در دوره زمانی به‌طور کلی هرچه به سمت جلو حرکت می‌کنیم نیاز به افزایش

کمتری در مقادیر خروجی جهت رسیدن به شرایط کارا خواهد بود. به طوری که در سال ۲۰۰۰ تقریباً تمام خروجی ها بایستی نزدیک به دو برابر گردد. به علاوه میزان افزایش خروجی تراکم طول خطوط نشانگر لزوم افزایش بسیار زیاد این خروجی توسعه ای می باشد. در حالی که افزایش این خروجی منوط به افزایش طول خطوط می باشد و ابهام برانگیز می گردد. در سناریو آخر با به کارگیری ضریب اهمیت وزنی خروجی ها و عدم کاهش ورودی طول خطوط سعی در حل این مشکل گردید که نتایج آن در ادامه آورده شده است.

در این حالت با فرض این که ورودی مجموع خطوط و خروجی های تراکم طول خطوط، نسبت طول خطوط برقی به مجموع خطوط و نسبت طول دو خطه به مجموع خطوط متغیرهای محیطی می باشند به بررسی و تحلیل مدل پرداخته شد که نتایج آن با توجه به امکان تغییرات بهتر بر روی خروجی های مدل به صورت حالت خروجی محور ارائه گردیده است. جدول ۵ مقادیر موجود و بهینه خروجی ها را نشان می دهد.

۶- نتایج و پیشنهادات

۱- نتایج حاصل از مدل در حالت های بررسی شده نشان داد که راه آهن کشور همواره رتبه ای بالاتر از دهم داشته است این مسئله با توجه به جداول ۲ کاملاً مشهود می باشد. بنابراین رتبه کارایی مربوط به راه آهن کشور با توجه به کشورهای مذکور مطلوب نمی باشد

۲- نتایج مدل نشانگر آنست که مقادیر کارایی ارائه شده روند صعودی داشته است و هر سال نسبت به سال قبل افزایش یافته است. نتایج آن در جدول ۶ دیده می شود.

البته بایستی توجه داشت که تغییرات کارایی فنی و بهره وری کل عوامل تولید در طول دوره روند نامشخصی داشته اند. هر چند همواره تغییرات تکنولوژی و کارایی فنی (به جزء سال آخر) بالاتر از میانگین کل کشورها بوده است.

۳- با توجه به ناکارایی راه آهن کشور لزوم بهبود منابع مورد استفاده و خروجی های حاصل شده ضروری خواهد بود بنابراین جهت بهینه سازی راه آهن کشور از سناریوهای مختلف که در قسمت قبل اشاره گردید استفاده شده است که بهترین آن افزایش ستانده های بخش حمل و نقل ریلی می باشد تا شرایط برای کارا شدن نسبی راه آهن کشور فراهم گردد.

نتایج تحقیق بیانگر عدم ارائه ستانده کافی در سیستم حمل و نقل ریلی عامل اصلی ناکارایی راه آهن کشور می باشد. که این مسئله در درجه اول بیشتر ناشی از ناکارایی مدیریتی (۰/۳۹) و در درجه بعد ناکارایی مقیاس (۰/۱۵) می باشد به علاوه تغییرات ناچیز تکنولوژی نیز ممکن است مزید بر علت شده باشد. بنابراین با توجه نتایج حاصل از تحقیق مشاهده می کنیم:

۱- سیستم حمل و نقل کنونی از ظرفیت های موجود استفاده مناسب و بهینه صورت نمی گیرد.

۲- کشور ما دارای جایگاه مناسبی از نظر کارایی در میان کشورهای مفروض نمی باشد.

۳- مطابق جدول ۱ عمده ناکارایی راه آهن کشور ناشی از ناکارایی مدیریت (۰/۴۰۱) می باشد و ناکارایی مقیاس (۰/۰۰۹) ناچیز می باشد

۴- جهت بهبود کارایی به صورت اصولی بایستی خروجی های اصلی مطابق جدول ۵ افزایش یابد و کشورهای کره جنوبی و فلسطین اشغالی به عنوان الگوی مرجع ترکیب مجازی می باشد.

۵- با توجه به جدول ۷ تغییرات بهره وری کل عوامل تولید بالاتر از متوسط کل کشورها بوده است اما در طول دوره به طور متوسط روند تغییرات آن نامشخص بوده ولی در انتهای دوره نسبت به ابتدای آن نزولی بوده است.

فهرست منابع

احتشامی، منوچهر، (۱۳۸۳)، راه آهن در ایران، چاپ دوم، دفتر پژوهش های فرهنگی.

امامی میبیدی، علی، (۱۳۸۴)، اصول اندازه گیری کارائی و بهره‌وری، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ دوم.

پور کاظمی، محمدحسین، رضایی جواد، (پائیز و زمستان ۱۳۸۲)، ارزیابی کارایی نواحی سیزده گانه راه آهن جمهوری اسلامی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، مجله تحقیقات اقتصادی.

پور کاظمی محمدحسین، غضنفری، سید حسن، (۱۳۸۴)، کارائی کارخانجات صنعت قند کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۲.

ثقفی، مصطفی، (۱۳۷۸)، مقالات ششمین همایش حمل و نقل ریلی، توسعه و بهره‌برداری، مفاهیم اندازه‌گیری بهره‌وری و شاخص‌های آن در بخش حمل و نقل مسافری ریلی.

صفرزاده، محمود، (۱۳۷۷)، جایگاه حمل و نقل زمینی در توسعه اقتصاد کشور، مجموعه مقالات کنفرانس حمل و نقل.

فروزنده، کاظم، (۱۳۷۸)، توسعه زیربناهای حمل و نقل ضامن تقلیل مصرف انرژی، پنجمین همایش حمل و نقل ریلی.

کاظمی، بابک و ابطحی، سیدحسین، (۱۳۷۹)، بهره‌وری، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

گروه آمار و اطلاع‌رسانی راه آهن جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۸۳)، مقایسه برخی شاخص‌های آماری حمل و نقل ریلی ایران و چند کشور جهان در سال ۲۰۰۲، ۲۰۰۳.

مرکز آمار ایران (۱۳۸۱، ۱۳۸۰)، سالنامه آماری کشور سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۳)، اندازه‌گیری عملکرد سازمان‌ها به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها، انتشارات دانشگاه تهران.

وسطائی، ایمان، مجموعه مقالات چهارمین همایش حمل و نقل ریلی، اندازه‌گیری کارائی راه آهن جمهوری اسلامی ایران طی سال‌های ۱۳۵۹-۱۳۷۵، (۱۳۷۷).

- 13- Coelli, T. and S. Perleman (2000): "Technical efficiency of European railways: a distance function approach," Applied Economics 32 (15), 1967-1976 .
- 14- Decline in Productivity in Japan and Disparities Between Firms in the 1990s(2003): An Empirical Approach Based on Data Envelopment Analysis, Development Bank Japan Research Report.
- 15- Dimitris Christopoulos, John Loizides, Efthymios G. Tsionnas (May 2001): "Efficiency in European Railways: not as Inefficient as one Might Think" Journal of Applied Economics, Vol. IV, No. 1 (May 2001), 63-88
- 16- Jens Krüger, Uwe Cantner and Horst Hanusch: "Explaining International Productivity Differences" University of Augsburg, July 1998
- 17- John Kennedy and Andrew S. J. Smith ,(2002): "Assessing the efficient cost of sustaining Britain's rail network" : perspectives basedon Zonal comparisons .
- 18- Pedro Cantos, Josem. Pastor, Lorenzo Serrano (2000): "Efficiency Measures and Output Specification:The Case of European Railways" Journal of Transportation and Statistics.
- 19- Tavares, Gabriel ,(2001) A Bibliography of Data Envelopment Analysis(1978-2001)
- 20- Tim Coelli, center for Efficiency and Productivity Analysis Department of Econometrics, University of New England, A Guide to DEAP Version 2. 1: A Date Envelopment Analysis (Computer) Program .

جدول ۱- مقادیر کارائی فنی و کارائی مقیاس و نوع بازده مدل BCC در شرایط وجود و عدم وجود ε

	ε	ε	ε			ε	ε	ε	
	0. 873	0. 920	0. 920			1	1. 000	1. 000	

	0.787	0.997	0.871			0.127	1.000	1.000
	0.678	0.811	0.791			1	1.000	1.000
	0.773	0.786	0.785			1	0.997	0.997
	0.985	0.599	0.599			1	0.996	0.996
	0.726	0.549	0.549			1	0.979	0.979
	0.865	0.486	0.486			0.828	0.977	0.977
	0.496	0.415	0.415			0.992	0.952	0.952
	0.382	0.396	0.393			0.965	0.945	0.945
	0.967	0.376	0.371			0.327	0.920	0.944
	0.983	0.361	0.361			995	0.942	0.942
	0.803	0.336	0.336			0.736	0.901	0.934

جدول ۲- وضعیت ایران به لحاظ رتبه بندی کارائی فنی در میان ۲۴ کشور مفروض

BCC	CCR	CCR	CCR	CCR	CCR	

جدول ۳- مقادیر ورودی های واقعی و بهینه در شرایط به کارگیری مدل ورودی محور

()				M. Km		
,						
,						
,						
,						
,						

'						
'						
'						
'						
'						

جدول ۴- مقادیر خروجی‌های موجود و بهینه در شرایط به کارگیری مدل خروجی محور

'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				
'	'	'				

جدول ۵- مقادیر خروجی‌های واقعی و بهینه در شرایط به کارگیری مدل خروجی محور با وجود متغیرهای محیطی

				-	

