ارزیابی عملکرد حمل و نقل ریلی ایران در مقایسه با برخی کشورهای جهان به روش DEA

مرتضی رسول رویسی

کارشناس ارشد معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، دفتر امور امورکمیسیون ها،دبیرخانه ها و شورا های اقتصادی

rowaisi@yahoo.com

چکیده

هرچند توسعه و گسترش خطوط اصلی راه‌آهن و تجهیزات مربوط به حمل بار و مسافر در ادبایت توسعه بطور اعم وامور زیربنایی بطور اخص از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، لکن از نظر مفهوم برنامه‌ریزی توسعه، و گسترش مجموعه زیربنایی در چهارچوب برنامه‌های توسعه پنج‌ساله به معنای این است که رشد شبکه ریلی کشور به عنوان بخشی از توسعه زیر ساخت کشور باید به موازات منابع تخصیص یافته به سمت جلو پیش رود. هدف از ارائه این مقاله ارزیابی و بررسی عملکرد حمل و نقل ریلی کشور در مقایسه با شبکه حمل و نقل ریلی برخی کشورهای منتخب جهان با استفاده از تکنیک ریاضی تحلیل پوششی (DEA) داده است. مطالعه حاصل از بررسی نتایج بدست آمده حاکی از آن دارد که صنعت حمل و نقل ریلی کشور با توجه به گروه همتراز (Peers) خود مثل راه آهن کشورهای مالزی، لیتوانی و چین از نظر مقیاس عملیات دارای بازده ثابت به مقیاس و میزان کارائی نسبی در سال ۲۰۰۷ در مقایسه با سال ۲۰۰۰از بهبود نسبی برخوردار بوده است. بنابراین به منظور استفاده بهینه از منابع موجود و برای کارا شدن کامل شبکه ریلی کشور و استفاده صحیح از منابع موجود و آینده، می بایست در ترکیب و استفاده بهینه از ورودی‌ها (نهادها) و خروجی‌ها جهت نیل به برنامه‌های توسعه شبکه ریلی تجدیدنظر جدی بعمل آید.

واژه‌های کلیدی: برنامه ریزی حمل و نقل،تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد، راهبردهای توسعه، توسعه حمل و نقل ریلی.

مقدمه

از آنجا که هزینه عملیات بخش اعظم هزینه تحویل محصول در زنجیره تأمین جهانی بشمار می رود، قسمتی از رقابت پذیری موجود به کارآئی و قسمت دیگر به سرمایه بالاسری یک کشور بستگی دارد. بطور کلی، ارتقاء کارآئی عملیات یک سازمان باید بر اساس روش مناسب اندازه‌گیری شود. در گذشته، سنجه‌های سنتی مانند شاخص اندازه‌گیری نسبت‌های مختلف (مثل، مقدار تولید به ازای یک کارگر) بخاطر فهم وسیع آنها به عنوان شاخص‌های کارایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بطور کلی موقعی که واحدهای عملیاتی سازمان دارای چندین ورودی و چندین خروجی هستند، دیگر شاخص اندازه گیری نسبت‌ها، بهره‌وری کل عوامل سازمان را منعکس نمی‌کنند. بهره‌وری کل عوامل باید بطور همزمان تمام نهاده‌های مصرف شده و تمام ستادهای تولید شده از سوی سازمان را مورد توجه قرار دهد.

روش تحلیل پوششی داده‌ها[1](DEA) ، برای اولین بار از سوی چارنز کوپر ورودز (۱۹۷۸) پیشنهاد شده و امروزه این روش در سراسر جهان برای ارزیابی عملکرد از جمله در بخش خدمات عمومی به عنوان یک روش ریاضی غیر پارامتریک مانند خدمات ریلی بکار می‌رود.(۴) روش یاد شده به عنوان تکنیکی برای چندین نهاده و چندین ستاده به منظور محاسبه و تعیین مقدار کارایی مورد قبول و اتفاق نظر اکثر متحققین قرار گرفته است. از این جهت غیر پارامتریک نامیده می‌شود، چون اطلاعاتی از قبل درباره قیمت نهاده را لازم نداردر نتیجه از خطاهای انتخاب تابع تولید پرهیز می‌گردد.

در راستای اجرای تکالیف بند (الف) ماده ۲۸ قانون برنامه چهارم توسعه در خصوص توسعه صنعت حمل و نقل ریلی کشور، میزان اعتبارات لازم و سرمایه گذاری دولت در ارتباط با تکلیف یاد شده، عبارت است از اعتبار ساخت ۷۶۷۷ کیلومتر از ۱۵۲۳۶ کیلومتر خط ریلی و برقراری ارتباط کلان شهرها و سواحل شمال و جنوب و مراکز مهم گردشگری با ۱۳۸۶ کیلومتر مسیر قطارهای سریع السیر با کمک مشارکت بخش دولتی در نظر گرفته شده است.(۵) همچنین براساس تکلیف بند ب ماده ۲۸ قانون برنامه چهارم توسعه، نوسازی

[1] -Data Envelopment Analysis

ناوگان راه‌آهن، استفاده از وجوه اداره شده مد نظر داشته است به نحوی که در پایان برنامه، متوسط سن ناوگان راه‌آهن مسافری حداکثر به ۱۵ سال برسد. طبق آخرین آمار مربوط به عملکرد شبکه ریلی کشور عمر متوسط لکوموتیو، واگن باری و واگن مسافری در پایان سال ۱۳۸۳ به ترتیب، ۲۸، ۲۱ و ۲۴ سال بوده است.

اهداف کمی مندرج در سند توسعه بخشی نشان می‌دهد که تعداد واگن‌های مسافری در سرویس در پایان برنامه چهارم (سال ۱۳۸۸) به ۱۸۷۵ دستگاه و واگن باری در سرویس از ۱۶۳۲۸ دستگاه در سال ۱۳۸۳ به ۲۴۰۲۱ دستگاه و لکوموتیو اصلی در سرویس از ۳۳۴ دستگاه در سال ۱۳۸۳ به ۴۱۸ دستگاه در پایان سال ۱۳۸۸ برسد. علیرغم بهبود نسبی در افزایش کمی واگن‌های مسافری، لکوموتیوها و واگن‌های باری و کاهش پرسنل شبکه راه‌آهن کشور با توجه به مشارکت بخش خصوصی و افزایش طول خطوط اصلی از ۷۱۵۶ کیلومتر در سال ۱۳۸۲ به ۹۰۳۶ کیلومتر در پایان سال ۱۳۸۷، هنوز شبکه حمل و نقل ریلی کشور از کارآئی لازم برخوردار نیست که این خود نشان دهنده عدم استفاده بهینه از منابع موجود شبکه ریلی می‌باشد. با این حال بهبود افزایش اهداف کمی طی برنامه چهارم توسعه مؤید این مطلب نیست که عملکرد صنعت حمل و نقل ریلی کشور در مقایسه با صنعت ریلی سایر کشورهای جهان از ورودی‌ها(منابع) استفاده مطلوب شده است.

از این روی با مطالعه وارزیابی عملکرد صنعت حمل و نقل ریلی ایران در مقایسه با برخی کشورهای جهان با استفاده از روش ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و با در نظر گرفتن متغیرهای خروجی و درون داد (نهاده‌ها) ، می توان کارایی و ناکارایی هر یک از شرکت‌های راه‌آهن کشور های منتخب را پس از محاسبه مقادیر کارائی آن ها در منابع صرفه جویی نموده و در سیاست گذاری‌ها خصوصا" برنامه‌های بلند مدت پس از شناسائی نقاط ضعف و قوت هر یک از صنایع ریلی، تصمیم گیری صحیح و مناسب بعمل آورد. ماده ۱۶۴ قانون برنامه پنجم توسعه کشور به دولت اجازه داده شده است که به منظور رویکرد توسعه‌ای در شبکه حمل و نقل ریلی و افزایش سهم بار و مسافر با استفاده از توان بخش خصوصی با هدف تکلیف وظایف حاکمیتی و تصدی‌گری در حمل و نقل، ضمن اصلاح ساختار و تغییر اساسنامه، مقدمات استفاده از منابع داخلی و خارجی را برای رشد و توسعه فعالیت‌های ریلی فراهم نماید.[۶]

این مقاله در **چهار بخش** تهیه شده است. **بخش اول**، سابقه استفاده از تکنیک DEA را مورد توجه قرار می‌دهد. **بخش دوم**، به تشریح کاربرد مدل‌های DEA در ارزیابی عملکرد راه آهن می پردازد. **بخش سوم** به تحلیل داده‌هابا توجه به استخراج نتایج و بررسی یافته اختصاص دارد. **بخش چهارم**، نتیجه گیری را تشکیل می‌دهد.

بخش اول: سابقه مکاتبات روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در زمینه سنجش کاردانی در صنعت حمل و نقل ریلی

حمل و نقل ریلی نقش مهمی در توسعه اقتصادی یک کشور ایفا می‌کند. بسیاری از محققین، توجه خود را بر روی ا ندازه‌گیری کارآیی (عملکرد) صنعت حمل و نقل ریلی معطوف داشته‌اند. به عنوان مثال، ا وم و یو(۱۹۹۴) در یک دوره ۱۹۸۹-۱۹۷۸ به منظور محاسبه کارایی فنی [۱](TE) در سطح صنعت و تحلیل عوامل تعیین کننده در کارایی فنی از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در ارزیابی کارآیی ۱۹ شرکت راه آهن کشورهای (OECD) استفاده کرده‌اند.[(۱)] آنها با ترکیب چندین ستاده مانند مسافر در کیلومتر مسافت و حمل بار تن درکیلومتر، کارائی فنی را تعیین کردند و پس از محاسبه و تعیین کارائی فنی، عوامل تعیین کننده کارائی فنی با توجه به متغیرهای قابل کنترل و غیر قابل کنترل در ارتباط با عملیات و کارکرد راه‌آهن را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه مطالعه این بود که هر قدر راه‌آهن اتکای کمتری به یارانه‌ای عمومی داشته باشد و جدا از نهاد تنظیم مقررات از درجه استقلال و آزادی عمل بیشتری برخوردار باشد، کارآیی در صنعت ریلی از سطح بالاتری برخوردار خواهد بود. چاپین و اشمیت(۱۹۹۹) از روش DEA برای اندازه گیری کارایی

[۱]- کارایی فنی عبارت از توانایی سرمایه گذاری حداقل نهاده‌ها (منابع) با توجه به نهاده‌های موجود می‌باشد.

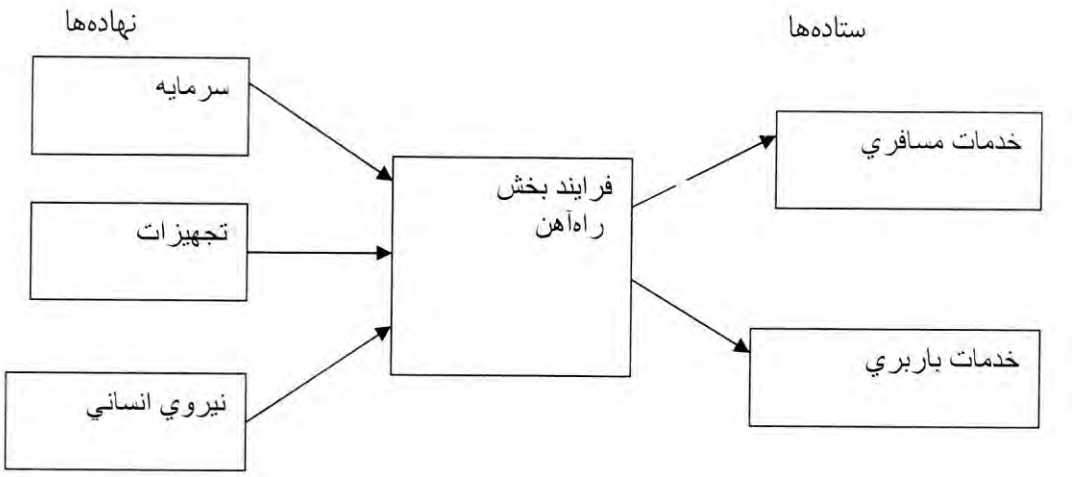
شرکت‌های راه‌آهن ایالت متحده آمریکا قبل از جریان مقررات زدایی استفاده کردند [۲] سیفورد وزو (۱۹۹۸) قاعده تصمیم گیری نظام تأیید را با تعمیم مطالعات تروت و دیگران به کمک DEA برای متقاضیان وام توضیح داده‌اند.[۳]

در زمینه تعیین عملکرد صنعت حمل و نقل ریلی تاکنون مطالعات بی شماری بعمل آمده است. خصوصاً مطالعه انجام شده از سوی استاچی و دیگران (b ۲۰۰۲) نشان داده است که کارائی بدست آمده در شرکت‌های حمل و نقل باری ریلی در کشورهای آرژانتین و برزیل در اولین سال اجرا محقق گردید. آنها به این نتیجه رسیدند که کارایی در پایان دوره برای اپراتورها سیر نزولی داشته است. این امر به دلیل انتظارات ناشی از استفاده نظام‌های تعیین سقف قیمت برای مصرف کالاهای عام المنفعه می‌باشد.[۷] این امر به دللی انتظارات ناشی لذا استفاده نظام‌های تعیین سقف جهت برای مصرف کالای عام المنفعه می‌باشد.

مقالات متعددی وجود دارند که نشان می‌دهند کشورهایی که عرضه کننده خدمات مسافری و باری هستند، تحقیقی از حجم و اندازه شبکه مربعی موجود و پیچیدگی عملیات مربوط به آن را داشته‌اند. در این خصوص نتایج مطالعات انجام شده از سوی بانگالا و پریلمن (۱۹۹۷)[۱] نشان داده است که بطور متوسط، شرکت‌های کوچک و شرکتهایی که نسبتاً از سهم مسافر بالاتری برخوردارند عملکرد بهتری داشته‌اند.

بخش دوم: تشریح کاربرد مدل‌های DEA در ارزیابی عملکرد راه‌آهن وداده‌های مدل

برای ارزیابی کارایی صنعت راه آهن، می‌توان فرایند خدمات این صنعت را به عنوان فرآیند تولید فرض کرد که از سه نهاده استفاده و۲ ستانده تشکیل شده است. این فرایند در نمودار- ۱ نشان داده شده است. طبق این نمودار با استفاده از طول خطوط راه آهن اعم از پهن و یا باریک[۲] صنعت بحساب می‌اید و از طریق ترن‌های رو خط آهن نشان داده می‌شود که شامل مجموع واگن‌های مسافربری و لکوموتیوها می‌باشند. از نهاده دیگر این فرآیند، نیروی انسانی است. خدمات باربری و مسافری از جمله ستاده‌های فرآیند مذکور هستند.



شکل ۱. فرایند خدمات صنعت راه آهن

اهمیت ارزیابی عملکرد به حدی است که اندیشمندان بزرگ مدیریت آن را یک تیغه قیچی و برنامه ریزی را به تیغه دیگر آن تشبیه کرده‌اند. مدیران تنها هنگامی به مسیر صحیح برنامه دست می‌یابد که از یک الگوی مناسب جهت رازیابی عملکرد برای برنامه ریزی شده

[1] - Mbangala and perelman

[۲]- خطوط راه آهن به طخ آهنی گفته می‌شود که خطوط ریل از یکدیگر به فاصله ۱/۴۳۵ متر قرار گرفته باشند.

باشند و تضیع منابع محدود جامعه را به روشنی می‌توان ملاحظه کرد. بنابراین برای اینکه بتوان از منابعی که در اختیار سازمان‌ها است در راستای اهداف سازمان بهره‌برداری نمود، باید آن‌ها را همواره تحت کنترل قرار داد.

واحدهای تصمیم گیری و یا (DMUs) که در اینجا شرکت‌های راه‌آهن کشورهای منتخب می‌باشند با استفاده از داده‌های آماری انتشارات راه آهن بین المللی (UIC) گرفته است. معمولاً واحدهای سازمانی از منابع مشابه (نهاده‌ها) جهت تولید محصولات مشابه (ستاده‌ها) استفاده می‌کنند. به منظور مقایسه کارایی نسبی، گروهی از واحدها که ستاده‌های مشابهی تولید می‌کنند و از نهاده‌های یکسان استفاده می‌کنند باید برای ارزیابی یکدیگر در مقابل هر یک از واحدها مورد استفاده قرار گیرند. چارنز و دیگران (۱۹۷۸) مدل برنامه ریزی ریاضی زیر جهت بدست آوردن بهترین مجموعه‌ای از وزن‌های نهاده‌ها و ستانده‌ها برای هر یک از واحدهای مورد ارزیابی پیشنهاد کرده است.

$$\text{Maximize } E_k = \frac{\sum_{r=1}^{S} u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik}},$$

(۱)

$$\frac{\sum_{r=1}^{S} u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik}} \le 1 \qquad \text{for J=1,2,… n}$$

$$u_r \ge \varepsilon', \qquad for \qquad r = 1,2,...,s$$

$$v_i \ge \varepsilon', \qquad for \qquad r = 1,2,...,m$$

در معادله فوق y_{rj} مقدار خروجی واحد تصمیم گیری Jth (در اینجا شرکت راه آهن) و x_{ij} مقدار نهاده ith برای واحد تصمیم گیری jth است. u_r وزن اختصاص یافته برای ستانده‌ی rth است و v_i وزن اختصاص یافته برای نهاده‌های ith و n تعداد واحدهای تصمیم گیری است. s تعداد ستانده‌ها؛ m تعداد نهاده‌ها و ε مقدار کوچک مثبت غیر ارشمیدسی است.

در مدل (۱)، متغیرهای تصمیم گیری، وزن‌های ستاده‌ها و نهاده‌ها برای ماکزیم سازی مقدار تابع هدف E_k می‌باشد. صورت و مخرج تابع هدف به ترتیب ستانده و نهاده DMU_k می‌باشد. بنابراین، مقدار تابع هدف E_k مقدار کارایی نسبی برای DMU_k است.

قیود نشان دهنده این هستند که نسبت ستانده به نهاده مجازی نباید فراتر از مقدار عدد ۱ برای هر یک از DMU_k ها می باشد و تعداد بهینه E_k باید حداکثر عدد ۱ (و یا ۱۰۰٪) باشد.

از آنجا که نسبت ستاده به نهاده خطی نسبت، بنابراین، مدل (۱) یک مسئله برنامه ریزی غیر خطی است. با اعمال قیدی که نهاده باید برابر ۱ (یعنی $\sum_{r=1}^{m} v_i x_k = 1$ باشد)، و با یان فرض که تمام نهاده‌ها و ستاده‌ها مثبت باشند، می‌توان مدل (۱) پیشنهادی چارنز و کوپر (۱۹۹۲) را به مدل (۲) برنامه ریزی خطی به شرح زیر تبدیل کرد.

$$\text{Maximize } E_k = \sum_{r=1}^{s} u_{ri} y_{rk}$$

S.t:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{S} u_r y_{ij} - \sum_{i=1}^{m} vxij \le o \qquad for \qquad j = 1,2,...n \qquad (۲)$$

$$Ur \ge \varepsilon;\ forr = 1,2,...,s$$

$$ri \ge \varepsilon;\ fori = 1,2,,...,m$$

مدل (۲) را می‌توان به مسئله همزاد تحت عنوان تحلیل پوششی داده ها با استفاده از قضیه همزادی به شرح زیر تبدیل نمود:

$$\text{Maximize } \theta x_{ik} - \varepsilon \sum_{r=1}^{s} S^{+}{}_r - \varepsilon \sum S_i^{-}$$

s.t:

$$\sum_{J=1}^{n} y_{ij}\lambda_j - S^{+} = \lambda_{rk};\ \text{for r=1,2,…,s}$$

$$\theta x_{ik} - \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j - s^{-}{}_i = 0\ ;\text{for i=1,2,…,m}$$

$$\lambda_j \ge 0;\ \text{for J=1,2,…,n}$$
$$s^{+}{}_r \ge 0;\ \text{for r=1,2,…,s}$$
$$s^{-}{}_i \ge 0;\ \text{for i=1,2,…,m}$$

در تحلیل پوششی داده‌های فوق، مقدار بدست آمده مقدار کارایی و برای واحد تصمیم گیری k است. این مقدار برابر با Ek در مدل (۲) است. متغیرهای مازاد، Sr , Si به معنای کمبود ستاده‌ها و مازاد نهاده‌های واحد تصمیم‌گیری است. وجود مقدار ارشمیدسی در تابع هدف، با مینیمم سازی به کمک θ کار بهینه سازی شامل متغیرهای کمبود را تسهیل می‌سازد. قاعده کلی در مقادیر بدست آمده از محاسبه کارایی به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها این است که اگر $\theta^* < ۱$ باشد آن واحد ناکار گفته می‌شود. به عبارت دیگر تمام نهاده‌ها را می‌توان به طور همزمان بدون تغییر در ترکیب آن‌ها کاهش داد. یک متغیر همزاد در مدل (۲) می‌باشد. مقدار آن اطلاعات مدیریتی در زمینه مقدار هدف واحد تصمیم گیری و گروه همتراز (Peers) برای بهبود کارآیی برخی واحدهای تصمیم گیری بکار گرفته می‌شود.

بخش سوم: نتایج و یافته‌های حاصل از بررسی مدل

با استفاده از مدل BBC [۱] تحلیل پوششی داده ها، نتایج ارزیابی کارآیی نسبی شبکه های ریلی کشورهای منتخب از جمله شبکه ریلی ایران در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ و با بکار گیری آمار و اطلاعات اتحادیه بین المللی راه آهن (UIC) از بین ۲۰ شبکه ریلی کشورهای

[۱]- خلاصه حروف اول اسامی مبتکرین مدل BCC یعنی بنکر، چارنز و کوپر می‌باشد.

منتخب در سال ۲۰۰۰، مقادیر کارآئی نسبی شبکه‌های ریلی ۹ کشور از جمله کشورهای مالزی، لیتوانی، کره جنوبی، قزاقستان، آفریقای جنوبی، گاپن، هند، چین و روسیه عدد ۱۰۰ و یا ۱۰۰٪ بوده است[۹]. شایان ذکر است مقادیر کارآئی نسبی از عدد یک شروع و به عدد ۱۰۰ که بالاترین عدد است، خاتمه می‌پذیرد. هر قدر مقدار کارائی به عدد ۱۰۰ نزدیک باشد نشان دهنده کارآئی بالای واحد تصمیم گیرنده (در اینجا شبکه ریلی است). جدول-۱ مقادیر محاسبه شده کارایی صنعت حمل و نقل ریلی کشورهای منتخب ازجمله شبکه ریلی ایران را برای سال های۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ را نشان می دهد. در سال ۲۰۰۰ تعداد کارآئی نسبی شبکه ریلی ایران ۶۰/۰۲ که کمترین مقدار مربوط به کشور درمانی با ۱۹/۰۳ بود. مقدار کارآئی بدست آمده در این سال برای ایران نشان می‌دهد که صنعت راه آهن کشور از منابع موجود فقط در حد ۶۰ درصد توانسته استفاده کند. به عبارت دیگر ایران از لحاظ نهاده‌های مانند تعداد واکنش‌های بار، لکوموتیوها و طول خطوط ریلی موجود استفاده بهینه کرده است. برای اینکه در زمره ی ۱۰۰٪ کارائی نسبی قرار گیرد می‌بایست واگن باری را خود را به میزان ۴۲/۵۱ درصد، لکوموتیوها را به میزان ۵۳/۳۸ درصد و خطوط ریلی را به میزان ۵۴/۳۸ درصد کاهش می‌داد و یا بار تن در کیلومتر و جابجایی مسافر در کیلومتر مسافت را به ترتیب به میزان ۸۲/۳۶ درصد و ۶۶/۶۲ درصد افزایش می‌داد.

جدول۱. نتایج مقایسه‌ای کارآئی صنعت حمل و نقل ریلی ایران در مقایسه با برخی کشورهای جهان در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷

نام راه‌آهن	مقدارکارایی در سال۲۰۰۰	مقیاس عملیات (scale)	گروه همتراز (peers) در سال ۲۰۰۰	مقدار کارایی در سال۲۰۰۷	مقیاس عملیات (Scale)	گروه همتراز در سال ۲۰۰۷
راه آهن مالزی (KTM)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
لیتوانی)(LDZ)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
کره جنوبی (KRNA)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
قزاقستان (KTZ)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
آفریقای جنوبی (SARCC)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
ژاپن (JR)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده کاهنده به مقیاس	روسیه، بلاروس، مالزی
هند (JR)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
چین (JR)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
روسیه (RZD)	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
ایران (RAI)	۶۰/۰۲	بازده کاهنده به مقیاس	چین، مالزی، ژاپن	۷۴/۵۳	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنوبی، روسیه، لیتوانی ، چین،مالزی
بلاروس (BC)	۵۹/۰۶	بازده کاهنده به مقیاس	روسیه، چین، مالزی، ژاپن	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
اسپانیا (RENFE)	۵۸/۰۲	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنبوی، روسیه، لیتوانی، ژاپن	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
ویتنام (DSVN)	۵۶/۲۹	بازده کاهنده به مقیاس	لیتوانی، مالزی، ژاپن	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–
آلمان (DBAG)	۵۳/۸۰	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنبوی، روسیه، چین، ژاپن	۵۴/۳۵	بازده کاهنده به مقیاس	روسیه، لیتوانی، بلاروس، چین، هند
اوکراین (UZ)	۵۱/۵۸	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنبوی، قزاقستان، چین، ژاپن	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	–

ادامه جدول ۱. نتایج مقایسه‌ای کارآئی صنعت حمل و نقل ریلی ایران در مقایسه با برخی کشورهای جهان در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷

فرانسه (SNCF)	۵۰/۹۶	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنوبی، روسیه، چین، ژاپن	۴۰/۵۲	بازده کاهنده به مقیاس	روسیه، چین، کره جنوبی، مالزی، هند
ایتالیا (FS)	۱۵۴۱	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنوبی، چین، مالزی، ژاپن	۵۶/۴۳	بازده کاهنده به مقیاس	روسیه، چین، مالزی، هند
ترکیه (TCDD)	۳۹/۱۸	بازده کاهنده به مقیاس	چین، مالزی، ژاپن	۲۹/۰۴	بازده کاهنده به مقیاس	رومانی، روسیه، لیتوانی، قزاقستان، چین، هند
جمهوری چک (CD)	۲۰/۶۸	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنوبی، روسیه، مالزی	۲۱/۵۱	بازده کاهنده به مقیاس	روسیه، لیتوانی، بلاروس، چین، هند
رومانی (CFR)	۱۹/۰۳	بازده کاهنده به مقیاس	آفریقای جنوبی، روسیه، چین، مالزی، ژاپن	۱۰۰/۰۰	بازده ثابت به مقیاس	-

در غیر اینصورت می‌تواند به روش دیگر یعنی از ترکیب نهاده‌های شبکه ریلی کشورهای همتراز خود (Peers) در بهبود صنعت راه آهن خود استفاده کند و به ۱۰۰٪ کارائی برسد. مثلاً می‌توان در اینجا از ترکیب نهاده‌های شبکه ریلی یکی از کشورهای همتراز خود یعنی کشور مالزی استفاده کند. با توجه به مقادیر ترکیبی نهاده‌های شبکه ریلی کشور مالزی در سال ۲۰۰۰، صنعت ریلی ایران می‌توانست از نسبت ترکیب واگن های باری مالزی به میزان ۳۶/۷۹ درصد وضع موجود خود در سال ۲۰۰۰ به کل ۲۲۱۹۸ واگن باریافزایش دهد تا در حد مرز کارائی صد در صد صنعت ریلی کشور همتراز خود یعنی کشور مالزی برسد. و یا در سال ۲۰۰۰ صنعت ریلی ایران می‌توانست برای توسعه و بهبود شبکه ریلی خود با توجه به نسبت نهاده لکوموتیوهای کشور مالزی به میزان ۴۶/۴۳ درصد، تعداد لکوموتیوهای سال ۲۰۰۰خود را به میزان ۲۶۳ لکوموتیو و در مجموع به ۸۳۹ لکوموتیو برساند.

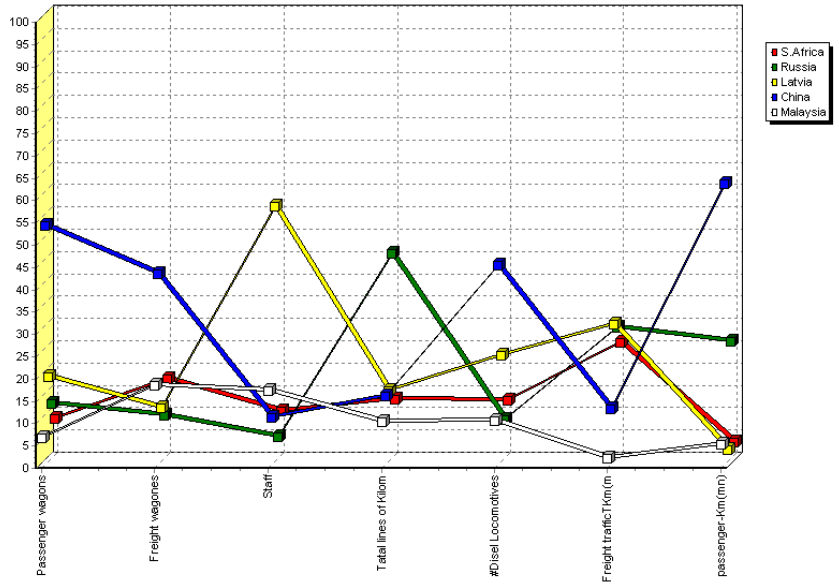
در سال ۲۰۰۷ نتایج در ارتباط با پیشرفت میزان کارائی نسبی بدست در صنعت ریلی کشورهای منتخب از جمله ایران در مقایسه با سال ۲۰۰۰ بهتر شده است. در سال ۲۰۰۷، از مجموع ۲۰ شبکه ریلی کشورهای منتخب تعداد ۱۳ شبکه ریلی ۱۰۰٪ کارآ و مابقی ناکارا بودند بطوری که مقدار کارائی نسبی صنعت راه‌آهن ایران در این سال به ۷۴/۵۳ درصد رسید و کمترین مقدار کارائی مربوط به کشور جمهوری چک به میزان ۲۱/۵۱ درصد بود. در این سال مقیاس عملیات شبکه ریلی کشور ایران مانند سال ۲۰۰۰ بازده کاهنده به مقیاس[۱] بوده است. در صورتی که مقیاس عملیات صنعت ریلی برخی کشورها مثل بلاروس که در سال ۲۰۰۰ بازده کاهنده به مقیاس بود، در سال ۲۰۰۷ به بازده ثابت به مقیاس تبدیل شده است.[۲] در این سال صنعت راه آهن ایران نه فقط از تعداد ۱۶۲۶ واگن مسافربری خود استفاده بهینه نکرده است بلکه می‌بایست این تعداد واگن‌ها را به میزان ۲۱/۲ درصد کاهش می‌داد و یا به عبارت دیگر می‌بایست تعداد واگن های خود را از ۱۶۲۶ واگن به ۱۲۸۰ واگن می‌رساند و یا تعداد ۶۳۳ لکوموتیوهای موجود در سال ۲۰۰۷ را به میزان ۳۲/۲۴ درصد و یا ۴۲۸

[۱]- بازده ثابت به مقیاس (Constant return to)، مقیاسی است که در آن رابطه خطی یک به یک بین نهاده‌ها و ستاده‌ها وجود دارد.

[۲]- بازده کاهنده به مقیاس (Decreasing return to scale) به این معنی است که افزایش در نهاده‌های یک واحد اجرایی، افزایش نسبی اندکی درستانده آن واحد را به دنبال دارد.

لکوموتیو کاهش می داد تا به تنهایی به مرز کارایی برسد. در این سال کشورهای همتراز ایران عبارتند از کشورهای آفریقای جنوبی، روسیه و لیتوانی بوده‌اند. حالت دیگر برای آنکه صنعت ریلی ایران در سال ۲۰۰۷ به مرز ۱۰۰درصد کارایی برسد می بایست با استفاده از ترکیب نهاده‌های کشور همتراز خود یعنی لیتوانی استفاده تعداد واگن‌های مسافری را به میزان ۱۹/۰۸ درصد و واگن‌های باری را به ۱۲/۰۹ درصد، کارکنان خود را به ۵۷/۲۰ درصد و طول خطوط ریلی خود را به ۱۵/۹۰ درصد و تعداد لکوموتیوهای خود را به میزان ۲۳/۷۹ درصد افزایش می داد تا مانند لیتوانی به مرز کارائی صددرصد برسد.

بهبود و توسعه صنعت ریلی کشور ایران را نیز می‌توان به کمک نمودار، با توجه به ترکیب متناسب و بهینه نهادها و ستانده‌های کشور همتراز مانند لیتوانی که در بین شبکه ریلی کشورهای همتراز ایران بهترین موقعیت را دارا است نشان داد. در شکل-۲ شبکه ریلی کشور لیتوانی به عنوان کشور همتراز شبکه ریلی ایران با کمترین نهاده و بیشترین ستانده‌ها (محصولات) در سال ۲۰۰۷ توانسته است یکی از شبکه‌های ریلی موفق کشورهای منتخب شناخته شود. این کشور تقریباً ترکیب نهاده‌ها و ستانده‌های مشابه با صنعت ریلی کشور ایران را دارد ولی در بار و مسافر از موفقیت خوبی برخوردار بوده است. در واقع شبکه ریلی لیتوانی به عنوان کشور همتراز و مرجع از نظر ترکیبی ازنهاده و ستاده ها برای بهبود و توسعه شبکه ریلی ایران می تواند یک ا لگوی عملیاتی به حساب آید. در شکل-۲ محور عمودی بیانگر مقادیر درصد قابل تحقق در هر یک از نهاده و ستاده ها و محور افقی نمایانگر نهاده ها و ستانده ها می باشد. همانطور که از شکل استنباط می گردد، شبکه ریلی کشور لینوانی در سال ۲۰۰۷ ازکمترین میزان نهاده ها مانند واگن های باری،خطوط راه آهن و لکوموتیو ها استفاده کرده است و در عوض بیشترین بار از طریق واگن های باری را به خود اختصاص دهد. علت اینکه چرا شبکه ریلی راه آهن کشور لیتوانی به عنوان صنعت ریلی همتراز از موقعیت بهتری از جهت استفاده از منابع خود با خروجی بیشتر نسبت به بقیه کشور های همتراز به شمار آمده است، برای پاسخ به این سوال نیاز به مطالعه بیشتر در آینده می باشد.



جدول-۲ سهم ترکیبی از نهاده ها و ستانده های صنعت ریلی کشور لیتوانی از بین۵ کشورمرجع(همتراز) برای بهبود کارایی صنعت حمل و نقل ریلی ایران در سال ۲۰۰۷

بخش چهارم: نتیجه گیری

در تحلیل و بررسی ارزیابی عملکرد شبکه‌های ریلی کشورهای منتخب از جمله‌ایران با استفاده از داده‌های آماری انتشارات آمار راه‌آهن بین المللی (UIC) برای تحلیل نهاده‌های و ستادهٔ های شبکه‌های ریلی کشور منتخب استفاده قرار گرفت. بر اساس یافته‌های حاصل از نتایج بدست آمده در زمینه عملکرد ریلی کشور منتخب بویژه ایران در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ محاسبه مقادیر کارآئی در سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد که صنعت ریلی ۹ کشوراز میان ۲۰ صنعت ریلی کشور منتخب جهان، صددرصد کار بوده و مقیاس عملیات آنها بازده ثابت به

مقیاس بوده است در صورتی که در سال ۲۰۰۰ ایران با مقدار کارائی ۶۰/۰۲ درصد از بازده کاهنده به مقیاس برخوردار بوده که معنای آن این است که صنعت ریلی ایران در آن سال نه تنها نتوانسته از منابع و سرمایه گذاری‌های موجود در صنعت ریلی اعم از بار و مسافر بخوبی استفاده کند بلکه در ترکیب نهاده‌ها و ستاده هانتوانسته استفاده مناسبی بعمل آورد. این در حالی است که در سال ۲۰۰۷ از بین ۲۰ صنعت ریلی کشور های منتخب جهان تعداد ۱۳ شبکه ریلی از کارائی صد درصد برخوردار بودند و در این میان عملکرد کارائی ریلی ایران ۷۴/۵۳ درصد بود که این خود نشان دهنده بهبود نسبی در عملکرد ریلی آن بوده است که بیشتر به دلیل مشارکت بخش خصوصی در حمل بار و مسافر بوده است. با این حال با توجه به میزان سرمایه گذرای و منابع مصروفه با توجه به کشورهای همتراز (Peers) خود مثل آفریقای جنوبی، چین، لیتوانی و مالزی که دارای عملکرد کارائی صددرصد بوده‌اند، شبکه ریلی ایران از ترکیب نهاده‌ها و ستاده‌های خود در سال ۲۰۰۷ نتوانسته است استفاده بهینه نماید. در واقع، شبکه ریلی کشور ایران با الهام از ترکیب مناسب نهاده ها و ستاده‌های کشورهای همتراز خود مثل لیتوانی و مالزی ضمن بهبود و توسعه صنعت راه آهن می تواند در برنامه‌های توسعه پنجساله به عنوان شاهرگ اساسی زیربنایی در اقتصاد کشوربا حمل و نقل بار و مسافر از لحاظ ارتقا کمی و کیفی شبکه ریلی خود در جهت کمک به افزایش تولید ملی و گسترش آن به کشورهای همسایه نقش حیاتی ایفا نماید. در آینده مطالعات بیشتری نیاز است که بتو انند عوامل موثر در کارایی و ناکارایی شبکه ریلی را نشان دهند.

۱۲. مراجع

1- Oum, T.H, C.yu [1994] “Economic Efficiency of railways and implications for public policy” Journal of Transport Economics and policy vol.28,121-138.

2- Chapin A, Schmidt. “Do mergers improve efficiency? Journal of Transport Economics and policy 1999; 33:147-62.

3- Seiford.L.,& Zhu,J. (1998). Am acceptance system rule with data envelopment analysis.

4- Charnes, A.,ww.cooper and E.Rhode. (1978) “Measuring the Efficiency of Decision Making units” European Journal of operational Research, 2,424-444.

۵- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (۱۳۸۵)، «مجموعه اسناد ملی توسعه در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران» (جلد سوم): اسناد توسعه بخشی، موضوع بند الف ماده ۱۵۵ قانون برنامه چهارم توسعه: امور زیر بنایی، صص، ۲۹۱-۲۶۸

۶- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (۱۳۸۹)، «مجموعه برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران»، ص ۱۶۸.

7- Estache, A,.M. Gonzalez andL.Trujillo (2002a), “what does privatization do for efficiency? Evidence from Argentina’s and Brazil’s railways, world Development 30 (11), 188-97.

8- Mbangala, A.M. and Perelman (1997), L’efficite technique des chemins de fer en Afrique subsaharienne: une comparison internationale par la methode DEA, Revue d; Economie de development, 3/q3, 91-115

9- Union international des chemins de fer (2008), International railway statistics (Statistics of individual railways), Paris, France.