

بررسی تأثیر سطح تحصیلات نیروی انسانی در کارایی صنعت ریلی ایران و نقش دانشکده مهندسی راه آهن

ملودی خادم ثامنی^۱ و علی آشور^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۸

DOI: 10.22047/ijee.2021.216159.1715

چکیده: گسترش بی‌رویه آموزش عالی و افزایش تعداد بیکاران، به‌ویژه در رشته‌های مهندسی، از دغدغه‌های اصلی سال‌های اخیر کشور بوده است. در این میان رشته مهندسی راه آهن که براساس نیازهای صنعت ایجاد شده است، توانسته نقش مثبتی در تقویت بدنه کارشناسی مورد نیاز داشته باشد. در این پژوهش اقدامات انجام‌گرفته و تجارب دانشکده مهندسی راه آهن در این خصوص بررسی می‌شود. سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مدل ریاضی جهت بررسی عملکرد نواحی ۹ گانه راه آهن، براساس نیروی انسانی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که کمترین مقادیر مازاد ورودی، مربوط به مقطع کارشناسی و بالاتر با ۲ درصد بوده است و بیانگر آن است که سیاست‌گذاری صحیحی در این راستا صورت گرفته است. نواحی کارا (کارایی ۱) از نقطه نظر نیروی انسانی عبارتند از فارس، جنوب شرق، شمال غرب، تهران و لرستان. بیشترین نیروی مازاد کارشناسی و کاردانی در ناحیه شرق به ترتیب با ۳۰ و ۲۱ نیروی مازاد و بیشترین نیروی مازاد دیپلم و پایین‌تر در ناحیه هرمزگان با ۱۷۲ نفر ملاحظه می‌شود. در مجموع کل کشور نیز ۱۴ درصد نیروهای دیپلم و کمتر مازاد هستند که می‌بایست در استخدام‌های آتی مورد توجه قرار گیرد و کمترین میزان جذب در این سطح صورت پذیرد.

واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، دانشکده مهندسی راه آهن، کارایی، تحصیلات، نیروی انسانی

۱- استادیار، دانشکده مهندسی راه آهن دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران (نویسنده مسئول) sameni@iust.ac.ir

۲- دانش‌آموخته کارشناسی رشته مهندسی حمل‌ونقل ریلی و دانشجوی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

a.ashour@rail.iust.ac.ir

۱. مقدمه

در چند دهه اخیر در کشور با پدیده تحصیلات فرانیاز روبه‌رو شده‌ایم، به‌گونه‌ای که عرضه نیروی کار تحصیل‌کرده به بازار کار افزایش یافته است، در حالی که تقاضای مناسب برای آن وجود ندارد (Ebrahimi, et al., 2015). این رشد فزاینده در پذیرش دانشجو که بحران در عرصه بیکاری فارغ‌التحصیلان با تحصیلات عالی را به همراه داشته است، منجر به تحقیقات متعددی در توسعه نامتوازن آموزش عالی، مزایا و تبعات گردیده است که از آن‌ها می‌توان به مطالعه دکتر مصطفی دین‌محمدی و همکاران تحت عنوان «شبه‌سازی روند تغییرات عرضه دانش‌آموختگان آموزش عالی و بیکاران دارای تحصیلات عالی در ۱۴۰۴-۱۳۹۵» اشاره کرد در این مطالعه مشخص می‌گردد که علی‌رغم کاهش جمعیت دانشجویی در سال آینده، انتظار می‌رود بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی تا ۵٫۲ برابر افزایش یابد (Andalib, 2015) (Din Mohammady et al., 2018).

از طرف دیگر آموزش عالی طی دهه‌های اخیر متناسب با تحولات اقتصادی و اجتماعی جامعه و همچنین جهانی‌شدن، تغییراتی به خود دیده است که این تحولات آثار متفاوت مطلوب و نامطلوبی داشته‌اند، به بیان دیگر دانشگاه‌ها همواره به دلایل متعدد با چالش‌های مالی، ساختاری و مدیریتی بنیادینی روبه‌رو بوده‌اند که در نهایت این فشارها دانشگاه‌ها را به سمت نوع‌آوری، پاسخ‌گویی، نتیجه‌گرایی و... سوق داده است تا شاید بتوانند از این طریق پاسخ مناسبی برای این چالش‌ها بیآورند که خودبه‌خود حیات و برنامه‌ریزی‌های دانشگاهی را تحت تأثیر قرار داده است (Khosravi Pour & Nasim, 2018).

لذا در این پژوهش سعی شده است تا دانشکده مهندسی راه‌آهن را به‌عنوان نمونه‌ای از سیاست‌گذاری در زمینه آموزش مهندسی که به‌صورت توسعه دانشگاه‌های تخصصی و رشته‌های میان‌رشته‌ای است، از منظر کارایی در صنعت و تقاضای موجود در کشور مورد بررسی قرار بدهد. این دانشکده با رویکرد ارتباط هر چه بهتر دانشگاه و صنعت ریلی و تقویت آموزش نیروی انسانی از سال ۱۳۷۶ اقدام به پذیرش دانشجو نمود. در این مطالعه بخشی از تجارب آموخته‌شده در این دانشکده مورد بررسی قرار گرفته و درس‌های آموخته‌شده از سیاست‌گذاری آموزش مهندسی راه‌آهن بیان و تأثیر آن بر عملکرد راه‌آهن بررسی می‌شود.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌کنید، در سراسر دنیا در زمینه راه‌آهن آموزش و پژوهش به شیوه‌های مختلفی انجام می‌شود که می‌توان آن را یک طیف از اقدامات در سطح ملی تا تأسیس رشته‌های محدود دانشگاهی دانست. این اقدامات در کشور ما، با ایجاد دانشکده ویژه آموزش مهندسی صنعت ریلی همراه بوده است.

جدول ۱. طیف آموزش و پژوهش صنعت ریلی در کشورهای مختلف

اقدامات مشترک در سطح ملی	دانشگاه اختصاصی ریلی	برنامه یا واحدهای اختصاصی دانشگاهی	رشته‌های محدود دانشگاهی
<p>دانشگاه مؤسسه فنی ماساچوست، دانشگاه ایلینویز در شیکاگو، دانشگاه ایلینویز در اربانا شمپین، دانشگاه فنی میشیگان، مؤسسه فنی رز هلمند، دانشگاه کنتاکی و دانشگاه تنسی در لاکسوی کنسرسیومی یا دریافت کمک مالی از وزارت حمل و نقل آمریکا در جهت توسعه نیروی انسانی، آموزش مهندسی و پژوهش در خصوص فناوری به فعالیت می‌پردازند. (National Rail University Center., 2015).</p> <p>همکاری مشابهی بین صنعت ریلی بریتانیا و دانشگاه‌های آن به عنوان اتحادیه‌ی پژوهش ریلی انگلیس (RRU-KA., 2015).</p> <p>چنین تشکیلاتی برای پژوهش و آموزش ریلی در کشور اکراین نیز وجود دارد (Sergiy and Tsykhmistro., 2013).</p>	<p>دانشگاه مهندسی راه‌آهن دولتی مسکو، دانشگاه حمل و نقل ریلی پترزبورگ، دانشگاه حمل و نقل ریلی اورال، دانشگاه دولتی حمل و نقل ریلی اونسک و آکادمی حمل و نقل ریلی خارکیف در اکراین.</p> <p>برنامه‌هایی برای ایجاد چنین دانشگاه ریلی در هند نیز وجود دارد (Rail Talent., 2014).</p>	<p>در انگلستان مرکز تحقیقات و آموزش ریلی در دانشگاه بیرمنگام، مرکز پژوهش سامانه‌های ریلی در دانشگاه ساوتهمپتون، نیوریل در دانشگاه نیوکاسل، مرکز تحقیقات ریلی در دانشگاه هادرزفیلد، مرکز نوآوری و فناوری ریلی در دانشگاه شفیلد، مرکز تحقیقات ریلی آینده در دانشگاه امپریال کالج را می‌توان نام برد.</p> <p>در آمریکا دانشگاه ایلینویز در اربانا شمپین رشته مهندسی راه‌آهن را ارائه می‌دهد و همچنین رشته مهندسی حمل و نقل ریلی نیز توسط دانشگاه فنی میشیگان ارائه می‌گردد.</p> <p>دانشکده ساخت و ساز ریلی در بلغارستان، بخش ماشین‌آلات ریلی و فناوری مواد در دانشگاه RWTH آخن، مؤسسه مهندسی سامانه‌های ریلی و ایمنی ترافیک در دانشگاه فنی برانشوایگر آلمان مثال‌های دیگری در اروپا هستند.</p> <p>مؤسسه فناوری ریلی در دانشکده موناخ استرالیا و مرکز تحقیقات ... مکانیک و مهندسی راه‌آهن مثال‌هایی از قاره اقیانوسی هستند.</p> <p>دانشکده‌ی مهندسی راه‌آهن در دانشگاه علم و صنعت ایران یکی از بزرگ‌ترین برنامه‌های دانشگاهی در این خصوص در آسیا می‌باشد.</p>	<p>در انتهای این طیف واحدهای مربوط به مهندسی راه‌آهن هستند که در دانشکده‌های مرتبط مانند مهندسی عمران، مهندسی مکانیک ارائه می‌گردند و در سرتاسر دنیا وجود دارند. مثال‌های این درس را می‌توان دانشگاه دلفت (هلند)، مؤسسه‌ی مطالعات حمل و نقل در دانشگاه لینت (انگلستان)، دانشگاه جیاوتونگ پکن (چین) را نام برد</p>

یکی از ویژگی‌های این دانشکده را می‌توان ارتباط مؤثر با صنعت دانست که امروزه از اهمیت به خصوصی برخوردار است چراکه در ارتباط با صنعت، فرصت شکستن مرز علمی و نوآوری و مهم‌تر از آن کنکاش مشکلات موجود و دریافت تجربیات خبرگان به وجود می‌آید و نحوه شکل‌گیری و ماهیت فعلی دانشکده راه‌آهن دانشگاه علم و صنعت، توانسته تا حدی این ارتباط را به خوبی شکل دهد.

از آنجا که این طرح از همان ابتدا با حمایت همه‌جانبه راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران صورت پذیرفت، ارتباط فنی و همکاری علمی پژوهشی مستمر و هدفمندی بین بخش‌های مختلف صنعت و دانشکده مهندسی راه‌آهن برنامه‌ریزی و اجرا گردیده است که منجر به تقویت علمی پژوهشی صنعت ریلی و پرورش نیروی انسانی کارآمد (تناسب شغل با شاغل) شده است.

موارد زیر را می‌توان به‌عنوان بخشی از همکاری‌های صورت‌گرفته و در حال انجام دانشکده راه‌آهن

و صنعت ریلی نام برد:

- برگزاری دوره‌های ۸‌گانه آشنایی با راه‌آهن ایتالیا توسط دانشکده راه‌آهن و اساتید راه‌آهن ایتالیا برای کارکنان راه‌آهن ج.ا.ا.

- جذب نیمه‌وقت سه نفر برتر (بر اساس معدل) رشته‌های حمل‌ونقل، خط و سازه و ماشین‌های ریلی پس از ترم شش

- حمایت از پایان‌نامه‌ها و کنفرانس‌های علمی (کنفرانس بین‌المللی ICRARE و ...)

- اجرای طرح‌های تشویقی توسط شرکت‌های راه‌آهنی برای دانشجویان دانشکده راه‌آهن (طرح‌های تخفیفی فدک، رجا)

- ایجاد فرصت‌های کارآموزی مفید برای دانشجویان توسط شرکت‌های راه‌آهنی (متسا، ریل پرداز، فرادید، تدبیر مکانیزه جم و ...)

- استخدام بسیاری از دانشجویان ممتاز سال دوم و بالاتر به صورت ساعتی در شرکت رجا مسئله دیگری که ماهیتاً موجب تسهیل فرایند ارتباط با صنعت در دانشکده راه‌آهن گردیده، حضور پررنگ اساتید این دانشکده در صنعت است. مدیرعامل سابق و فعلی راه‌آهن ج.ا.ا، مشاور وزیر راه و ترابری، معاونت فنی سابق راه‌آهن ج.ا.ا، مدیرعامل شرکت مترا، معاونت اداری و پشتیبانی مترو تهران، مدیرعامل و معاون شرکت ساخت و توسعه زیرساخت ریلی، مجریان طرح‌های بزرگ راه‌آهن و قطار شهری (مانند خط سریع‌السیر تهران-قم-اصفهان) و ... از جمله نمونه‌های حضور فعال اساتید این دانشکده در صنعت حمل‌ونقل ریلی کشور است که به موجب آن فعالیت‌های علمی و پژوهشی این دانشکده نیز، سمت‌وسوی صنعتی و کاربردی تری به خود گرفته است.

از دیگر عوامل مؤثر در ارتباط دانشکده راه‌آهن با صنعت، وجود دو دوره‌ی کارآموزی ۳۰۰ ساعته در

برنامه درسی این رشته است، آشنایی بیشتر با صنعت و فرصت‌های متعدد همکاری و جذب از جمله فوایدی است که این دو دوره تا به حال برای دانشجویان فراهم آمده است. همچنین با توجه به نیاز آموزشی و پژوهشی موجود تا به حال همکاری‌های متعدد آموزشی و پژوهشی با کشورهای ایتالیا، چین، اسپانیا، آلمان، اوکراین و... صورت پذیرفته است.

فارغ‌التحصیلان دانشکده راه‌آهن می‌توانند به صورت مستقیم و غیرمستقیم در رشته‌های مختلف صنعتی به فعالیت بپردازند و این فعالیت، منحصر به بحث‌های مرتبط با صنعت حمل‌ونقل ریلی نیست چراکه این دانشجویان می‌توانند با توجه به آموخته‌های خویش در حوزه‌های صنایع، مکانیک، عمران و برق نیز به طور مجزا ورود پیدا کنند.

از بخش‌های مستقیم می‌توان به راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، شرکت‌های مترو، شرکت‌های تابعه راه‌آهن، شرکت‌های خصوصی فعال باری (توسعه ریلی پارسین، توکا ریل، راه‌آهن شرقی بنیاد و...) و یا مسافری (رجا، جوپار، فدک، نورالرضا و...)، شرکت‌های ساخت و تعمیرات مانند واگن‌سازی پارس و پلور سبز (واگن‌سازی زرنند). از بخش‌های غیرمستقیم نیز تمامی صنایع (ذوب‌آهن اصفهان و...)، معادن (گل‌گهر سیرجان و...)، کارخانه‌ها (روغن لادن و...) اشاره کرد.

آخرین وضعیت دانشجویان مشغول به تحصیل و دانش‌آموختگان دانشکده مهندسی راه‌آهن در جدول و جدول ۲ آورده شده است. دانشکده مهندسی راه‌آهن توانسته است بخش قابل توجهی از نیروی مورد نیاز راه‌آهن را در بخش کارشناسی و بالاتر تأمین کند.

جدول ۲. تعداد دانشجویان شاغل به تحصیل در دانشکده مهندسی راه‌آهن تا پایان اسفند ۱۳۹۷
(منبع: نویسندگان - استخراج آمار از آموزش دانشکده مهندسی راه‌آهن)

رشته	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری	مجازی ارشد	جمع
مهندسی حمل‌ونقل ریلی	۱۰۸	۴۲	-	-	۱۵۰
مهندسی خط و سازه‌های ریلی	۱۱۵	۵۷	۲۷	-	۱۹۹
مهندسی ماشین‌های ریلی	۱۰۹	۵۱	۲۳	-	۱۸۳
مهندسی کنترل و علائم	-	۴۵	۱۲	-	۵۷
مهندسی راه‌آهن برقی	-	۲۳	-	-	۲۳
مهندسی ایمنی	-	-	-	۲۶	۲۶
جمع کل	۳۳۲	۲۱۸	۶۲	۲۶	۶۳۸

جدول ۳. تعداد فارغ التحصیلان از دانشکده مهندسی راه آهن تا پایان اسفند ۱۳۹۷
(منبع: نویسندگان- استخراج آمار از آموزش دانشکده مهندسی راه آهن)

رشته	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری	مجازی ارشد	جمع
مهندسی حمل و نقل ریلی	۴۰۳	۸۱	-	-	۴۸۴
مهندسی خط و سازه های ریلی	۴۷۲	۱۴۰	۳	۲۸	۶۴۳
مهندسی ماشین های ریلی	۴۱۰	۱۰۵	۵	۱۹	۵۲۹
مهندسی کنترل و علائم	-	۲۵	-	-	۲۵
مهندسی راه آهن برقی	-	۹۴	-	-	۹۴
مهندسی ایمنی	-	۲۲	-	۸۵	۱۰۷
جمع کل	۱۲۸۵	۴۶۷	۸	۱۳۲	۱۸۹۲

مشاهده کردیم که به دلیل ماهیت آموزشی دانشکده مهندسی راه آهن و ارتباط با صنعت خوب این دانشکده، بخش زیادی از فارغ التحصیلان آن در شرکت راه آهن ج.ا.ا و نواحی مربوط مشغول به کار شده اند و بدنه کارشناسی آن را تقویت کرده اند. لذا در ادامه قصد داریم تا میزان اثرگذاری هر یک از مقاطع تحصیلی را بر متغیرهای عملکردی راه آهن مشاهده کنیم تا از این راه، سیاست گذاری صورت پذیرفته در پرورش نیروهای متخصص را، که هدف از تأسیس دانشکده مهندسی راه آهن بوده و می تواند الگویی برای آموزش مهندسی در کشور باشد، مورد بررسی قرار دهیم. در این تحقیق کارایی نیروی انسانی در نواحی ۹ گانه راه آهن ایران بررسی شده و نیروی مازاد هر یک از آن ها در مقاطع مختلف تحصیلی معین می شود. به این منظور از روش تحلیل پوششی داده ها استفاده شده است.

۲. روش تحقیق

کارایی عبارت است از میزان خروجی به ورودی و برای محاسبه آن از روش های پارامتری که بر پایه روش های معمول اقتصادسنجی هستند و نیز روش های ناپارامتری که بر پایه فنون برنامه ریزی استوارند، استفاده می گردد. در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده ها (که زیرمجموعه روش های ناپارامتری است)، به دلیل مزیت آن در ارزیابی واحدها ضمن در نظر گرفتن چند ورودی و خروجی، استفاده شده است. (Pour Kazemi & Rezaei, 2003)

این روش به طور کلاسیک مبتنی بر مدل ریاضی زیر است:

$$Max Z = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rp}}{\sum_{i=1}^m w_i x_{ip}}$$

$$s.t. \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m w_i x_{ij}} \leq 1 \quad \text{برای هر واحد } j$$

$$\mu_r \gg 0 .$$

$$r = 1, \dots, s$$

$$w_i \gg 0 .$$

$$i = 1, \dots, m$$

Z_p کارایی واحد m ، p تعداد ورودی‌ها، w_i وزن ورودی‌ها، s تعداد خروجی‌ها و μ_r وزن خروجی‌ها است.

در این مجال کوتاه فرصت پرداختن به کاربردهای گسترده این روش در ارزیابی کارایی نیست و علاقه‌مندان می‌توانند در خصوص مبانی تئوری آن به (Cooper et al., 2011)، جهت مرور مقالات چاپ‌شده در چهل سال گذشته با استفاده از این روش به (Emrouznejad & Yang, 2018) و جهت‌گیری‌های تحقیقاتی آتی آن به (Liu et al., 2016) مراجعه نمایند. نیروی انسانی در برخی از مدل‌ها به صورت یک متغیر ورودی استفاده شده و گاه کارایی نیروی انسانی خود موضوع تحقیق بوده است (Heydari, 2018).

چنین مطالعات متعددی در خصوص بررسی کارایی صنعت ریلی کشور صورت پذیرفته است که از آن‌ها می‌توان به «ارزیابی کارایی و رتبه‌بندی نواحی راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها» توسط دکتر حمیدرضا احدی استادیار دانشکده مهندسی راه‌آهن و زهرا ساقیان دانش‌آموخته این دانشکده اشاره کرد. در این پژوهش طی حل دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها با ورودی‌های تعداد کارکنان، طول خطوط اصلی، تعداد واگن مسافری و باری پرو نیز خروجی‌های واحد حمل برای مدل نخست، واحد حمل، تلفات انسانی و سوانح ریلی برای مدل دوم، بر ضرورت توجه به خروجی‌های مطلوب و تأثیر آن‌ها بر کاهش کارایی شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران پرداخته شده است. (Ahadi & Saghian, 2015)

از دیگر مطالعات می‌توان به مطالعه «تعیین و رتبه‌بندی کارایی نواحی مختلف راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها» توسط موحدی و حسینی در سال ۱۳۸۹، مطالعه «ارزیابی کارایی راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران در مقایسه با راه‌آهن کشورهای آسیایی و خاورمیانه» توسط کاظمی و سلطانی در سال ۱۳۸۶، مطالعه موحدی و همکاران با موضوع «کارایی راه‌آهن ج.ا.ا با سایر کشورها و ارائه پیشنهاد برای بهبود آن» در سال ۱۳۸۳ و «ارزیابی کارایی نواحی سیزده‌گانه راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران به روش تحلیل پوششی داده‌ها (D.E.A)» پورکاظمی و رضایی در سال ۱۳۸۳ اشاره کرد.

(Pour Kazemi & Rezaei, 2003) (Pourkazemi & Soltani, 2007) (Movahdi & Hosseini, 2010)

نویسندگان در هیچ‌یک از این موارد و نیز سایر مطالعات مورد بررسی قرارگرفته مقاله‌ای در خصوص تأثیر سطح تحصیلات کارکنان راه‌آهن بر کارایی، که موضوع پژوهش حاضر است، نیافته‌اند. لذا در مدل مورد بررسی سه متغیر ورودی انتخاب شده عبارتند از تعداد کارکنان کارشناسی و بالاتر، تعداد کارکنان دارای کاردانی و دیپلم و کمتر که مقادیر آن را برای هر یک از نواحی ۹ گانه راه‌آهن در جدول ۴ نشان

داده شده است. دو خروجی نیز جهت بیان حجم عملکرد هر یک از نواحی انتخاب شده که عبارتند از عملکرد باری (میلیون تن-کیلومتر به میزان طول خطوط) و عملکرد مسافری (نفر-کیلومتر مسافر به میزان طول خطوط) که علت انتخاب آن‌ها به شرح زیر است.

در صنعت ریلی همواره دو پارامتر تن-کیلومتر و نفر-کیلومتر به عنوان متغیرهای مهم عملکردی و مد نظر مدیران و کارشناسان داخلی و خارجی است. تن-کیلومتر عبارت است از جابه‌جایی اتن کالا در یک کیلومتر از طول خطوط ریلی و نفر-کیلومتر عبارت است از جابه‌جایی یک مسافر در یک کیلومتر از خطوط ریلی، که در جدول شماره ۵ این مقادیر برای شرکت راه‌آهن ج.ا.ا قابل مشاهده است. مقادیر خروجی در جدول ۵ آمده است.

از آنجا که این پارامترها از حاصل ضرب تناژ و یا تعداد مسافر در کیلومتر از طی شده به دست می‌آید و برای مثال ممکن است ناحیه‌ای صرفاً به دلیل طول خطوط بیشتر، تن-کیلومتر بیشتری را ثبت کند، لذا به جهت بی‌مقیاس‌سازی و ایجاد پارامترهایی قابل قیاس در مدل، این دو پارامتر را به طول خطوط اصلی هر ناحیه تقسیم کرده‌ایم. در راه‌آهن مجموعه‌ای از خطوط فرعی نیز داریم که گاه بی‌استفاده و یا در خدمت کارخانجات و کارگاه‌های بزرگ صنعتی قرار می‌گیرند، ولی به این دلیل که لحاظ کردن خط غیرمستعمل هدف مذکور را برآورده نمی‌کند و از طرف دیگر تن-کیلومتر حاصل شده از این خطوط، خود نشان از قدرت یک منطقه در جذب بار و مسافر برای راه‌آهن است، در محاسبات مورد نظر قرار نگرفته است.

جدول ۴. متغیرهای ورودی و مقادیر آن برای هر واحد در مدل تحلیل پوششی داده‌ها
(Statistical Annual Report For Experts, Islamic Republic of Iran Railway., 2018)

ناحیه	کارشناسی و بالاتر	کاردانی	دیپلم و کمتر
جنوب	۹۰	۵۷	۱۸۹
لرستان	۶۴	۳۳	۶۱
اراک	۱۱۸	۵۵	۱۰۸
تهران	۲۲۱	۱۵۷	۲۶۴
شمال	۱۷۲	۱۱۲	۹۷
شمال شرق ۱	۱۵۱	۷۶	۱۶۳
شمال شرق ۲	۶۲	۲۳	۴۲
خراسان	۲۷۴	۱۸۱	۳۳۴
شمال غرب	۱۳۸	۴۲	۹۵
آذربایجان	۲۰۲	۷۵	۱۷۳
اصفهان	۱۵۳	۷۴	۱۸۹
یزد	۱۶۶	۱۰۴	۲۲۵

ادامه جدول ۴

۳۷	۴۱	۶۳	کرمان
۱۶	۷	۵۰	جنوب شرق
۵۱۲	۱۲۴	۱۵۸	هرمزگان
۶۸	۶۳	۱۰۶	شرق
۱۴	۳۰	۸۰	فارس
۱۱۸	۴۲	۱۱۱	زاگرس
۸۱	۱۸	۵۴	قم

همان طور که توضیح داده شد متغیرهای خروجی در نظر گرفته شده برای مدل، از تقسیم میلیون تن-کیلومتر و نفر-کیلومتر بر طول خطوط اصلی حاصل گردیده و در جدول زیر قابل مشاهده است:

جدول ۵. متغیرهای خروجی و مقادیر آن برای هرواحد در مدل تحلیل پوششی داده‌ها
(Statistical Annual Report For Experts, Islamic Republic of Iran Railway., 2018)

ناحیه	میلیون تن-کیلومتر / طول خطوط اصلی	نفر-کیلومتر مسافر / طول خطوط اصلی
جنوب	۱۶/۴	۹۷/۰
لرستان	۴۱/۹	۴۴/۰
ازاک	۵۲/۴	۳۴/۰
تهران	۸۴/۸	۸۳/۵
شمال	۱۵/۳	۴۲/۰
شمال شرق ۱	۷۸/۵	۲۳/۰
شمال شرق ۲	۸۶/۰	۴۶/۰
خراسان	۳۶/۶	۰۰/۶
شمال غرب	۹۱/۵	۷۷/۱
آذربایجان	۰۰/۱	۶۸/۰
اصفهان	۸۳/۱۴	۷۳/۰
یزد	۴۱/۱۲	۳۷/۰
کرمان	۱۶/۲	۶۱/۰
جنوب شرق	۵۶/۰	۳۶/۰
هرمزگان	۰۷/۱۱	۴۴/۰
شرق	۱۲/۹	۱۲/۰
فارس	۹۲/۰	۴۵/۰
زاگرس	۴۰/۶	۴۶/۰
قم	۱۷/۲	۶۲/۰

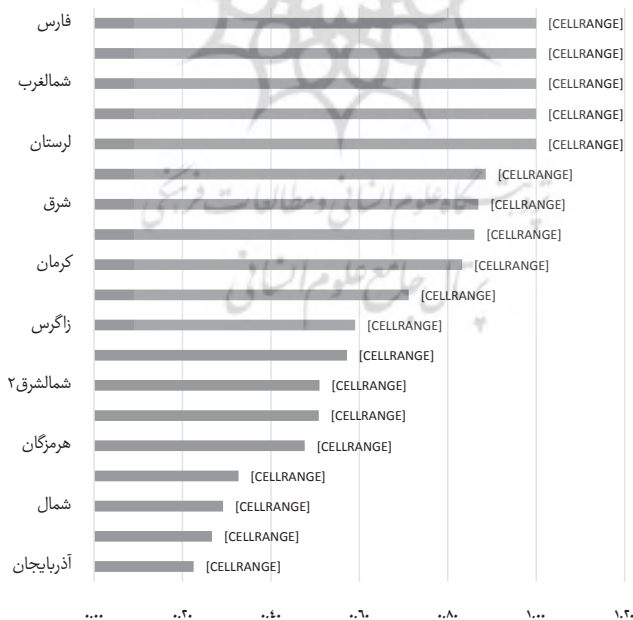
۳. حل مدل و نتایج

در روش تحلیل پوششی داده‌ها نیاز است تا دو مشخصه اصلی ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو مشخص گردد. در این تحقیق از آنجا که هدف بررسی میزان اثرگذاری تحصیلات دانشگاهی بر عملکرد نواحی مختلف راه‌آهن است، رویکرد مدل ورودی محور انتخاب شده است چرا که قیاس متغیر مازاد، می‌تواند رهیافتی برای این مطلوب باشد.

از طرف دیگر در این تحقیق از روش پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها، یعنی بازده ثابت نسبت به مقیاس، استفاده گردیده است. این بدان معناست که ورودی‌ها نسبت به مقیاس واحد متغیر نیستند و به این ترتیب واحدهای کوچک و بزرگ‌تر قابل مقایسه هستند.

مدل بارویکرد ورودی محور و بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) حل شده و کارایی نواحی مختلف به دست آمده است که در شکل ۱ قابل مشاهده است. به این ترتیب مطابق جدول ۵ نواحی لرستان، تهران، شمال غرب، جنوب شرق و فارس به عنوان واحدهای کارا شناخته شده‌اند و هر یک به ترتیب ۱۲، ۹، ۹، ۲ و ۴ بار به عنوان الگو قرار گرفته‌اند. نواحی ای که کارایی ۱ دارند و هیچ‌گونه مازاد نیروی انسانی برای عملکرد فعلی خود ندارند.

کارایی واحدها



شکل ۱. میزان کارایی واحدها طبق مدل تحلیل پوششی داده‌ها

جدول ۶. واحدهای کارا و دفعات الگوشدن آنها

دفعات الگو شدن	وضعیت	کارایی	ناحیه
۱۲	کارایی قوی	۱	لرستان
۹	کارایی قوی	۱	تهران
۹	کارایی قوی	۱	شمال غرب
۲	کارایی قوی	۱	جنوب شرق
۴	کارایی قوی	۱	فارس

طبق روش تحلیل پوششی داده‌ها، اگر کارایی واحدی کمتر از ۱ باشد ناکاراست، اگر کارایی واحدی برابر ۱ بوده و کمبودی در خروجی و مازادی در ورودی نداشته باشد، کارایی پارتو است. اگر کارایی واحدی برابر ۱ بوده و کمبودی در خروجی یا مازادی در ورودی داشته باشد، کارایی ضعیف است. بنابراین ۵ ناحیه از نواحی ۱۹ گانه راه آهن کارایی قوی و ۱۴ ناحیه کارایی ضعیف دارند. تعداد دفعات الگوشدن هر یک از نواحی در جدول ۶ آورده شده است.

۳-۱. وزن واحدهای مرجع

اگر مقدار ورودی‌ها یا خروجی‌ها را به نحوی تغییر دهیم که واحد مورد بررسی، روی مرز کارایی قرار گیرد (به عبارتی کارایی آن برابر ۱ شود) به واحد فرضی که روی مرز کارایی است واحد مجازی گفته می‌شود. ۸ ترکیبی از واحدهای مرجع را نشان می‌دهد که برای ساخت واحد مجازی هر واحد به کار می‌رود. مقادیر ۸ در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷. وزن واحدهای مرجع برای ساخت واحدهای مجازی

فارس	جنوب شرق	شمال غرب	تهران	لرستان	جنوب
۰	۰	۰,۰۰۳	۰,۱۴۳	۰,۳۰۶	۰
۰	۰	۰	۰	۱	۰
۰	۰	۰,۰۷۲	۰,۰۰۵	۰,۴۳۱	۰
۰	۰	۰	۱	۰	۰
۰,۳	۰	۰	۰,۰۲۵	۰,۲۷۹	۰
۰	۰	۰	۰	۰,۶۱۴	۰
۰	۰,۲۶۸	۰,۰۴۷	۰,۰۴۷	۰	۰
۰	۰	۰,۲۱۶	۰,۹۶۴	۰	۰
۰	۰	۱	۰	۰	۰
۰	۰	۰,۲۷۵	۰,۰۳۴	۰	۰

ادامه جدول ۷

اصفهان	لرستان	تهران	شمالغرب	جنوبشرق	فارس
۱,۵۵۷	۰	۰,۰۳	۰	۰	۰
۱,۳۱۸	۰	۰	۰	۰	۰
۰,۱۳۱	۰,۰۶۷	۰	۰	۰	۰,۴
۰	۰	۰	۰	۱	۰
۱,۱۷۶	۰	۰	۰	۰	۰
۰,۹۶۹	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰,۶۱۱	۰	۰,۱۱۱	۰	۰	۰
۰,۰۲۷	۰,۰۱۱	۰,۳۰۷	۰	۰	۰

۲-۳. وزن‌ها (مقادیر متغیرهای مدل اولیه)

جدول ۸ مقادیر متغیرهای مدل اولیه مدل که همان V_i (ضرایب ورودی‌ها) و U_i (ضرایب خروجی‌ها) است را نشان می‌دهد.

جدول ۸. ضرایب ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

کارشناسی و بالاتر	کاردانی	دیپلم و کمتر	میلیون تن-کیلومتر بر طول خطوط اصلی	نفر-کیلومتر مسافر بر طول خطوط اصلی
۰,۰۰۳	۰,۰۱۳	۰	۰,۰۴۸	۰,۴
۰	۰,۰۳	۰	۰,۱۰۶	۰
۰,۰۰۳	۰,۰۱۲	۰	۰,۰۴۵	۰,۴
۰	۰	۰,۰۰۳	۰	۰,۲
۰,۰۰۱	۰	۰,۰۰۸	۰,۰۴۶	۰,۴
۰	۰,۰۱۳	۰	۰,۰۴۶	۰
۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۹۶	۰/۹
۰	۰/۰۰۵	۰	۰	۰/۱
۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۴
۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰	۰	۰/۳
۰	۰/۰۱۴	۰	۰/۰۳۸	۰/۲
۰/۰۰۶	۰	۰	۰/۰۴۱	۰
۰/۰۰۳	۰	۰/۰۲۲	۰/۱۲	۰/۹
۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۵۲	۰	۲/۸
۰/۰۰۶	۰	۰	۰/۰۴۳	۰
۰	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۹۵	۰

ادامه جدول ۸

نفر-کیلومتر مسافر بر طول خطوط اصلی	میلیون تن-کیلومتر بر طول خطوط اصلی	دیپلم و کمتر	کاردانی	کارشناسی و بالاتر	
۲/۲	۰	۰/۰۴۵	۰	۰/۰۰۵	فارس
۰/۳	۰/۰۶۸	۰	۰/۰۲۴	۰	زاگرس
۱	۰/۱۲	۰	۰/۰۳۲	۰/۰۰۸	قم

۳-۳. مازاد ورودی‌ها و کمبود خروجی‌ها

مقادیر مازاد ورودی و کمبود خروجی مربوط به هر ناحیه به ترتیب در جداول ۹ و ۱۰ آمده است. با توجه به اینکه در روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی مورد سنجش قرار می‌گیرد، نسبت خروجی‌ها و ورودی‌ها برای تمام واحدها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و نواحی که دارای بهترین عملکرد باشند و روی مرکز کارایی قرار گیرند، دارای کارایی ۱ می‌شوند. هر چقدر که یک ناحیه به نسبت خروجی‌های خود دارای ورودی بیشتری باشد، کارایی کمتری خواهد داشت. مقدار نیروی انسانی مازاد برای واحدهای کارا، صفر است.

جدول ۹. مقادیر مازاد نیروهای انسانی برای هر ناحیه به تفکیک سطح تحصیلی

دیپلم و کمتر	کاردانی	کارشناسی و بالاتر	
۵۱/۵۲	۰	۰	جنوب
۰/۹۴	۰	۰	اراک
۰	۹/۴۹	۰	شمال
۶/۰۰	۰	۰/۹۶	شمال شرق ۱
۲۱/۰۰	۰	۰	خراسان
۳/۸۴	۰	۰	آذربایجان
۳۶/۶۳	۰	۵/۰۵	اصفهان
۳۳/۹۴	۹/۳۶	۰	یزد
۰	۸/۳۲	۰	کرمان
۱۷۲/۲۱	۲۰/۲۷	۰	هرمزگان
۰	۲۱/۹۲	۳۰/۱۲	شرق
۲۱/۹۲	۰	۱۱/۱۹	زاگرس
۳۶/۰۲	۰	۰	قم

جدول ۱۰. مقادیر کمبود در خروجی

میلیون تن کیلومتر / طول خطوط اصلی	نفر کیلومتر مسافر / طول خطوط اصلی	
۰	۰/۰۳۵	شمال شرق ۱
۳/۴۳۸	۰	خراسان
۰/۹۲۳	۰	آذربایجان
۰	۰/۲۰۱	یزد
۰	۰/۰۷	هرمزگان
۰	۰/۳۰۳	شرق

همچنین همان طور که در جدول ۱۰ قابل مشاهده است، درصد مازاد ورودی برای مقاطع کارشناسی و بالاتر، کاردانی، دیپلم و پایین تر به ترتیب ۲٪، ۵٪ و ۱۴٪ می باشد که نشان می دهد مقطع دیپلم و کمتر، نیاز به برنامه ریزی صحیح منابع انسانی دارد و تعداد بسیار زیادی نیروی مازاد (۳۸۴ نفر) مشغول به کارند. این مهم به تفکیک نواحی در جدول شماره ۷ آورده شده است. این در حالی است که نواحی تهران، لرستان، شمال غرب، شمال شرق ۲، جنوب شرق و فارس در حالت بهینه تخصیص منابع انسانی قرار دارند.

جدول ۱۱. مقادیر موجود و مازاد متغیرهای ورودی در مجموع

موجود	کارشناسی و بالاتر	کاردانی	دیپلم و کمتر
۲۴۳۳	۱۳۱۳	۲۷۸۶	
۴۷,۳۲	۶۹,۳۵	۳۸۴,۰۲	
۲٪	۵٪	۱۴٪	درصد انحراف

۴. نتیجه گیری

پژوهش حاضر مدل جدیدی در خصوص در نظر گرفتن سطح تحصیلات نیروی انسانی و نقش آن در کارایی ارائه می دهد که می تواند در صنایع مختلف به کار گرفته شود. در پژوهش حاضر شرکت راه آهن ایران مورد بررسی قرار گرفته است. در حالی که کشور با بحران بیکاری فارغ التحصیلان روبه رو است، دانشکده مهندسی راه آهن با سیاست گذاری هوشمندانه ای جهت تقویت بدنه کارشناسی صنعت ریلی کشور از سال ۱۳۷۶ اقدام به جذب دانشجو در رشته های مهندسی حمل و نقل ریلی، مهندسی خط و سازه های ریلی و مهندسی ماشین های ریلی کرده است. به مرور زمان این رشته ها و مقاطع تحصیلی آن ها گسترش یافت و دانش آموختگان آن توانسته اند بخش عمده ای از کارکنان مورد نیاز صنعت ریلی کشور و از جمله شرکت راه آهن جمهوری اسلامی ایران را تأمین نمایند. اهم نتایج به دست آمده عبارت است از:

۱. بررسی عملکرد نواحی شرکت راه آهن با استفاده از مدل ریاضی تحلیل پوششی داده ها و در نظر گرفتن نیروی انسانی و عملکرد حمل بار و مسافر نشان می دهد که نواحی لرستان، تهران، شمال غرب، جنوب شرق و فارس، راه آهن ج.ا.ا به عنوان واحدهای کارا شناخته شده اند و هریک به ترتیب ۱۲، ۹، ۹، ۲ و ۴ بار به عنوان الگو قرار گرفته اند، و وزن آنها برای ساختن واحدهای کارای مجازی مشخص گردیده است.
۲. بررسی مقادیر مازاد متغیرها نشان می دهد که در بخش نیروی انسانی کارشناسی به بالاتر تنها ۳۲، ۴۷ نفر نیروی مازاد از ۲۴۳۳ نیروی موجود وجود دارد که تقریباً ۲٪ نیروی موجود است.
۳. مازاد نیروی کاردانی ۵٪ (۳۵، ۶۹ نفر) و برای دیپلم و کمتر برابر ۱۴٪ (۲، ۳۸۴ نفر) است.
۴. دانشکده مهندسی راه آهن که به عنوان یکی از منابع اصلی تربیت نیروی کارشناسی متخصص در این زمینه است می تواند مانند قبل به فعالیت خود ادامه دهد.
۵. در بخش نیروی انسانی دیپلم و کمتر از آن، تعداد بسیار زیادی نیروی مازاد وجود دارد که می بایست دقت نظر بیشتری در جذب و تخصیص کارکنان جدید صورت پذیرد.

References

- Ahadi, Hamidreza; Saghian, Z. (2015) 'Applying data envelopment analysis to evaluate and rank the efficiency of railway regions in Iran'. *Quarterly Journal of Transportation Engineering*, 7(2), pp. 367–372. Available at: http://jte.sinaweb.net/article_14860.html (in Persian).
- Andalib, M. (2015) 'Unequal development of graduate education and the unemployment crisis of graduates', *Progressive Congress of Progress*, (8).
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Zhu, J. (eds) (2011) *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Boston, MA: Springer US (International Series in Operations Research & Management Science). doi: 10.1007/978-1-4419-6151-8.
- Din Mohammady, M., Narimani Bonaab, M. and Qurbani, F. (2018). 'Simulation of the trend of supply changes in higher education graduates and unemployed people with higher education in 2016-2025', *Economic Research*. Assistant Professor, Zanjan University, Faculty of Humanities, Department of Economics, 53(3), pp. 569–595. doi: 10.22059/jte.2017.225192.1007458 (in Persian).
- Ebrahimi, M., Gholizadeh, A. A. and Alipour, A. (2015) 'The Relationships between education and occupation in Iran: an application of Verdugo-Verdugo Model', *The Economic Research*, 15(3). Available at: <http://journals.modares.ac.ir/article-18-6774-fa.html> (in Persian).
- Emrouznejad, A. and Yang, G. (2018) 'A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016', *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, pp. 4–8. doi: 10.1016/j.seps.2017.01.008.
- Heydari, S. (2018) 'Evaluation of human resources efficiency in Imam Hossein Hospital of Mazandaran using fuzzy data envelopment analysis.', *First National Conference on Modern Management Studies in Iran, Karaj, Allameh Khoi Institute of Higher Education*. Available at: https://www.civilica.com/Paper-MODIRACONF01-MODIRACONF01_168.html (Accessed: 7 January 2020) (in Persian).
- Khosravi Pour, B. and Nasim, R. (2018) 'Third generation university: Entrepreneurship and wealth creation why and how.', *Second International Congress on Community Empowerment in Management, Economics, Entrepreneurship and Cultural Engineering, Tehran*. Available at: http://www.civilica.com/Paper-SPCONF02-SPCONF02_003.html (Accessed: 7 January 2020) (in Persian).

- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y. and Lu, W.-M. (2016) 'Research fronts in data envelopment analysis', *Omega*, 58, pp. 33–45. doi: 10.1016/j.omega.2015.04.004.
- Movahdi, Mohammad M. and Hosseini, S. M. (2010) 'Determining and ranking the efficiency of different railway areas of the Islamic Republic of Iran using data envelopment analysis', *Journal of Operations Research in its Applications (Applied Mathematics) - Lahijan Azad University*, 7(1), pp. 49–64. Available at: <http://jamlu.liau.ac.ir/article-1-7-fa.html> (Accessed: 5 June 2020) (In Persian).
- National Rail University Center. (2015) *Overview*. Available at: <http://www.nurailcenter.org/about/overview.php> (Accessed: 7 January 2020).
- Pour Kazemi, M. H. and Rezaei, J. (2003) 'Evaluation of the efficiency of the thirteen railway areas of the Islamic Republic of Iran by data envelopment analysis (D.E.A)', *Economic Research*, 38(3). Available at: https://journals.ut.ac.ir/article_18228.html (in Persian).
- Pourkazemi, M. H. and Soltani, H. (2007) 'Evaluation of the efficiency of the railways of the Islamic Republic of Iran in comparison with the railways of Asian and Middle Eastern countries', *Economic Research*, (78), pp. 87–121. Available at: <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=64248> (in Persian).
- Rail Talent. (2014) A Rail University- New Delhi recognises the importance of skills development withing the railway industry. Available at: <https://railtalent.org/> (Accessed: 7 January 2020).
- RRUKA. (2015) *Business Plan*. Available at: <http://www.rruka.org.uk/about-rruk-a/business-plan/> (Accessed: 7 January 2020).
- Sergiy and Tsykhmistro, C. V. (2013) 'Ukrainian National Cluster of Rail Education and Research'. *Transport & Logistics . 2013, Vol. 13 Issue 27, p1-9. 9p*. Available at: <http://www.sjf.tuke.sk/transportlogistics/wp-content/uploads/Tsykhmistro-Cheklov.pdf> (Accessed: 7 January 2020).
- *Statistical Annual Report For Experts, Islamic Republic of Iran Railway*. (2018) *Availabel*: Available at: <http://www.rai.ir/> (Accessed: 7 January 2020).



◀ **ملودی خادم‌ثامنی:** فارغ التحصیل مقطع دکترا از دانشکده عمران

دانشگاه ساوتهمپتون است. کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه تربیت مدرس و کارشناسی خود را در رشته مهندسی حمل و نقل ریلی از دانشگاه علم و صنعت ایران دریافت نموده است. وی از سال ۱۳۹۵ تا کنون عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران و از سال ۱۳۹۷ عضو هیئت مدیره انجمن آموزش مهندسی می‌باشد. زمینه‌های پژوهشی ایشان، مدیریت و سیاستگذاری حمل و نقل، ارزیابی کارایی و راه آهن پرسرعت است.



◀ **علی آشوری:** فارغ التحصیل مهندسی حمل و نقل ریلی از دانشکده

مهندسی راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران است. وی هم اکنون دانشجوی رشته مدیریت کسب و کار گرایش استراتژی در دانشکده مهندسی پیشرفت دانشگاه علم و صنعت می‌باشد. زمینه‌های پژوهشی ایشان حمل و نقل ریلی پرسرعت، برآورد تقاضا در حمل و نقل، بهبود فضای کسب و کار می‌باشد.