

شناسایی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در عملکرد حمل بار ریلی با استفاده از روش‌های تحلیل داده و داده کاوی؛ مطالعه‌ی موردی: راه آهن ایران



سبحان نظری
علی ثنائی
مهدی عبدالملکی



مقاله‌ی حاضر ازجمله مقالات پذیرفته و ارائه شده در بخش حمل و نقل بار نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک است که اسفندماه سال ۱۴۰۱ در تهران برگزار شد. در اینجا به دلیل محدودیت‌های موجود، فقط خلاصه‌ای از این مقاله ارائه شده است. چنان‌چه علاقه‌مند به دریافت و مطالعه‌ی متن کامل این مقاله هستید، لطفاً با دبیرخانه‌ی انجمن صنفی شرکت‌های حمل و نقل ریلی و خدمات وابسته تماس بگیرید.

این پژوهش به دنبال استخراج مهم‌ترین عوامل عملکردی در سیستم حمل و نقل ریلی باری در ایران، از طریق تحلیل داده‌های ثبت شده طی یک دهه گذشته است. از این رو، برای دستیابی به جواب مسأله، از دو روش «همبستگی» و «حذف ویژگی بازگشتی» استفاده شده است. عوامل عملکردی مورد استفاده در این پژوهش، با در نظر گرفتن اطلاعات در دسترس و صحت آمار موجود، به شرح زیر انتخاب شده‌اند: طول بهسازی خطوط، طول بازسازی خطوط، طول خطوط اصلی، طول خطوط صنعتی، طول خطوط فرعی، تعداد کل واگن باری، تعداد واگن باری در سرویس، تعداد کل لکوموتیو در سرویس، تعداد لکوموتیو باری در سرویس، تعداد تعمیرات ویژه، تعداد نیروی انسانی شرکت راه آهن ج.ا.ا. همچنین؛ شاخص‌های اساسی پایش عملکردی در صنعت ریلی ایران شامل «تن کیلومتر بار خالص ریلی» و «تناژ بار خالص ریلی» در این پژوهش به عنوان دو شاخص اصلی عملکردی در نظر گرفته شده‌اند. در نهایت، به منظور استخراج مؤثرترین عوامل عملکردی مدنظر به عنوان جواب مسأله، جواب‌های به دست آمده از روش اول (رتبه‌بندی به دست آمده‌ی عوامل بر اساس روش همبستگی) و روش دوم (رتبه‌بندی به دست آمده‌ی عوامل بر اساس روش حذف ویژگی بازگشتی)، از طریق میانگین گیری ساده ادغام شده و مهم‌ترین عوامل عملکردی مسأله، مطابق جدول زیر به دست آمده است:

هزینه‌ی اولیه‌ی سرمایه‌گذاری برای حمل و نقل ریلی سنگین است و در بیشتر کشورها، دولت‌ها زیرساخت ریلی را ایجاد می‌کنند. سرمایه‌گذاری در ناوگان ریلی نیز بسته به نوع ساختار راه آهن کشورها به وسیله‌ی بخش دولتی (مثلاً؛ در روسیه، چین و هند) یا بخش خصوصی (مثلاً؛ در ایالات متحده‌ی آمریکا، انگلستان، ژاپن و ایران) انجام می‌شود. بدیهی است که بهره‌وری و کارایی چنین صنعتی که نیازمند سرمایه‌گذاری هنگفت است، باید تا حد ممکن، بالا باشد تا از هدررفت منابع جلوگیری شود. بنابراین؛ پایش عملکرد در صنعت حمل و نقل ریلی و ارائه‌ی راهکارهایی برای بهبود آن بسیار ضروری به نظر می‌رسد. عملکرد، یک مفهوم جامع است که جنبه‌های مختلفی از قبیل در دسترس بودن، قابلیت اطمینان و به موقع انجام شدن امور را شامل می‌شود. سنجش عملکرد در صنایع و کسب و کارهای مختلف به منظور پایش شرایط موجود و بهبود برنامه‌های آتی انجام می‌شود. هدف اصلی از ارزیابی عملکرد در صنعت حمل و نقل ریلی، برآورد ظرفیت این صنعت به منظور حمل بار و مسافر به اندازه‌ی تقاضای موجود است. باید توجه داشت که به دلیل پیچیدگی‌های موجود در مدیریت سیستم حمل و نقل ریلی، بسیاری از منابع و ظرفیت‌های موجود به صورت بهینه مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

رتبه‌ی ۱	رتبه‌ی ۲	رتبه‌ی ۳	رتبه‌ی ۴	رتبه‌ی ۵
رتبه‌بندی نهایی بر اساس ادغام شاخص‌ها	تعداد پرسنل	تعداد واگن باری در سرویس	تعداد لکوموتیو باری در سرویس	تعداد تعمیرات ویژه طول خطوط اصلی
رتبه‌بندی نهایی بر اساس شاخص تن-کیلومتر بار خالص حمل شده	تعداد پرسنل	تعداد واگن باری در سرویس	تعداد تعمیرات ویژه در سرویس	طول خطوط اصلی
رتبه‌بندی نهایی بر اساس شاخص تناژ- بار خالص حمل شده	تعداد پرسنل	تعداد واگن باری در سرویس	تعداد لکوموتیو باری در سرویس	تعداد تعمیرات ویژه

واگن‌های در سرویس خواهد شد. از طرفی دیگر، انجام ندادن درست و به‌موقع این تعمیرات، احتمال رخداد سوانح ریلی با اثرات شدیدتر را به‌همراه خواهد داشت. در نتیجه؛ برای برقراری تعادل مابین خواب واگن و انجام صحیح تعمیرات ویژه، توجه به موارد زیر الزامی است:

- توجه به انجام درست تعمیرات اساسی واگن‌ها (تعمیرات دوره‌ای)
- بابت کاهش آمار تعمیرات ویژه
- استفاده از قطعات و لوازم باکیفیت در فرآیند انجام عملیات تعمیرات (ویژه و اساسی)
- لزوم توجه به انجام صحیح تعمیرات و نگهداری خطوط ریلی، به‌عنوان بستر حرکت قطار و یکی از عوامل اصلی بروز خرابی واگن‌ها
- توجه به اهمیت بخش نظارت بر ناوگان نواحی ریلی (مأموران پست بازدید قطار) در انجام صحیح وظایف محوله

مؤثرترین عامل عملکردی به دست آمده، عامل «تعداد پرسنل» است. در تحلیل این نتیجه می‌توان چنین عنوان کرد؛ مطابق نمودار زیر که نشان دهنده‌ی رابطه‌ی وابستگی بین چگالی نیروی کار به ازای واحد مکانی یک واحد تولیدی و بهره‌وری تولید است، برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری در یک سیستم، بایستی توجه ویژه‌ای به تعداد پرسنل در آن سیستم داشت و الزاما نیروی کار بیشتر، به معنای بهره‌وری و تولید بیشتر نیست؛ بلکه افزایش تعداد نیروی کاری تا نقطه‌ی ۲ (نقطه‌ی بهینه)، باعث افزایش بهره‌وری می‌شود و از آن نقطه به بعد، به ازای هر واحد افزایش نیروی کار، با کاهش بهره‌وری مواجه هستیم؛ از طرفی دیگر، در صورت حرکت از سمت نقطه‌ی ۳ به سمت نقطه‌ی ۲، بهره‌وری تولید افزایش می‌یابد.

از دیگر عوامل مؤثر بر شاخص‌های عملکردی عبارت‌اند از: تعداد واگن باری در سرویس، تعداد لکوموتیو باری در سرویس و طول خطوط اصلی. در این خصوص می‌توان بیان کرد که این سه عامل از اجزای اساسی سیستم حمل‌ونقل ریلی است که در شرایط غیر بحرانی عملیاتی (ضعف شدید در یکی از این سه عامل)، اثرگذاری هریک از این عوامل بر روی عملکرد ریلی، به رشد سایر این عوامل بستگی دارد؛ به‌گونه‌ای که رشد و توسعه‌ی یکی از این سه عامل، در صورت توسعه نیافتن سایر این عوامل، بهبود چندانی در رشد عملکرد ریلی ایجاد نخواهد کرد. از طرفی دیگر، افت شدید در هریک از این عوامل، موجب تضعیف عملکرد سیستم ریلی خواهد شد.

همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود، طی دو سال آخر بازه‌ی زمانی با رشد عوامل «تعداد کل واگن در سرویس» و «طول خطوط اصلی» روبه‌رو هستیم؛ اما نمودار مربوط به تعداد لکوموتیو باری در سرویس، از ابتدای ناحیه‌ی بحرانی نمودار زیر، با روند نزولی مواجه است که این پدیده موجب کاهش شدید شاخص‌های حمل، بار شده است.

از طرفی، افزایش تعداد تعمیرات ویژه و واگن‌ها و در ادامه‌ی آن، افزایش مجموع زمان خواب واگن‌ها بر اثر این تعمیرات، موجب کاهش آمادۀ به‌کاری واگن‌های موجود و در نتیجه موجب کاهش تعداد

