فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱٤، شماره ۳، بهار ۱٤۰۲، ص. ۲۸٤۱-۲۸۲۵

مقاله علمی-پژوهشی

بکارگیری هوش مصنوعی در شرکت حمل و نقل چند وجهی مپنا در راستای یافتن بار بهینه ریلی

حمیدرضا سلمانی مجاوری، پژوهشگر پسادکتری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

عباس طلوعی اشلقی (مسئول مکاتبات)، استاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

E-mail: toloie@gmail.com

دریافت: ۱٤۰۱/۱۰/۰٤ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۱/۰٤

چکیده

گسترش روزافزون تقاضا در حوزه حمل و نقل ریلی باری و رقابتی بودن قیمت حمل کالا و کرایه حمل ریلی نسبت به سایر شقوق حمل و نقل در کشور یکی از مهمترین دلایل ضروری در توسعه و سرمایه گذاری هرچه بیشتر در این بخش از حمل و نقل است. معیارهای متفاوتی در حوزه حمل بار ریلی، چه از سوی صاحبان کالا و چه از سوی شرکتهای حمل و نقل ریلی و دارای مجوز صدور بارنامه ریلی، در سالهای اخیر مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی از این مقاله، بکارگیری هوش مصنوعی در شرکت حمل و نقل چند وجهی مپنا بعنوان یکی از شرکتهای مهم در عرصه حمل کالای ریلی، در راستای یافتن بار بهینه است. در این مقاله پیاده‌سازی شبکه های عصبی مصنوعی چند لایه و تشریح کدهای پیاده‌سازی ،از طریق زبان برنامه‌نویسی پایتون، انجام شده وپس از ارزیابی و تنظیم پارامترهای مدل، وزن‌های شبکه به وسیله کتابخانه pickle ذخیره سازی گشت که از این وزن‌ها می‌توان برای تخمین داده‌های جدید استفاده کرد. پس از بررسی ۸۹۲۷۵ بارنامه موجود در حوزه شبکه ریلی کشور، اطلاعات بارنامه های ذکر شده به برنامه شبیه سازی شده وارد گردید که فرمول اصلی آن توسط خبرگان صنعت و کارشناسان راه آهن فرموله گردیده بود. نتایج، بارهای بهینه ریلی از میان بارنامه های صادر شده از حیث درآمد بیشتر و هزینه های کمتر، نشان می دهد.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، حمل و نقل ریلی باری، بار بهینه، شرکت حمل و نقل چند وجهی مپنا

۱. مقدمه

امروزه، بخش حمل ونقل یکی از مهمترین رکن زیربنایی هر اقتصادی است که فرآیند توسعه را تحت تاثیر قرار می دهد. حمل و نقل، با ایفای نقش رابط در بازار مصرف، به مثابه پایه های پلی است که بخشهای مختلف جوامع با عبور از روی آن، به سمت توسعه پایدار حرکت می کنند[Babazadeh ,Ghadimi and Mohseni, 2009].

در این فرآیند توسعه ای که شامل ابعاد مختلفی چون ابعاد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است، همواره رابطه مستقیم و موثری میان توسعه عملیات حمل و نقل و رسیدن به نرخ رشد اقتصادی پایدار وجود داشته است. به عبارت دیگر اگر تولید ناخالص داخلی یک کشور افزایش یابد، قطعا میزان ارزش افزوده بخش حمل و نقل نیز افزایش یافته است. صنعت حمل و نقل به دلیل ماهیت پراکنده و سطح اهمیت ویژه، بعنوان مهمترین حلقه اتصال میان تولید کننده و صنایع مختلف است. این میزان از اهمیت به موقعیتی رسیده است که اقتصاد دانان از حمل و نقل بعنوان محور اصلی توسعه پایدار یاد می کنند. توجه به حمل ونقل به عنوان یک جزء لاینفک از زندگی انسان و به دلیل اندرکنش همه جانبه ای که با ابعاد کلیدی جامعه دارد، در بسیاری از پژوهش هایی که در زمینه پایداری انجام گرفته، ظاهر شده است[Rasafi and Zarabadi, 2009].

در این میان حمل و نقل ریلی به عنوان شیوهای ایمن، پاک و کم مصرف در میان شیوه های دیگر شناخته میشود. یکی از مزایای مهم حمل و نقل ریلی برای توسعه اقتصادی، تسهیل دسترسی تولید کنندگان کشورهای درحال توسعه به مواد خام، کالاهای واسط های و سایر منابع و نیز ارسال محصولات خود به بازارها با قیمت های مناسب است. راه آهنی که خوب اداره شود خدمات مورد نیاز بسیاری از صنایع سنگین کشور را با هزینه های بسیار کمتر از حمل و نقل جاده ای تأمین می کند.بنابراین حمل و نقل ریلی می تواند باعث تسهیل تجارت، ایجاد اقتصاد مقیاس، تخصصی شدن اقتصاد و رشد اقتصادی فزاینده شود[Jarašu and Cižiuniene,2021]. بعنوان یکی از شاخصهای مهم بهره وری در حمل ونقل ریلی میتوان به بهره وری واگنهای باری و مسافری اشاره کرد که به ترتیب از تقسیم تن کیلومتر بار حمل شده بر تعداد واگن باری و مسافرکیلومتر جابه جا شده بر تعداد واگن مسافری حاصل میشود [Yang et al., 2021]. تعداد واگنهای باری طی سالهای گذشته با سرمایه گذاری بخش خصوصی رشد داشته است، اما بنا به دلایلی مانند استفاده نکردن از دانش و فناوری روز دنیا در مدیریت و برنامه ریزی سیر و حرکت راه آهن، یارانه هنگفت سوخت که منجر به جذب بار به بخش جادهای شده، همچنین ضعف در تعمیر و نگهداری لوکوموتیوها، به ویژه در سالهای اخیر که سبب کاهش شدید تعداد لوکوموتیوهای آماده به کار شده است، زمینه تشدید افت بهره وری نازل واگنهای باری پدیدار شده است [Vasudevan et al, 2020].

برای نمونه، طی سال ۲۰۲۱ میلادی، هر واگن باری در ایران به طور متوسط ۱/۲٤ میلیون تن کیلومتر بار حمل کرده است که تقریبا نصف بهره وری واگنهای باری چین، هند و روسیه بوده است. علاوه بر موارد فوق لازم به ذکر است که سهم شیوه ریلی از مجموع بار حمل شده جاده ای و ریلی در ایران حدود ۱۰ درصد، در چین و هند بیشتر از ۳۰ درصد و در روسیه ۹۰ درصد است. متأسفانه به دلایل اشاره شده، روند بهره وری واگنهای باری ایران طی سالهای اخیر نزولی بوده است. به نحوی که در سه ماهه نخست سال ۱٤۰۱متوسط بهره وری ماهیانه واگنهای باری ۱۳/۵ درصد نسبت به مدت مشابه سال ۱٤۰۰ و ۲٤/۸ درصد نسبت به مدت مشابه سال ۱۳۹۹ افت داشته است[Nazari, 2022].

علاوه بر موارد فوق حمل و نقل ریلی باری می تواند فواید دیگری همچون فواید اجتماعی ایجاد کند که اثرات بسیاری برای دولتمردان به ویژه در زمینه های ایمنی حمل و نقل و کاهش تلفات، مسائل زیست محیطی و کاهش اثرات مربوط به گازهای گلخانه ای دارد[Niestadt et al.,2019] خطوط

ریلی در ایران در حدود ۱۶۰۰۰ کیلومتر است. در بخش واگن ها نیز درحال حاضر، حدود ۲۷ هزار واگن باری در شبکه ریلی موجود است که مالکیت تمامی این واگن ها در اختیار بخش خصوصی قرار گرفته است. لذا مهم ترین موضوعی که برای بخش خصوصی اهمیت ویژه ای دارد، میزان سیر واگن ها در شبکه است. سیر واگن ها و برنامه ریزی سیر توسط راه آهن دولتی انجام می شود و شرکت های خصوصی نقشی در سیر ندارند و صرفاً برنامه خود را برای راه آهن ارسال می کنند تا راه آهن نسبت به سیر واگن ها تصمیم گیری نماید [Institutional map of the actors of the rail transport industry2018].

حمل و نقل چند وجهی بخشی از متعلقات "اقتصاد کلان" در زیر بخش "صنعت حمل و نقل" است و در ماهیت خود، یک "نوآوری" درنوع بهره برداری از"روش های متنوع حمل و نقل" است [Yin and Cheng,2020]. در این نوآوری، آنچه که قابل توجه است، برنامه ریزی برای استفاده کامل تر، مجموعه ای تر و مناسب تر با نیاز جامعه هدف و صرفه جویی دربسیاری از فرایند های هزینه بر در نوع استفاده از زیر ساخت ها و امکانات متعلق به "روش های حمل و نقلی دریایی، ریلی و هوایی" است [Pappaterra et al.,2021] . به عبارتی، روش نظام مند حمل و نقل چند وجهی سبب می شود تا ازهزینه های سربار کاسته شده و کالا با ضریب بال از مبدا حمل، به صورت"یکدست"به مقصد مورد نظر رسد [Zare and Rahmani moghadam,2013].

۲. معرفی شرکت حمل و نقل چند وجهی مپنا

شرکت حمل و نقل چندوجهی مپنا، با هدف فعالیت در زمینه کسب و کار حمل و نقل ترکیبی با اولویت حمل ریلی در سال ۱۳۹۹ تاسیس گردیده است. این شرکت با سرمایه گذاری در حوزه تامین انواع لوکوموتیو و واگن و تجهیز امکانات سخت افزاری و نرم افزاری در خدمات مهندسی لجستیک بار، فعالیت خود را آغاز نموده و با استفاده از زیرساخت های دیجیتالی و بسترهای نوین فناوری اطلاعات، انجام کلیه امور حمل و نقل بار داخلی، ترانزیت به فعالیت خود ادامه می دهد. شرکت حمل‌ونقل چندوجهی مپنا با هدف فعالیت در تکمیل چرخه کسب‌وکار حمل‌ونقل ریلی، در تأمین (خرید و اجاره) لوکوموتیو و واگن و تجهیز امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در خدمات لجستیک بار سرمایه‌گذاری کرده و تلاش دارد با استفاده از زیرساخت‌های دیجیتال در سهم بازار حمل‌ونقل بار زمینی (داخلی و بین‌المللی) مشارکت کند.این شرکت مسئولیت ایجاد شرکت لجستیک و چندوجهی حمل‌ونقل بار (جاده‌ای، ریلی و دریایی) را به منظور توسعه و انجام امور جابه‌جایی حمل‌ونقل بار داخلی و بین‌المللی برعهده دارد[mapnagroup.com].

۳. ادبیات و پیشینه پژوهش

در ایران شرکت های حمل و نقل بین المللی، طبق آیین نامه مربوطه تاسیس و فعالیت آنها انحصارا فعالیت فورواردری و کریری مرتبط با بندهای خاص اساسنامه، تعریف می گردد. در گزینه حمل و نقل چند وجهی، شرکت حمل و نقل بین المللی به عنوان فورواردر، مدیریت حمل را به عهده می گیرد. این نوع شرکت ها با اخذ مجوزهای کریری اعم از ریلی، دریایی، زمینی و هوایی به فعالیت خود ادامه می دهند.اغلب این شرکت ها با موضوعاتی نظیر خدمات بنادر خشک، خدمات دریایی و بندری، پایانه های مرزی کریدورهای ترانزیت داخلی و خارجی و نیز شرایط حمل و نقل بین الملل کالا در کشورهای دیگر آشنایی کامل دارند. با توجه به این، شرکت ها می تواند تعهد حمل بار به صورت یکپارچه از مبدا تا مقصد و تحویل به مشتری نهایی را متقبل شده و در امنیت کامل، حمل کالا را مدیریت کرده و به مقصد نهایی برسانند.

عرضه و تقاضای حمل و نقل متاثر از عواملی ذیل هستند:

۱. شرایط جغرافیایی

۲. شرایط اجتماعی –اقتصادی

۳. شرایط سیاسی –اداری

٤. شرایط فناوری

با توجه به موارد فوق، شرکت های حمل و نقل بین المللی(فعالیت فورواردری) بهترین نوع ترکیب روش های گوناگون حمل را انتخاب کرده و در نهایت باعث بهینه شدن کل چرخه حمل و نقل شده و بهره وری کل زنجیره را افزایش می دهند[Khakipour and Nazarpour,2012].

حمل و نقل چند وجهی ، بهترین شیوه بهره برداری از واحد های حمل و نقل و امکانات زیر بنایی موجود درمقابل هزینه های رو به افزایش چه در مورد دستمزد و چه سرمایه گذاری ها امکان پذیر می سازد. این امر توسعه سرمایه گذاری های متمرکز را نیز تشویق می نماید. با استفاده از سیستم حمل و نقل عبوری، تهیه و کنترل اسناد، تعرفه ها، مسئولیت ها و غیره بسیار سهل می شود و این امر به نوبه خود مزایایی در فاینانس و بیمه محمولات صادراتی عرضه می دارد. ترانزیت سریع تر کالا ها منجر به پرداخت و دریافت سریع تر کالا و هزینه های حمل می شود[Jafari Nejhad,2009].

هزینه نسبتاً پایین سیستم حمل و نقل ترکیبی، بهترین چشم انداز را برای بهره برداری منابع نوید می دهد. توانایی ها و قابلیت های سیستم های ترکیبی، نمای خوبی برای و توسعه بازار های صادراتی شرکت های کشتیرانی می دهد. کالا هایی که با استفاده از سیستم های ترکیبی حمل می شوند، معمولاً در شرایط از طریق سنتی، به دست مصرف کننده می رسند. این امر مزیتی در اختیار مؤسسات حمل و نقل قرار می دهد. حمل و نقل مکمل اقتصادی است و بنابراین در رقابت جهانی برای انتقال محصولات از مبدأ به مقصد یک اولویت است. انعطاف پذیری، سرعت و قابلیت اطمینان از جمله مزایای این نوع حمل ونقل است. حمل و نقل هدایت منطقی کالا ها، ذخیره سازی ایمن، بارگیری آسان و روان کشتی ها، واگن های ریلی، کامیون ها و جلوگیری از خسارت ها، کسری و بالاخره قیمت مناسب از دیگر مزایای حمل و نقل چند وجهی است.

امروزه به طور گسترده پذیرفته شده است که هوش مصنوعی (AI) به طور قابل توجهی بر تعداد زیادی از حوزه ها از جمله حوزه ریلی تأثیر گذار است. در ادامه به برخی از تحقیقات در حوزه مطالعه حاضر اشاره می شود که به تشریح برخی از آنها می پردازیم.

مقاله ای مشترک میان محققین کشورهای ایتالیا، انگلیس، هلند، سوئد و چین در سال ۲۰۲۲ بر روی مروری ادبیات سیستماتیک از وضعیت فعلی هوش مصنوعی در حمل‌ونقل ریلی ارائه شده است. به طور خاص، مقالات از دیدگاه کل‌نگر راه‌آهن مورد تجزیه و تحلیل و بحث قرار گرفته است که زیر حوزه‌هایی مانند نگهداری و بازرسی، برنامه‌ریزی و مدیریت، ایمنی و امنیت، سیر و کنترل مستقل، مدیریت درآمد، سیاست حمل‌ونقل و تحرک مسافر را پوشش می‌دهد. این بررسی گامی اولیه به سمت شکل‌دهی نقش هوش مصنوعی در ساختار های راه‌آهن‌های نسل آینده است و خلاصه‌ای از تمرکز فعلی تحقیقات هوش مصنوعی مرتبط با حمل‌ونقل ریلی را ارائه می کند. در این پژوهش حدود ۱۳۹ مقاله علمی را در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا دسامبر ۲۰۲۰ مورد بررسی گرفت. یافته ها نشان می دهد که تلاش‌های عمده تحقیقاتی در راستای استفاده هوش مصنوعی به منظور نگهداری و بازرسی حوزه های راه‌آهن است در حالیکه تحقیقات بسیار محدودی در مورد کاربرد هوش مصنوعی به منظور سیاست گذاری حوزه حمل‌ونقل ریلی و کسب درآمد انجام گردیده است. برنامه های کاربردی هوش مصنوعی بسیار امیدوارکننده بوده و اکثر آنها تمایل دارند به عنوان یک تغییر دهنده بازی در مقابله با چالش های متعدد راه آهن عمل کنند. با این حال، در حال حاضر، تحقیقات هوش مصنوعی در راه آهن هنوز در مراحل اولیه است. تحقیقات آینده را می توان در جهت توسعه برنامه های کاربردی ترکیبی پیشرفته هوش مصنوعی (به عنوان مثال بهینه

سازی)، استفاده از هوش مصنوعی در تصمیم گیری، مقابله با عدم قطعیت ها و مقابله با چالش های جدید امنیت سایبری در نظر داشت[Tang et al,2022] .

تحقیقی با عنوان بهینه سازی مسئله تخصیص ناوگان، مسیریابی و سوخت گیری در حمل و نقل دریایی بعنوان یک مسئله حمل ونقل دریایی لاینر، تصمیمات مربوط به انتخاب ناوگان، تعیین مسیر بهینه هر شناور، انتخاب سرعت حرکت آن بین بنادر مختلف و سیاست سوخت گیری مربوطه در شرایط عدم قطعیت قیمت و مصرف سوخت به صورت یکپارچه اتخاذ می شود، موردمطالعه قرارگرفته است. وجود وابستگی سوخت گیری به مسیریابی و تخصیص با توجه به نیاز به سوخت گیری در طی مسیر کشتی اهمیت و ضرورت بررسی این دو موضوع به صورت یکپارچه را فراهم می سازد. بدین منظور مدل برنامه ریزی تصادفی عدد صحیح خطی بارویکرد مبتنی بر سناریو توسعه داده شده است. حل و تجزیه وتحلیل های مربوطه در خصوص نمونه مسائل مختلف و مزیت های رویکرد یکپارچه و تصادفی بر حالتی که پارامترهای مدل قطعی فرض می شود؛ از طریق شبیه سازی و دیگر روش ها نشان داده است [Lashgari and Akbari,2020].

پژوهشی در سال ۲۰۲۲ در چین صورت پذیرفت که در آن به توسعه سریع راه آهن پرسرعت چین پرداخته و اشاره می نماید که شبکه ریلی آن کشور به طور مداوم بهبود می یابد و تقاضا برای تدارکات راه آهن در حال افزایش است. بهره برداری از خط متقابل راه آهن نقش مهمی در حمل و نقل لجستیک ایفا می کند. پیچیدگی ساختار خط شبکه راه ها باعث می شود مسیرهای بین ایستگاه ها دیگر منحصر به فرد نبوده و انتخاب مسیرهای حرکت قطار روند توسعه ای و متنوعی را طی می کند، این تحقیق دارای ارزش تحقیقاتی و اهمیت عملی برای بهینه سازی خطوط متقاطع است. این مطالعه مسیرهای بهینه‌سازی شده را بر اساس پیش‌بینی میزان ترافیک و شبکه مسیرهای موجود، عمل نموده و سرعت هر مسیر در زمان‌های مختلف روز، محاسبه و شناسایی می نماید. بر اساس تجزیه و تحلیل عوامل تأثیرگذار، یک مدل پیش‌بینی سرعت برای لجستیک راه‌آهن با تکیه بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین ساخته و یک الگوریتم کلونی مورچگان به منظور همبستگی نتایج میان پیش‌بینی سرعت و بهینه‌سازی مسیر طراحی شده است[Cao,2022].

درمطالعه ای در سال ۲۰۱۹، زمان سفر حمل‌ونقل چندوجهی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین ExtraTrees، AdaBoost و SVR پیش‌بینی گردید. در بین سه الگوریتم یادگیری ماشینی کاربردی، SVR بهترین عملکرد را در تخمین زمان سفر به دست آورد. مدل SVR، رویکردهای مبتنی بر میانگین، عملکرد بهتری دارد. این مطالعه نشان داد که چگونه در دسترس بودن داده‌ها بر پیش‌بینی‌ها تأثیر می‌گذارد. مضافا، این رویکرد باید بیشتر بر روی روابط بیرونی حمل و نقل اعمال شود، زیرا رفتار زمانی حمل و نقل می تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال، AdaBoost و ExtraTrees یک امتیاز مهم برای فیلتر کردن ویژگی‌های بی‌اهمیت ارائه می‌کنند. در این روشها منابع داده ای بیشتر همانند آب و هوا، نیز می تواند مورد ارزیابی قرار گیرد، زیرا حمل و نقل دریایی بسیار به شرایط آب و هوایی در دریای آزاد بستگی دارد. از آنجایی که دقت پیش‌بینی زمان حمل‌ونقل چندوجهی به شدت به مسیر بستگی دارد، در کنار این، روش هایی می‌توانند برای پیش‌بینی مسیرهای آتی پیاده‌سازی گردند. نتیجه پیش‌بینی ها می‌تواند به عنوان یک ویژگی برای پیش‌بینی زمان سفر اصلی اضافه شود. در این مقاله پیشنهاد می گردد یک معماری و زیرساخت مناسب برای تولید، جمع‌آوری و پردازش داده‌ها، تعریف گردد. یک چالش بزرگ از این واقعیت ناشی می شود که داده ها به صورت محلی تولید می شوند و باید در فواصل زیاد منتقل شوند. این داده ها به صورت دسته ای دریافت ولی به طور بالقوه شامل تمام داده ای یک واحد نمی شوند. این واقعیت، پیش پردازش داده ها را پیچیده تر می کند. چالش دیگر،

آموزش مجدد مدل بر اساس داده های تکمیل شده جدید در یک فرآیند تکراری خواهد بود.[Servos et al,2019] .

در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۲۱ در آلمان، دلایل مختلف تاخیر قطارها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به میزان کل تأخیری که یک قطار خاص در یک ایستگاه خاص ایجاد می‌کند، تأخیرهای اولیه از تأخیرهای ثانویه که ناشی از تأخیرهای ناگهانی هستند، تشخیص داده می شود. این رویکرد یک مدل یادگیری ماشین ML است که تأخیر اضافی یک قطار را با توجه به مجموعه‌ای از ویژگی‌های اولیه مانند آب‌وهوا و ویژگی‌های ثانویه مانند تأخیر قطارهای نزدیکتر، پیش‌بینی می کند. روش‌های هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به طبقه‌بندی ویژگی‌های اولیه و ثانویه در پیش‌بینی خاصی از مدل کمک می کنند. علاوه بر این، روش جدید برای استفاده از شبیه‌سازی راه‌آهن آلمان پیشنهاد گردید.[R¨oßler et al, 2021].

در تحقیقی با عنوان حل مسئله پویای تعیین اندازه ناوگان واگن های باری با استفاده از یک الگوریتم فراابتکاری ترکیبی با ارائه یک روش حل کارا برای بهینه سازی مسئله تعیین اندازه ناوگان واگن های باری در راه آهن ارائه شده است. مدل حل شده یک مسئله چند پریودی و پویا بوده و تقاضای واگن و زمان سیر به صورت قطعی در نظر گرفته شده است. استفاده از واگن های خالی در مدل مورد توجه واقع شده است که این امر منجر به کاهش حجم زیادی از تعداد ناوگان و هزینه ها می شود. همچنین مدل، اطلاعاتی نظیر تقاضاهای پاسخ داده نشده، تعداد واگن های مستقر در هر ایستگاه و تعداد واگن های پر و خالی در حال سیر را تعیین می کند. رویکرد ارایه شده برای حل این مسئله، ترکیب الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تبرید شبیه سازی شده است. برای تعیین مقادیر بهینه ناوگان در ابتدای دوره برنامه ریزی و درهرایستگاه از الگوریتم ژنتیک و برای تخصیص واگن ها به تقاضاها در طول دوره برنامه ریزی از الگوریتم تبرید شبیه سازی شده، استفاده گردیده است. همچنین برای ارزیابی عملکرد روش حل ارایه شده، مقایسه ای بین جواب های حاصل از الگوریتم پیشنهادی با جوا ب های قطعی حاصل از نرم افزار بهینه سازی CPLEX انجام شده است. نتایج به دست آمده، بر کیفیت خوب جواب ها و صرفه جویی مناسب در زمان حل، تاکید دارند [Yaghini and Khandaghabadi,2011].

پروژه هوشمندسازی لوکوموتیو GM نیز پروژه ای دیگری است که جهت توسعه فناوری ساخت نمونه نیمه صنعتی فناوری دیجیتالی جهت هوشمندسازی لوکوموتیو GM و افزایش بهره وری در حال اجرا بوده است. با استفاده از دیجیتال سازی، قطارهای مورد استفاده در حمل ونقل ریلی کشور هوشمند خواهد گشت. این پروژه ها با هدف مدیریت هوشمند عیب یابی، آلارمینگ به منظور افزایش بهره وری،کاهش خرابیها و اقدامات پیشگیرانه و تعمیر و نگهداری هوشمند اجرایی میشود.علاوه بر مورد فوق سامانه هوشمند جامع مدیریت یکپارچه حمل بار در کشور نیز از دیگر پروژه های ستاد توسعه فناوری های حوزه فضایی و حمل و نقل پیشرفته است. حمل و نقل بار را میتوان شریان حیاتی اقتصاد جهانی نامید؛ به این معنا که تمامی تولیدکنندگان برای ارسال کاالی خود به دست مصرف کنندگان و بازارها، نیازمند حمل کالاهای خود هستند. در این راستا، ستاد حمل و نقل پروژه ای جهت افزایش بهره وری حمل و نقل بار از طریق یکپارچه سازی فرایند اخذ مجوز و توسعه فناوریهای نوین تعریف نموده است.

[Intelligent Transportation Magazine,2021].

پزوهشی دیگر با عنوان تعیین، تعریف و اندازه گیری شاخص های بهره وری در واگن های باری به منظور برنامه ریزی برای بهبود آنها با ارائه مدلی به اندازه گیری و بررسی چندین شاخص بهره وری طی سال های گذشته پرداخته و پنج شاخص بهره وری در نظر گرفته شده و با در نظر گرفتن اطلاعات عملکرد راه آهن طی سال های ۱۳۷۰الی۱۳۸۳ روند

کلی بهره وری تعیین و مورد تحلیل قرارگرفته و در نهایت با استفاده از نتایج حاصله، پیشنهاداتی برای افزایش بهره وری راه آهن جمهوری اسلامی ایران ارائه شده است.
[Movhedi and Todarbari,2006].

درپژوهشی دیگر هدف نویسندگان، مسئله تعیین تعداد ناوگان، مشخص کردن تعداد بهینه هر نوع ناوگان در سیستم حمل و نقلی است، به نحوی که اهداف سیستم بهینه شوند. تاکنون این مسئله در زمینه حمل و نقل ریلی، با وجود اهداف مختلف در سیستمهای واقعی، به صورت تک هدفه همچنین با فرض همگونی در ناوگان بررسی شده است. با توجه به نظر کارشناسان راه آهن جمهوری اسلامی ایران، کاهش تعداد تأخیرات در پاسخگویی به تقاضاها در طول دوره برنامه ریزی، به عنوان تابع هدف دوم، از اهمیت بسیاری برخوردار است. مسئله حل شده پویا است و تقاضای واگن و زمان سیر به صورت قطعی است. پس از تعریف مسئله به صورت مدل ریاضی، نحوه محاسبه ضریب اهمیت هر تابع هدف با استفاده از نظر تعدادی از کارشناسان مرکز تحقیقات را ه آهن جمهوری اسلامی ایران و روش وزنی ارایه شده است. جهت حل مدل و یافتن جواب های پارتو، سه روش حل مبتنی بر الگوریتمهای ژنتیک، شبیه سازی تبرید و ترکیب آنها طراحی شده و پس از تنظیم پارامترهای آنها، مسئله برای سیستم حمل و نقل ریلی جمهوری اسلامی ایران به سه روش حل شده و نتایج مورد تحلیل قرار گرفته اند [Masihi and Mafakheri,2015].

و در نهایت مسئله تعیین اندازه ناوگان از مسائل مهم صنعت حمل و نقل و بسیار سخت و پیچیده است. در پژوهشی، یک مدل ریاضی برای مسئله پویای تعیین تعداد واگن های باری ریلی ارائه میشود که تا حد امکان شرایط و محدودیتهای دنیای واقعی را در بر دارد. در مدل ارائه شده تقاضای واگن و زمان سیر به صورت قطعی در نظر گرفته شده اند. از آنجا که در دنیای واقعی بیش از یک هدف وجود دارد بنابراین در این پژوهش تابع هدف دیگری جهت افزایش بهره وری در نظر گرفته شده است، که تعداد تاخیرات در پاسخگویی به تقاضاها را در طول دوره برنامه ریزی کاهش میدهد .مطابق با شرایط واقعی شبکه راه آهن، واگن های باری بصورت ناهمگون مد نظر قرار گرفته اند. همچنین در مدل ارائه شده برای اولین بار سه محدودیت ظرفیت وسیله نقلیه، ارسال وسیله نقلیه و ظرفیت خط در نظر گرفته شدهاست .تخصیص واگنهای خالی جهت افزایش بهره برداری از واگنهای موجود در شبکه و در نتیجه آن کاهش حجم زیادی از هزینه های تملک ناوگان و نگهداری مورد توجه واقع شده است. در این پژوهش پس از تعریف مسئله مدل ریاضی جهت یافتن جوابهای پارتو یک روش مبتنی بر رویکرد الگوریتم شبیه سازی تبرید چند هدفه ارائه شده است. در نهایت، یک مثال عددی برگرفته از صنعت حمل و نقل ریلی جمهوری اسلامی ایران حل و به بحث گذاشته شده است[Mafakheri et al.,2017].

۳-۱ نوآوری پژوهش حاضر در حوزه ریلی

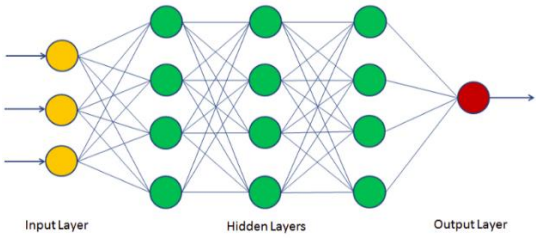
با توجه به فعالیت شرکت های در اکوسیستم ریلی و راه آهن جمهوری اسلامی ایران، رقابت این شرکت ها عمدتا در افزایش بهره وری، افزایش درآمد و کاهش هزینه های حمل بار و شبکه ریلی هست. نوآوری موجود در این مقاله(که در پژوهش های داخلی دارای سابقه چندانی نیست) در بدو امر تفکیک مشخصات بار بهینه ریلی از میان کلیه بارهای موجود در شبکه ریلی بوده و و در ادامه به شرکت های مالک واگن و لوکوموتیو برای انتخاب یا عدم انتخاب بارها بر اساس اطلاعات دریافتی مالی، بازرگانی و بارنامه ای، پیشنهاد بهینه را ارائه می دهد. با استفاده از این سیستم، شرکت ها از توان تحلیل مالی نسبت به پیش بینی سود دهی در خصوص برنامه انتخابی حمل کالا برخوردار بوده و مراقبت های لازم در این خصوص(سودآوری حداکثری) که همواره جزء لاینفک استراتژی نهایی هر شرکتی است را رعایت نماید. نوآوری مطالعات پیشین نیز عمدتا در حوزه بهینه یابی مسیر، بهینه یابی مصرف سوخت، نگرانی های مربوط به ایمنی کالا و مسافر، نیروی انسانی، زیرساخت،

بازرگانی، بهینه یابی ترکیب ناوگان و واگنها، حمل و نقل ترکیبی، مدیریت ترافیک ریلی، بهینه یابی زمان حرکت و سرعت تردد عملیات لجستیکی(حمل کالا و مسافر) و کاهش آلایندگی زیست محیطی است. پژوهش حاضر با در نظر گرفتن موارد فوق، معطوف به دیدگاه حاکمیت شرکتی و حداکثرسازی سود صاحبان سهام بر مبنای اصول استراتژیک سودآوری هست.

٤. روش شناسی تحقیق

از نظر هدف، این تحقیق یک تحقیق کاربردی است وروش آن پیمایشی از نوع مدل سازی کمی با استفاده از تکنیک هوش عصبی و از نوع شبکه های عصبی مصنوعی چند لایه است. در تمامی مدل‌های یادگیری ماشین (از جمله شبکه های عصبی مصنوعی چند لایه)، توابع واقعی (منظور از توابع واقعی در حوزه یادگیری ماشین، مدل خطی یا غیر خطی است که توسط این دسته از روش‌ها یاد گرفته می‌شود و برای تصمیم‌گیری در مورد در داده‌های ورودی، مورد استفاده قرار می‌گیرد) که قرار است توسط این روش‌ها مدل‌سازی و یاد گرفته شوند، به ندرت خطی هستند.

شبکه عصبی مصنوعی چند لایه (MLP) ساده ترین نوع شبکه عصبی مصنوعی است. این شبکه ترکیبی از چندین مدل پرسپترون است. پرسپترون ها از مغز انسان الهام گرفته و سعی می کنند عملکرد آن را برای حل مشکلات شبیه سازی کنند. در MLP، این پرسپترون ها به شدت بهم پیوسته و ماهیت موازی دارند. این موازی سازی در محاسبات سریعتر، مفید است. پرسپترون از یک لایه ورودی و یک لایه خروجی تشکیل شده است که به طور کامل به هم متصل هستند. MLP ها دارای لایه های ورودی و خروجی یکسان هستند اما ممکن است چندین لایه پنهان در بین آنها داشته باشند همانطور که در شکل ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱. شبکه عصبی چند لایه

از آنجایی که مدل نمایشی، نقشی حیاتی در تضمین عملکرد بهینه مدل‌های یادگیری ماشین خواهد داشت، با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، سیستم قادر خواهد بود مدل‌های نمایشی بسیار پیچیده و مبتنی بر داده‌های ورودی را یاد بگیرد. یکی از بخش‌های مهم طراحی یک مدل یادگیری ماشین، مهندسی ویژگی‌ها یا مشخص کردن بهترین ویژگی‌های ممکن برای تولید یک مدل بهینه است. ویژگی مهم شبکه های عصبی مصنوعی این است که به "مهندسان هوش مصنوعی"و "دانشمندان داده" این امکان را می‌دهند که بدون صرف کردن وقت و هزینه زیاد روی بخش مهندسی ویژگی‌ها، یک مدل نمایشی خوب از داده‌ها تولید و درکاربردهای مختلف مورد استفاده قرار دهند.بنابراین مطلب پیش رو از دو بخش اصلی تشکیل شده است:

۱. کدنویسی شبکه های عصبی مصنوعی چند لایه: در این بخش، نحوه تعریف توابع کمکی لازم برای پیاده‌سازی شبکه های عصبی مصنوعی چند لایه تشریح وکدهای پیاده‌سازی آن‌ها در"زبان برنامه‌نویسی پایتون" نمایش داده می شود.

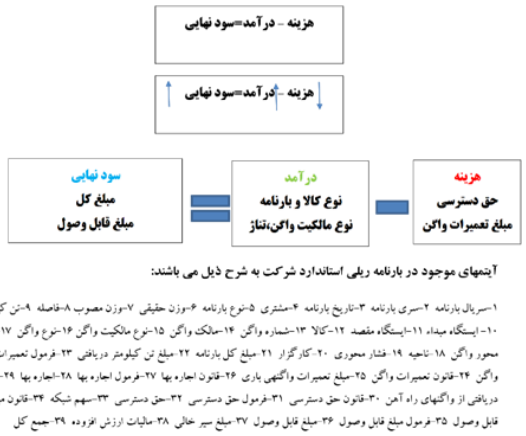
۲. کاربرد: در این بخش، از کدهای پیاده‌سازی شده در بخش قبل، برای توسعه یک سیستم "بازشناسی"استفاده می‌شود. از سیستم بازشناسی، برای سنجش عملکرد شبکه عصبی مصنوعی، استفاده می‌شود. چارچوب اجرایی پژوهش حاضر در شکل ۲ قابل ملاحظه است. بر این اساس پس از اخذ منابع اطلاعات از مراکز جمع آوری داده ها، داده ها طبقه بندی و وارد پلتفرم هوش مصنوعی می گردد. درخصوص اجرای پلتفرم، پس از اجرا نتایج بر اساس بار بهینه ریلی دسته بندی خواهد شد و علاوه بر آن سرریزهای دیگری نیز به همراه

خواهد داشت. در شکل بالا تلاش شده است تا تمامی موارد مورد پیش بینی امور شرکتی لحاظ گردد.

٤-١ فرموله نمودن بار بهینه ریلی از دیدگاه خبرگان و کارشناسان صنعت

پس از اخذ داده های شرکتی، در این مقطع می بایست تابع هدف بار بهینه ریلی شناسایی و عملیاتی گردد. مقصود از تابع هدف اینست که در این پژوهش بواسطه کمک گرفتن از هوش مصنوعی، چه هدفی می بایست تابع آن بهینه گردد؟ پس از جلسات متعدد با کارشناسان راه آهن جمهوری اسلامی ایران و شرکت های بخش خصوصی و دولتی، مصاحبه با مدیران عامل شرکتهای حمل و نقل ریلی باری، لوکوموتیوی و فورواردری باری، نتیجه و خروجی مفاهیم بار بهینه ریلی از دیدگاه حاکمیت شرکتی و حقوق صاحبان سهام، فرموله گردید و بواسطه اجماع خبرگان امر بعنوان تابع هدف و تابع بار بهینه ریلی(که اطلاعات آن در بارنامه ها موجود است) مورد استفاده قرار گرفت. همانطور که در شکل ۳ ملاحظه میفرمایید، تابع هدف مورد تایید خبرگان و اطلاعات مندرج در بارنامه نشان داده شده است. تابع هدف همان سودآوری حداکثری هست که از تفاضل درآمد حداکثری از هزینه های حداقلی بدست می آید. در این قسمت از آیتمهای درآمدی و هزینه ای موجود در بارنامه کمک گرفته شده است تا تابع هدف ماکزیمم گردد.

شکل ۲.چارچوب اجرای پژوهش حاضر



شکل ۳. فرمول بار بهینه ریلی از دید خبرگان

٤-۲ فرضیات و محدودیت های پژوهش

در خصوص مفروضات بکارگرفته شده در استفاده از هوش مصنوعی(یادگیری ماشینی) اساسا استفاده از آن در این پژوهش مبتنی بر موارد ذیل هست:

استفاده از حجم بالای اطلاعات(در این پژوهش بالغ بر ۳ میلیون داده است)، سرعت بالای یادگیری ماشینی و آموزش مداوم بواسطه حجم داده ها، کسب مهارت سیستم در اجرای تابع هدف متناسب با مقتضیات و واقعیات صنعت، خوشه بندی و حفظ مشتریان، عملیات بازرگانی هدفمند و ارائه سیستم توصیه کننده، داده کاوی و استخراج توابع بهینه، انتخاب پارامترهای موثر، پیش بینی برنامه های حمل آتی و محاسبه تقریبی سود و زیانی در هر حمل و ارائه سیستم پشتیبان تصمیم گیری.

این پژوهش دارای محدودیت هایی است که مهمترین موارد آنها شامل:کمبود مطالعات داخلی با موضوع پژوهش حاضر، عدم وجود اطلاعات رقبای صنعت حمل ریلی و نحوه قیمت گذاری فرآیند حمل رقبا، عدم انسجام و یکپارچگی در اطلاعات مربوط به بازار حمل کالا، اتصال دیر هنگام بخش های حاکمیتی به منظور تکمیل زنجیره ارزش حمل کالا، عدم تسلط اجزاء صنعت ریلی با کاربردها و کمک های هوش مصنوعی به این صنعت، عدم یکپارچگی حوزه حمل و نقل چند وجهی به این حوزه به منظور مدیریت هزینه های حمل کالا.

۵. یافته‌ها

پس از اخذ ۸۹۲۷۵ بارنامه شرکتی حوزه حمل ریلی کشور، مجموع کل داده ها معادل ۳,۲۹۲,۸٦۳ داده بوده است که در ٤۰ ستون، براساس اطلاعات موجود در یک بازه زمانی معین، طبقه بندی و ثبت گردیدند. پس از اخذ اطلاعات فوق، طی جلسات متعدد با خبرگان شرکت داری؛ و نیز خبرگان صنعت (حمل ریلی) و راه آهن جمهوری اسلامی ایران، مفهوم بار بهینه مطرح و با توجه به اطلاعات فوق به یک نظر واحد در خصوص طبقه بندی بار بهینه ریلی از زوایه دید خروجی های بارنامه، منتج گردید.مفهوم بار بهینه از دیدگاه این خبرگان به باری نسبت داده می شود که در نهایت بیشترین سود را نصیب صاحبان سهام می نماید. از این رو فرمولی طراحی گردیدکه درآن بیشترین میزان مبلغ قابل وصول که از آیتم های اصلی بارنامه است، ماکزیمم گردد .بدین منظور می بایست مبلغ بارنامه (که بر اساس تن کیلومتر، نوع کالا و نوع مالکیت واگن)هست ازهزینه های مربوطه یعنی حق دسترسی و مبلغ تعمیرات و نگهداری واگن ها کسر گردد. هدف و نظر نهایی خبرگان صنعت و شرکت داری، ماکزیمم سازی تابع فوق بوده چرا که اطلاعات آن دردسترس بوده و موید مطلوبیت بار بهینه ریلی است. در بررسی های بعمل آمده عوامل مهمی همچون تناژ بار، میزان تن-کیلومتر، نرخ حمل، تعداد واگن بارگیری شده برای حمل بار، میانگین روزانه تعداد واگنهای باری آماده به کار و در حال حرکت، میانگین روزانه تعداد لوکوموتیو آماده به کار و در حال گردش، میانگین مصرف سوخت گازوییل در مسیر، خطوط ریلی سالم و ناسالم در مسیر، ملاحظات فنی مسیر و واگنها، ماده ٦ و ماده ۹ قانون دسترسی آزاد به شبکه حمل و نقل ریلی، وزن و طول و ظرفیت واگنها، طول و ابعاد بارگیری شده، سرویسهای ارتباطی، توسعه و آموزش نیروی انسانی، امکانات تخلیه و بارگیری و بهبود زمان عملیات آن، عدم تلاقی

بار و مسافر در مدیریت شبکه، برنامه ریزی برای بارگیری در زمان برگشت مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر موارد فوق، بر اساس گزارش سالنامه آماری راه آهن آیتمهایی چون توقف لوکوموتیوها، تعمیرات و نگهداری واگنها و لوکوموتیو، مدیریت مانور، اتصال ریل به جاده، مدیریت کالای حمل شده، مسیر بهینه و مدیریت شبکه و تراقیک موارد تاثیر گذاری بیان گردیده است.

٦. برنامه‌نویسی به زبان پایتون

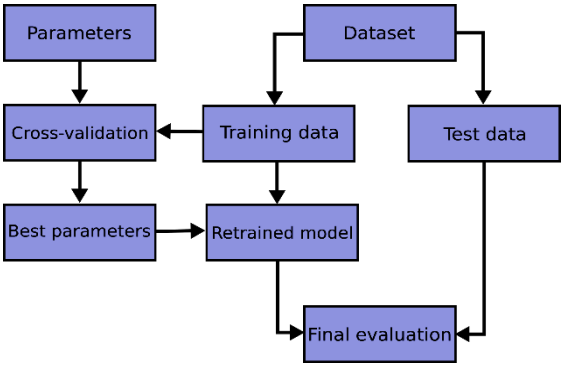
یافته ها و پیاده‌سازی مدل در زبان پایتون و در محیط "Jupyter notebook" انجام شده و از شبکه عصبی MLPبرای آموزش مدل استفاده شده است. پارامترهای آن با روش grid search و به شرح زیر تنظیم شده‌اند.

Activation function: [relu, logistic, tanh]
hidden_layer_size: [(100), (150), (200), (100,100), (80, 80)]
learning_rate_init: [0.007, 0.01, 0.015, 0.02]
Iteration: [100,200,300,400,500]

پارامترهایی که زیرآنها خط کشیده شده است؛ ترکیب بهینه پارامترها بوده است.با توجه به توزیع متغیر هدف که متوازن است از معیار ارزیابی دقت ستفاده شده است.

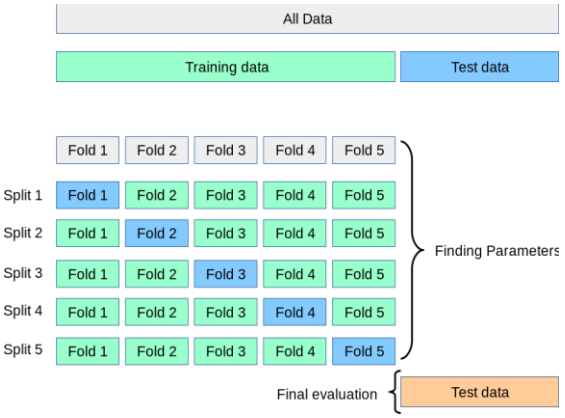
٦-١ ارزیابی و اعتبارسنجی

همچنین ارزیابی و اعتبارسنجی با روش "k-fold cross Validation " یا همان اعتبار سنجی متقابل بر اساس فرآیند شکل ٤ و با تعداد ٥ فولد و بر اساس شکل ٥ انجام شده است. این روش به منظور برآورد مهارت مدل درخصوص داده های جدید مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ٤. فرآیند ارزیابی و اعتبار سنجی

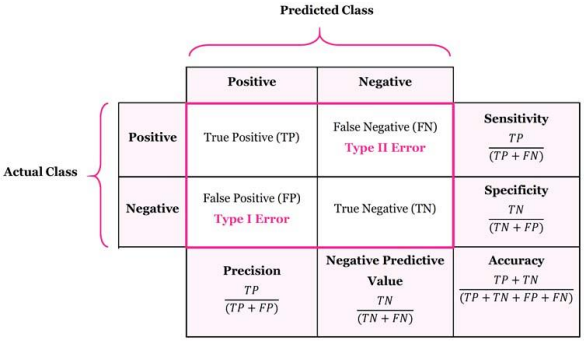
تکنیک های متفاوتی وجود دارد که می توان بر اساس آن مقدار K را شخص نمود. در این روش داده ها بطور تصادفی به K زیر مجموعه یا fold تقسیم می شوند و این تقسیم با میزان یکسان صورت گیرد. در مراحل دیگر CV(اعتبار متقابل) به تعداد K-1 از این لایه ها و به عنوان مجموعه داده ها و دیگری به عنوان مجموعه داده اعتبار سنجی آموزشی در نظر گرفته می شود. در اعتبار سنجی متغییرها از نوع طبقه بندی و تکرار استفاده می شود که درScikit-learn موجود است. بر این اساس و طبق شکل های شماره ٤و ٥ فرآیند های موجود ادامه می یابد.



شکل ٥. فرآیند آموزش و تست داده ها

٦-٢ دقت مدل

ماتریس اغتشاش (شکل٦) روشی برای اندازه گیری عملکرد و طبقه بندی یادگیری ماشین است که خروجی آن می تواند در دو یا چند کلاس باشد.



شکل ٦. ماتریس اغتشاش

دقت مدل سازی و ماتریس اغتشاش آن به صورت فرمول زیر و جدول شماره ۱ است که منطبق بر اطلاعات محاسبه گردیده است:

$$Accuracy = (TP+TN) / (TP+FN+FP+TN) \quad (۱)$$

$$Accuracy = 0.9521$$

جدول ۱. اندازه گیری ماتریس اغتشاش پژوهش

	Class 0	Class 1
Class 0	۳۸۹۰٤	۲۷٤۰
Class 1	۱٥۲۷	٤٥۹۸۲

در جدول فوق سطرها بیانگر مقادیر واقعی و ستون‌ها بیانگر مقادیر پیش‌بینی شده هستند. یعنی ۳۸۹۰٤ نمونه از کلاس صفر به درستی رده‌بندی شده و ۲۷٤۰ نمونه از کلاس به اشتباه در کلاس ۱ رده‌بندی شده است. همانطور که مشاهده می‌شود عملکرد مدل در هر دو کلاس عالی است و در کل بالای ۹٥ درصد دقت دارد. لازم به ذکر است تمام موارد مذکور به جز Target encoding توسط کتابخانه Scikit-learn پیاده‌سازی شده است.

٦-۳ تحلیل حساسیت مدل به هر یک از پارامترها

بواسطه تحلیل حساسیت (Sensitivity Analysis) این مهم آشکار می گردد که تغییر در متغییرهای مستقل چه تغییری بر روی متغییرهای وابسته داشته و آیا این وابستگی تاثیر گذار است یا خیر. در این پروژه تحلیل حساسیت بواسطه زبان برنامه نویسی پایتون بر اساس برنامه زیر طراحی گردیده است:

```
par = {'hidden_layer_sizes': [(80,80), (150)]
,[300]:'max_iter'
    'learning_rate_init': [0.01,0.02],
,learning_rate': ['invscaling','constant']'
{activation': ['relu']'
GS = GridSearchCV (MLP, param_grid=par, cv=4)
GS.fit (X, Y)
print (GS. best_score_)
print (GS. best_params_)
```

٦-٤ مدلسازی

از شبکه عصبی MLP برای آموزش مدل استفاده شده است. پارامترهای آن با روش grid search و به شرح زیر تنظیم شده اند.

Activation function: relu
hidden_layer_size: one layer with 150 neurons
learning_rate_init: 0.01
iteration: 300

و در نهایت ورود اطلاعات مربوط به بارنامه ها و اخذ خروجی لازم در خصوص بارهای بهینه ریلی بواسطه بزبان برنامه نویسی پایتون از حجم داده های موجود:

```
Import pandas as pd
Import numpy as np
Import category_encoders as ce
Import matplotlib.pyplot as plt
From sklearn.preprocessing import LabelEncoder, MinMaxScaler
From sklearn.neural_network import MLPClassifier
From sklearn.model_selection import cross_val_predict
From sklearn.metrics import confusion_matrix, accuracy_score, recall_score, precision_score, f1_score, classification_report, roc_auc_score
From sklearn.model_selection import GridSearchCV
MLP = MLPClassifier(random_state=2020)
Par = {'hidden_layer_sizes': [(80, 80), (150)],
'      max_iter':[300],
'      learning_rate_init':[0.01,0.02],
```

```
    '     learning_rate':['invscaling','constant],'
    '     activation':['relu']}
    GS = GridSearchCV(MLP,
param_grid=par, cv=4)
    GS.fit(X, Y)
    Print (GS.best_score)
    Print (GS.best_params)
    MLP = MLPClassifier(max_iter=300,
random_state=2020 ,
                Activation='relu',
hidden_layer_sizes= (150),
                learning_rate_init=0.01,
learning_rate='invscaling')
    pred = cross_val_predict(MLP, X, Y,
cv=5,)
    Print (confusion_matrix(Y, pred))
    Print (accuracy_score(Y, pred))
    Print (classification_report(Y, pred))
    MLP = MLPClassifier(max_iter=300,
random_state=2020, activation='relu',
hidden_layer_sizes=(150),
                learning_rate_init=0.01,
learning_rate='invscaling')
    MLP.fit (X, Y)
```

۷. کاربرد عملیاتی پژوهش

تحقیق حاضر با مروری بر کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل ریلی، با نگاهی متفاوت و از زاویه دید حاکمیت شرکتی، حقوق صاحبان سهام و پایداری سازمانی، به کاربرد این موضوع در صنعت حمل و نقل ریلی پرداخته است. از آنجا که هدف غایی بکارگیری حاکمیت شرکتی و نیز تلاش صاحبان سهام، حداکثرسازی سود هست، سوال اصلی این بوده است که چگونه میتوان بطور عملیاتی از مزایای هوش مصنوعی برای رسیدن به این هدف بهره جست؟ شرکتهای حمل بار ریلی می توانند با بهره گیری از این سیستم هوشمند، با ورود اطلاعات بارنامه ای چند سال گذشته، برنامه حمل فعلی و آتی و نیز سایر اطلاعات مالی و غیر مالی مربوط به شرکت ها، زمینه حداکثر سازی سود را فراهم نماید. مکانیزم اجرایی بر مبنای خروجی بارهای بهینه بوده و کاربرد عملیاتی آن حذف بارهای غیر اقتصادی، تقویت بارهای سودآور و نیز تفکیک و رتبه بندی مشتریان بر حسب میزان سوددهی هر نوع بار است. کلیه شرکتهای ریلی موجود در کشور می توانند از خروجی های این سیستم جهت پایداری، سودآوری، رتبه بندی مشتریان، شناسایی بارهای اقتصادی و نیز شناسایی مسیرهای با استهلاک زیاد و کم، بهره جویند تا در نهایت در شرایط رقابت حداکثری کنونی، به بقای سازمانی خویش ادامه دهند.

۸. نتایج و خروجی‌های پژوهش

هدف اصلی از پیاده‌سازی مدل یادگیری شبکه عصبی مصنوعی در این مقاله، ارائه یک مدل دقیق برای یافتن بار بهینه ریلی از میان انبوه داده ها و پیشنهادات حمل با قیمت ها و مسیرهای مختلف بوده است. این مهم با جلسات متعدد با نخبگان و کارشناسان حوزه ریلی و راه آهن جمهوری اسلامی ایران ادامه پیدا نمود تا مبانی دقیق تری از شکل گیری بار بهینه ریلی در فضای واقعی تعریف گردد. پس از مطالعه مقالات داخلی و خارجی و تطبیق یافته های مقالات با خروجی و نظرات کارشناسان، به یک اجماع هدفمند در خصوص بار بهینه و به مراتب بارنامه های صادره بهینه دست پیدا نمودیم. در این بررسی آیتمهایی چون استهلاک دارایی، متوسط زمان رفت و برگشت، نوع واگن، مسافت حمل، استهلاک مسیر ، ریلی یا ترکیبی بودن بار قابل حمل، تناژ بار، شرایط بارگیری و تخلیه، نوع کالا(وارداتی، داخلی، صادراتی، ترانزیت)، نقد و یا نسیه بودن پرداخت، سهم راه آهن، تخفیف راه آهن، مبدا و مقصد، برنامه تعمیرات و نگهداری شرکتی، نیازمندی به تعویض بوژی، شاخص های UIC، نسبت تناژ بار به واگن باری و نسبت تن کیلومتر (هزار) به واگن باری به دقت مورد بررسی قرار گرفت که اطلاعات برخی از ایتمهای فوق در بارنامه موجود است. بر اساس بارنامه های اخذ شده در صنعت و تبدیل اطلاعات بارنامه به زبان پایتون و فرموله نمودن بار بهینه، فرآیند ذکر شده برای نخستین بار در کشور در حوزه حمل بار ریلی مورد بحث و بررسی قرار گرفت. البته مطالعات قبلی به بررسی

موضوع حاضر در این مقاله نپرداخته است و مضافا اخذ بارنامه های ریلی که شرکت های دارای مجوز آنرا صادر میکنند به راحتی قابل دسترس نیست. علاوه بر این هدف، دلایل دیگری چون آشنا کردن مخاطبین با توابع لازم برای پیاده‌سازی شبکه های عصبی مصنوعی چند لایه نیز دنبال می گردد. با توجه به مطالب فوق، راهکارهای مختلفی برای افزایش دقت و عملکرد شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد. اگر شبکه های عصبی مصنوعی قادر به مدل‌سازی و نمایش هر نوع تابعی باشند، به دو دلیل مهم، ممکن است قادر به یادگیری بهینه آن نباشند. نخست ممکن است الگوریتم بهینه‌سازی قادر به پیدا کردن بهترین مقادیر برای پارامترهای تابع نباشد؛ یعنی، در کمینه محلی قرار بگیرد. دلیل دیگر به دلیل "بیش برازش"، الگوریتم یادگیری ممکن است شکل تابعی متفاوت از شکل تابعی مورد نظر را پیدا کند. اگرچه شبکه‌های عصبی به ندرت به جواب بهینه سراسری همگرا می‌شوند و معمولاً در کمینه سراسری قرار می‌گیرند، با این حال، هزینه‌های (محاسباتی) را به شدت کاهش می‌دهند و مدل‌های بسیار پیچیده و با دقت بالا برای حل مسائل ارائه می‌دهند. در این مطالعه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی متغیرهای ورودی را با استفاده ازاطلاعات بارنامه ای تکمیل و متغیرهای خروجی نیز منبعث از تعاریف بار بهینه، با بیشترین میزان دقت که بالای ۹۵ درصد است و نیز کمترین میزان خطا، مورد بهره برداری قرار گرفت. بطور کلی مهمترین خروجی های پژوهش را می توان بر حسب موارد ذیل برشمرد:

حذف بارهای غیر اقتصادی و رتبه بندی مشتریان و بارهای اقتصادی و مطلوب سازمانی، حفظ مشتریان موجود و کمک به ارتقاء سرویس دهی بیشتر به آنها، بازاریابی بیشتر در جهت نفوذ در بازار اقتصادی نشان داده شده توسط خروجی های سیستم، منافع زیست محیطی و کاهش آلایندگی ناشی از سیر بهینه ناوگان، حفظ و رعایت حقوق صاحبان سهام و اصول حاکمیت شرکتی در فرآیند سودآوری، کاهش میزان استهلاک و هزینه های ساختاری و سازمانی، ترکیب بهینه واگنها برای سیر، یادگیری سیستمی و آموزش به روز پرسنل، تجزیه و تحلیل دقیق سیستم بهای تمام شده خدمات، ارائه مبلغ کرایه حمل رقابتی نسبت به رقبا، تحلیل دقیق ظرفیت ناوگان و تقاضای بهینه، افزایش قدرت پیش بینی در سودآوری عملیاتی، افزایش ضریب آماده به کاری در استفاده از لوکوموتیوهای گرم و آماده به کار برای مالکان لوکوموتیو، قابلیت استفاده نهادهای حاکمیتی علی الخصوص راه آهن جمهوری اسلامی ایران، قابلیت استفاده نهادهای قانون گذار صنعت حمل و نقل و حوزه ریلی و در نهایت قابلیت توسعه و بهره برداری در حمل و نقل چندوجهی علی الخصوص حوزه جاده ای.

۹. پیشنهادات آتی

درخصوص پژوهش های آتی نیز می توان با معیارها و آیتمهای مختلفی، حمل بار بهینه را آزمون نمود. بدلیل تعدد در متغیرهای حمل بار بهینه و مندرجات موجود در بارنامه ریلی، می توان سایر متغیرهای بارنامه ای که در این مطالعه مهم تشخیص داده نشده اند نیز در برآوردها دخیل نمود. همچنین می توان حمل بار بهینه در حوزه حمل و نقل جاده ای کشورکه تقریبا ۹۰ درصد حمل درون کشوری بواسطه آن حمل میگردد، مورد مطالعه قرار گیرد. در نهایت پیشنهاد می گردد با مطالعه و هوشمند سازی کلیه عناصر لوکوموتیوهای موجود در شبکه ریلی کشور و راه آهن جمهوری اسلامی ایران، بتوان به داده های موثرتری در خصوص حمل بار بهینه دست یافت.

۱۰. منابع

- Babazadeh, M., Ghadimi,Kh.Mohseni,R. (2009). "Effect of investment in transportation on economic growth in Iran", Iranian Journal of Trade Studies(IJTC) Quarterly, Institute for Trade Studies and Research, VOL.13, Issue 50,Serial Number 50, PP.157-199.

- Rasafi, A. A. and Zarabadipour, S. (2009). "The Study of Sustainable Development of

Trade association of rail transport companies and related services. (In Persian).
- Yin, M., Li, K., Cheng, X. (2020). "A review on artificial intelligence in high-speed Rail", Transportation Safety and Environment, Vol 2, Issue 4, PP. 247–259. https://doi.org/10.1093/tse/tdaa022.

- Pappaterra, M, J., Flammini, F., Vittorini, V. and Bešinovi´c, N. (2021). "A Systematic Review of Artificial Intelligence Public Datasets for Railway Applications", Infrastructures, Vol 6, Issue 10, https://doi.org/10.3390/infrastructures6100136.

- Zare, H. and Rahmani, M., F. "Challenges and barriers of intermodal transport processing in Iran", (2012). the first conference on the role of multimodal transport in national and international trade, Tehran, https://civilica. com/doc/159467.
https://www.mapnagroup.com/fa/companies/mapna-multimodal-transportation

- Khakipour, S. and Nazarpour, M. (2012). "Challenges and obstacles of multimodal transport processing from the perspective of laws and regulations in Iran", the first conference on the role of multimodal transport in national and international trade, Tehran, https ://civilica.com/doc/159466.

- Jafari Nejhad, S, A. "Port and Sea Scientific Research Monthly", (2009). Course 24, Consecutive 161 series, new issue, Number 26, PP.58-61. https://www.sid.ir/paper/493984/fa.

- Lashgari, M., Akbari, A, A. (2020). "Fleet deployment, ship routing and refueling optimization problem", Journal of Marine Sciences and Technology, Vol 18, Issue 4, Serial Number 4, PP.33-48. https://doi.org/10.22113/jmst.2019.135211.2174.

Transportation in Iran Using a Multi-Criteria Analysis", Journal of Environmental Science and Technology, Vol 11, Issue 2, serial number 2, PP. 33-46.

- Jarašu, A. and Cižiuniene, K. (2021). "Ensuring Sustainable Freight Carriage through Interoperability between Maritime and Rail Transport", Sustainability, Vol 13, Issue 22, https://doi.org/10.3390/su132212766.

- Yang, C., Sun, Y., Ladubec,C., & Liu, Y. (2021). "Developing Machine Learning-Based Models for Railway Inspection", Applied Sciences, Vol11, Issue1, https://doi.org/10.3390/app11010013.

- Vasudevan, M., Townsend, H., Nhi Dang T., O' Hara, A., Burnier, C. and Ozbay, K. (2020). "Identifying Real-World Transportation Applications Using Artificial Intelligence (AI), Summary of Potential Application of AI in Transportation",Final Report, U.S. Department of Transportation,Office of the Assistant Secretary for Research and Technology,Publication Number: FHWA-JPO-20-787.

- Nazari, S., (2022). "Necessity of structural reforms in rail transportation" Monthly of Iran's National Productivity Organization, third year, Number 28, page 6. https://www.npo.gov.ir/productivity-journal. (In Persian).

- Niestadt, M., Debyser, A., Scordamaglia, D. and Pape, M. (2019). "Artificial intelligence in transport Current and future developments, opportunities & challenges", Members' Research Service, Infrastructures 6(10), European Union, PE 609-635.

- Institutional map of the actors of the rail transport industry (drawing interactions and the level of effects and influence) (2018).

- Movahedi, M, M., Todarbari, A, A, A. (2006) "Determining, defining and measuring productivity indicators in freight wagons in order to plan for their improvement, 8th Railway Transportation, Conference،Tehran،https://civilica.com/doc/9531.

- Masihi, E., Mafakheri, Z. (2015). "Modeling and Solving the Rail Fleet Sizing Problem with Multiple Objectives and Heterogeneous Fleet Using Metaheuristic Algorithms", Journal of Transportation Engineering (JTE), Vol 6, Issue 4, serial number4, PP.685-702. Doi: 20.1001.1.20086598.1394.6.4.10.5.

- Mafakheri, Z., Sheikh Mohammadi, M., Hosseinzadeh,Kashan, A.(2017). "Employing multi-objective simulated annealing algorithm to solve the developed model for determining the size of freight cars in rail transportation industry". Journal of Transportation Engineering (JTE), Vol 8, Issue 4, Serial Number 32, PP.501-515. Doi:10.22119/JTE.2022.154265.

- Tang, R. De Donato, L., Be˘sinovi, N., Flammini, F, M.P., Goverde, R., Lin, Z., Liu, R., Tang, T., Vittorini, V., Wang, Z. (2022). "A literature review of Artificial Intelligence applications in railway systems", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume140, https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103679.

- Yaghini, M., Khandaghabadi, Z. (2011). "dynamic solution of the fleet size determination of freight cars using a hybrid meta-heuristic algorithm", Journal of Transportation Research, Road housing & Urban Development center, Vol 8, Number 1, PP.75-89. https://www.sid.ir/paper/375788/fa.

- Cao, Ke. (2022). "A Machine Learning-Based Approach to Railway Logistics Transport Path Optimization", Mathematical Problems in Engineering journal, Article ID 1691215, 11 pages. https://doi.org/10.1155/2022/1691215.

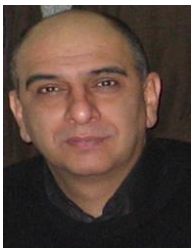
- Servos, N., Liu, X., Teucke, M. and Freitag, M. (2020). "Travel Time Prediction in a Multimodal Freight Transport Relation Using Machine Learning Algorithms", Journal of Logistics, Vol4, Issue1. https://doi.org/10.3390/logistics4010001.

- R¨oßler, D., Reisch, J., Hauck, F., Kliewer, N. (2021). "Discerning Primary and Secondary Delays in Railway Networks using Explainable AI", Transportation Research Procedia, Vol 52, PP.171–178. 23rd Euro Working Group on Transportation Meeting (EWGT 2020). https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.018.

- Intelligent Transportation Magazine, (2021). Technology & Development Headquarter, National Space and Advanced Transportation Administration, Issue 2. https://iitsa.ir. (In Persian).

بکارگیری هوش مصنوعی در شرکت حمل و نقل چند وجهی مپنا در راستای یافتن بار بهینه ریلی

حمیدرضا سلمانی مجاوری، درجه کارشناسی در رشته مهندسی صنایع گرایش تولید صنعتی را در سال ۱۳۸٦ از دانشگاه علوم و فنون مازندران أخذ نمود. ایشان در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۷موفق به کسب درجه کارشناسی ارشد در رشته مدیریت اجرایی گرایش مدیریت استراتژیک و دکتری مدیریت تکنولوژی گرایش تحقیق و توسعه از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، گردید. پس از آن در سال۱٤۰۰ بعنوان پژوهشگر پسادکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و نیز عضو هیات مدیره شرکت های فعال حمل و نقل در کشور مشغول به فعالیت می باشد. زمینه های مورد علاقه ایشان استفاده از فناوری های نوین در حوزه حمل و نقل می باشد.



پرفسور عباس طلوعی اشلقی، استاد تمام و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران در گروه مدیریت صنعتی می باشند. ایشان دارای چندین مقاله علمی پژوهشی بین المللی و داخلی چاپ شده در مجلات معتبر، در حوزه های متعدد مدیریتی است. همچنین پرفسور طلوعی بعنوان هیات تحریریه و عضوهیات داوران در مجلات بین المللی و داخلی و عضو کمیته علمی در کنفرانس های متعدد معتبر، مشغول به فعالیت می باشند.