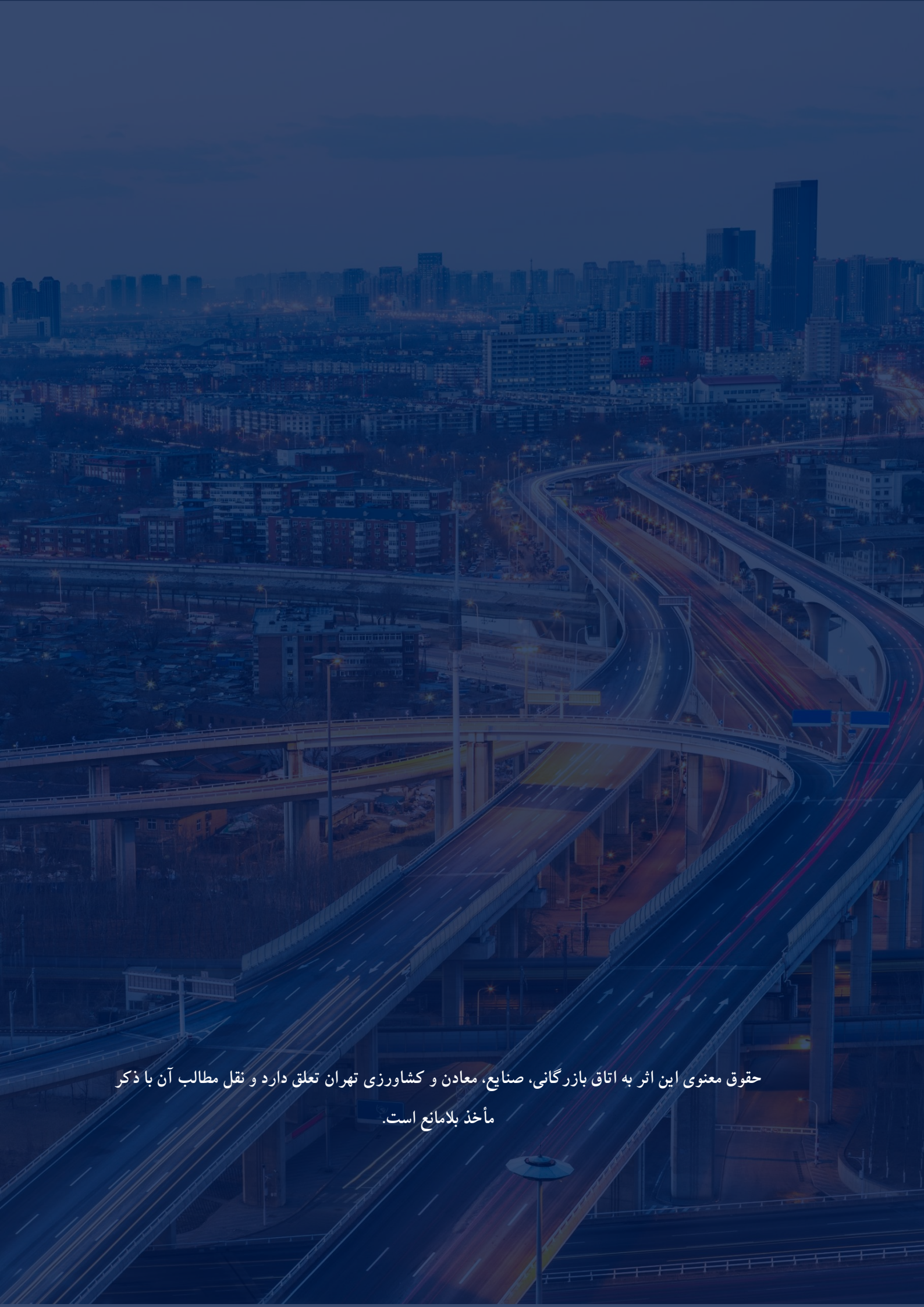
هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل؛

چالش‌ها و فرصت‌ها

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران



حقوق معنوی این اثر به اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران تعلق دارد و نقل مطالب آن با ذکر مأخذ بلامانع است.

شناسنامه

عنوان کتاب: هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل؛ چالش‌ها و فرصت‌ها

نویسندگان: پریسا مطرانلویی، فاطمه علیزاده آغ‌اسمعیلی

معاونت بررسی‌های اقتصادی، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

آذر ۱۴۰۲

فهرست مطالب

پیشگفتار **٦**

مقدمه **٨**

پیشینه نام‌گذاری روز ملی حمل‌ونقل **٩**

فصل اول: سیستم حمل‌ونقل هوشمند **١٠**

۱. تعریف سیستم حمل‌ونقل هوشمند ۱۱

۱-۱. مزایای سیستم حمل‌ونقل هوشمند ۱۱

۱-۲. مولفه‌های اصلی سیستم حمل‌ونقل هوشمند؛ یک کاربرد در مدیریت فعال ترافیک ۱۲

۱-۳. کاربردهای اصلی سیستم حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای هوشمند ۱۲

فصل دوم: بازار حمل‌ونقل هوشمند **۱۵**

۲. پیش‌بینی بازار حمل‌ونقل هوشمند در جهان ۱۶

۲-۱. بازار حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای ۱۶

۲-۲. بازار حمل‌ونقل هوشمند ریلی ۱۶

۲-۳. بازار حمل‌ونقل هوشمند هوایی ۱۷

۲-۴. بازار حمل‌ونقل هوشمند دریایی ۱۸

۲-۵. پویایی بازار حمل‌ونقل هوشمند ۱۹

فصل سوم: نقش فناوری‌های نسل چهارم در حمل‌ونقل **۲۱**

۳. نقش فناوری‌های نسل چهارم در صنعت حمل‌ونقل ۲۲

۳-۱. نقش اینترنت اشیا در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل ۲۲

۳-۱-۱. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل جاده‌ای ۲۲

۳-۱-۲. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل ریلی ۲۳

۳-۱-۳. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوایی ۲۴

۳-۱-۴. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل دریایی ۲۶

۳-۲. نقش هوش مصنوعی در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل ۲۶

۳-۲-۱. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل جاده‌ای ۲۷

۳-۲-۲. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل ریلی ۲۸

۳-۲-۳. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل هوایی ۲۹

۳-۲-۴. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل دریایی..... ۳۱
۳-۳. فناوری‌های حمل‌ونقل جدید که جهان را متحول می‌کند..... ۳۲
فصل چهارم: تجارب کشورها در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل..... ۳٤
۴. هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل در کشورهای منتخب..... ۳۵
۴-۱. تجربه کشور امارات در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل..... ۳۵
۴-۱-۱. استراتژی‌های امارات در حوزه حمل‌ونقل هوشمند..... ۳۵
۴-۲. تجربه کشور ترکیه در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل..... ۳۷
۴-۲-۱. سند راهبردی و برنامه عملیاتی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در ترکیه..... ۳۸
فصل پنجم: وضعیت حمل‌ونقل در ایران..... ٤۲
۵. وضعیت حمل‌ونقل در ایران..... ۴۳
۵-۱. حمل‌ونقل جاده‌ای..... ۴۴
۵-۱-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل جاده‌ای..... ۴۶
۵-۱-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل جاده‌ای..... ۴۷
۵-۲. حمل‌ونقل ریلی..... ۴۸
۵-۲-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل ریلی..... ۵۰
۵-۲-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل ریلی..... ۵۲
۵-۳. حمل‌ونقل هوایی..... ۵۳
۵-۳-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل هوایی..... ۵۳
۵-۳-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل هوایی..... ۵۴
۵-۴. حمل‌ونقل دریایی..... ۵۵
۵-۴-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل دریایی..... ۵۶
۵-۴-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل دریایی..... ۵۷
٦. چالش‌های توسعه فناوری در بخش حمل‌ونقل..... ۵۸
۷. پیشنهاداتی برای به‌کارگیری فناوری در بخش حمل‌ونقل بر اساس چالش‌های موجود..... ۵۹
۸. جمع‌بندی..... ٦۱
۹. منابع..... ٦۲

خلاصه مدیریتی

نقش حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از بخش‌های اثرگذار هر کشـوری در ابعاد مختلف اجتماعی در زمینه استفاده افراد از سیستم‌های حمل‌ونقل برای ترددهای روزانه، سفرها و مواقع اورژانسی و همچنین از بعد اقتصـادی در حوزه نقش پررنگ آن در توسـعه کسـب‌وکارها برای جابه‌جایی کالا و توسـعه تجارت داخلی و خارجی، بر کسی پوشیده نیست.

حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار و متوازن، با مؤلفه‌های مهمی همچون رشد اقتصادی، امنیت و عدالت اجتماعی ارتباط تنگاتنگی دارد و توسعه این بخش یکی از محورهای کلیدی رشد و پیشرفت اقتصادها به حساب می‌آید. در کشور ما ایران نیز، حمل‌ونقل یکی از بخش‌های اصلی اقتصاد است که سهم قابل توجهی در حوزه سرمایه‌گذاری، ارزش افزوده، اشتغال مولد و بهره‌وری را به‌خود اختصاص داده‌است.

رشد و توسعه تکنولوژی به‌ویژه تحولات چشمگیر فناوری‌های نسل‌چهارم اقتصاد دیجیتال، ضرورت هوشمندسازی بخش‌های مختلف اقتصادی برای پذیرش تحولات آتی را بیش از پیش ضروری می‌نماید. صنعت حمل‌ونقل نیز یکی از بخش‌هایی است که کارایی و کیفیت خدمات آن با پذیرش فزاینده فناوری‌های نوین در سال‌های اخیر به‌طرز چشمگیری بهبود یافته‌است و موجب شکل‌گیری اکوسیستم جدیدی از حمل‌ونقل شده‌است. لذا تحول دیجیتال به یک ضرورت برای حمل‌ونقل مدرن تبدیل شده است که شامل ادغام راه‌حل‌های مبتکرانه حمل‌ونقل دیجیتال در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، دریایی و هوایی است.

صنعت حمل‌ونقل در ایران در همه گونه‌های آن به دلیل عدم مدیریت یکپارچه، غیر اقتصادی بودن و بهره‌وری پایین آن بسیار آسیب‌پذیر است. این صنعت در حال حاضر با مشکلات فراوانی هم در بخش زیرساخت و هم در بخش‌های ناوگان و اجرا روبه‌رو است که برطرف کردن این نقاط ضعف نیازمند نگرش جامع به این حوزه با تمرکز بر ورود فناوری‌های نوین و مدیریت بهینه است.

آلودگی هوا به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های حوزه حمل‌ونقل و همچنین لزوم توجه به بندهای مندرج در قانون هوای پاک در خصوص استانداردسازی سوخت‌های مصرفی و جایگزینی وسایل حمل‌ونقل فرسوده، یکی دیگر از محورهایی است که در برنامه‌ریزی‌های حوزه حمل‌ونقل در کشور می‌بایست در نظر گرفته شود و استفاده از فناوری‌های نسل چهارم می‌تواند در این زمینه بسیار کمک‌کننده باشد.

در این کتاب که به بهانه روز ملی حمل‌ونقل، با همکاری مجموعه معاونت بررسی‌های اقتصادی اتاق تهران جهت ارائه به فعالان حوزه حمل‌ونقل در این روز تهیه شده، در نظر است نگرش جامعی از نقش تحولات فناوری در توسعه و هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل در جهان ارائه شود. با این هدف تلاش شده‌است تا ضمن بررسی مهم‌ترین تحولات صنعت حمل‌ونقل در دنیا، به وضعیت حمل‌ونقل کشور در چهار حوزه جاده‌ای، ریلی، دریایی و هوایی پرداخته و با نگاهی به چالش‌ها و محدودیت‌های موجود در کشور، پیشنهاداتی جهت توسعه این صنعت در اختیار فعالان این عرصه قرار بگیرد.

مقدمه

حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از اجزای مهم و زیربنایی اقتصاد، دربرگیرنده فعالیت‌های گسترده‌ای در تمامی زمینه‌های تولید، توزیع و مصرف کالا و خدمات است و نقش قابل توجهی در رشد اقتصادی کشور ایفا می‌کند. بخش حمل‌ونقل به‌صورت کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بر متغیرهای اصلی اقتصادی مانند تولید و اشتغال بخش‌های اصلی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، قیمت‌ها و به تبع آن بر شاخص‌های هزینه زندگی اثرگذار است.

حمل‌ونقل علاوه بر تحت تاثیر قراردادن فرآیند رشد و توسعه اقتصادی، خود نیز در جریان توسعه دچار تغییر و تحولات بسیاری شده‌است که عمده این تحولات از مسیر توسعه فناوری‌های نوین شکل گرفته است.

کلیدواژه اصلی فناوری در سال‌های اخیر، هوش‌مصنوعی بوده که کاربردهای گسترده‌ای در بسیاری از صنایع به‌ویژه صنعت حمل‌ونقل داشته است. ادبیات هوشمندسازی حمل‌ونقل به‌طور وسیعی در حوزه حمل‌ونقل جاده‌ای و به‌طور خاص خودروهای هوشمند، نمود یافته است.

در ایران نیز با توجه به چالش‌های موجود در حوزه حمل‌ونقل و به‌طور خاص حمل‌ونقل جاده‌ای در حوزه مسافری و باری، می‌توان بسیاری از ابعاد کاربردی فناوری نسل چهارم را الگو قرارداد. در این کتاب ادبیات سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در جهان و انواع تکنولوژی‌ها و کاربردهای آنها در این حوزه مورد مطالعه قرارگرفته است. در ادامه به تجربیات برخی کشورها در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل اشاره شده و در بخش پایانی، صنعت حمل‌ونقل در ایران به‌طور مفصل مورد بررسی قرارگرفته و به محورهایی که بهره‌گیری از تکنولوژی می‌تواند به رفع چالش‌های موجود کمک کند، پرداخته شده است.

پیشینه نامگذاری روز ملی حمل‌ونقل

۲۶ آذر سال ۱۳۶۲ یکی از روزهای سرنوشت‌ساز در تغییر و تحول صنعت حمل‌ونقل کشور بوده است. در اوج جنگ تحمیلی به دلیل نیازهای فزاینده ناشی از ضرورت‌های جنگ، میزان واردات کالاهای اساسی از طریق بنادر افزایش یافته بود. بروز بحران ناشی از اتمام ذخیره کالاهای اساسی در کشور منجر شده بود که میزان کالاهای وارداتی بسیار بیشتر از توان پذیرش و بارگیری ناوگان حمل‌ونقل در آن زمان شود؛ لذا نزدیک به صد کشتی حامل کالا در بنادر جنوبی کشور، در انتظار تخلیه بار قرار گرفت. در این زمان امام خمینی (ره) در پیامی، کامیون‌داران کشور را به مشارکت در تخلیه هرچه سریع‌تر کشتی‌ها فراخواندند.

در پی صدور این فرمان تاریخی، رانندگان، انجمن‌های صنفی و کامیون‌داران صحنه‌های نادری از فداکاری‌ها، ایثار و تلاش شبانه‌روزی رقم زدند. سرانجام پانزده سال پس از صدور فرمان امام خمینی (ره)، در سال ۱۳۷۶، روز ۲۶ آذر به پاس قدردانی از تلاش فعالان این عرصه برای کسب عزت و پیشرفت کشور عزیزمان ایران، به‌عنوان «روز حمل‌ونقل» نام‌گذاری شد.

فصل اول

سیستم حمل‌ونقل هوشمند

۱– تعریف سیستم حمل‌ونقل هوشمند

سیستم حمل‌ونقل هوشمند (ITS)[1] به مفهوم به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای بهبود عملکرد سیستم‌های حمل‌ونقل است. طبق تعریف، سیستم حمل‌ونقل هوشمند به مجموعه‌ای از ابزارها، امکانات و تخصص‌ها از قبیل مفاهیم مهندسی ترافیک، تکنولوژی‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری و مخابراتی اطلاق می‌شود که به‌صورت هماهنگ و یکپارچه به‌منظور بهبود کارآیی و ایمنی در سیستم حمل‌ونقل به‌کار گرفته می‌شود. در واقع این سیستم از مزایای فناوری‌هایی همچون اینترنت اشیاء[2]، هوش‌مصنوعی[3] و تجزیه و تحلیل کلان‌داده[4]، جهت مدیریت ترافیک، بهبود زیرساخت حمل‌ونقل و جابه‌جایی و ایجاد رابط‌های بهبودیافته برای ارائه خدمات حمل‌ونقل، بهره می‌برد. ابزارهای سیستم حمل‌ونقل هوشمند از طریق بهبود عملکرد سامانه‌ها باعث صرفه‌جویی در وقت، حفظ ایمنی افراد، بهبود کیفیت زندگی، حفظ محیط‌زیست و افزایش کارایی فعالیت‌های اقتصادی می‌شود.

۱–۱. مزایای سیستم حمل‌ونقل هوشمند

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند پتانسیل بالایی در زمینه فراهم آوردن مزایایی برای افزایش امنیت، بهبود بهره‌وری، کارایی، پویایی و راحتی دارند که می‌توان به محورهای زیر در این خصوص اشاره نمود:

- ارتقای دسترسی کاربران به اطلاعات لحظه‌ای در مورد ترافیک و شرایط حمل‌ونقل عمومی و کمک به مسیریابی بهینه و هوشمند
- مدیریت فعال ترافیک و کمک به حمل‌ونقل عمومی برای برنامه‌ریزی بهتر
- کمک به کاهش ترافیک و روان‌سازی تردد در جاده‌ها
- ارتقای ایمنی افراد و خودروها و کاهش احتمال سرقت وسیله نقلیه
- کاهش مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی
- مدیریت ناوگان حمل‌ونقل با ذخیره و نگهداری اطلاعات
- کمک به مدیریت اخذ الکترونیکی عوارض، هزینه پارکینگ، رزروانسیون و خرید بلیت
- تسهیل مانیتورینگ و کنترل حمل‌ونقل خودروهای سنگین
- ارتقای امنیت حمل بار، کالا و جابجایی افراد
- صرفه‌جویی در مصرف سوخت با کاهش زمان صرف‌شده در حمل‌ونقل با به‌کارگیری خودروهای الکتریکی و هیبریدی
- افزایش کارایی و اثربخشی سیستم‌های مدیریت اضطرار
- تسریع در ارسال کالا توسط شرکت‌های توزیع، پخش و ترانزیت
- امکان ردیابی خودروها و اعمال سیستم نظارت پیشرفته از طریق ارتباطات الکترونیکی

[1] Intelligent Transportation System (ITS)
[2] Internet of things (IOT)
[3] Artificial Intelligence (AI)
[4] Big Data

۱–۲. مولفه‌های اصلی سیستم حمل‌ونقل هوشمند؛ یک کاربرد در مدیریت فعال ترافیک

در این بخش مولفه‌های اصلی یکی از بارزترین کارکردهای سیستم حمل‌ونقل هوشمند، یعنی مدیریت فعال ترافیک مورد بررسی قرارگرفته است تا سازوکار و فرآیند استفاده از تکنولوژی در بخش حمل‌ونقل، تشریح شود:

جمع‌آوری داده‌های ترافیکی

این سیستم از دستگاه‌هایی مانند GPS،[5] دوربین‌های جاده‌ای و شناسه‌های وسایل‌نقلیه برای جمع‌آوری اطلاعات در زمان واقعی استفاده می‌کند. این دستگاه‌ها اطلاعاتی درباره مکان، سرعت وسایل‌نقلیه و شرایط ترافیکی جمع‌آوری می‌کند.

انتقال داده

سیستم حمل‌ونقل هوشمند، اطلاعات جمع‌آوری شده توسط سنسورها را به یک مرکز مدیریت داده منتقل می‌کند، در آنجا داده‌ها تجزیه و تحلیل شده و به برنامه‌ها ارسال می‌شود.

تجزیه و تحلیل داده‌های ترافیکی

در این مرحله از سیستم حمل‌ونقل هوشمند، داده‌ها برای تجزیه و تحلیل بیشتر، سفارشی‌شده و سپس به رابط‌های کاربری ارسال می‌شوند.

ارائه اطلاعات به مسافران

در نهایت اطلاعات از طریق رادیو، مرورگرهای وب یا پیام‌های متنی در اختیار شهروندان قرار می‌گیرد. این داده‌ها اطلاعات ترافیکی را به شهروندان منتقل نموده و به آن‌ها برای برنامه‌ریزی و انتخاب مسیرهای بهینه کمک می‌کند.

۱–۳. کاربردهای اصلی سیستم حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای هوشمند

سیستم حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای هوشمند از طریق اطلاعات حاصل از سنسورها، دستگاه‌های GPS و دوربین‌های جاده‌ای به‌کار گرفته می‌شوند. چهار کاربرد اصلی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای هوشمند به شرح زیر می‌باشد:

۱. سیستم پیشرفته مدیریت ترافیک (ATMS)[6]

سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک با تلفیق اطلاعات دریافتی از منابع مختلف مانند چراغ راهنمایی، باجه‌های عوارض و پارکینگ‌ها، ترافیک را مدیریت می‌کنند. این منابع، اطلاعات به روزی در مورد وضعیت فعلی ترافیک ارائه می‌دهند. سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک به‌طور فعال، ترافیک را کنترل کرده و به رانندگان در رانندگی ایمن‌تر و سریع‌تر کمک می‌کنند. برای کمک به کنترل ترافیک و بهبود کارایی، سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک می‌توانند در موارد زیر نقش موثری داشته باشند:

- تنظیم چراغ‌های راهنمایی و سایر علائم در زمان واقعی به صورت انتقال ترافیک به خیابان‌های بدون ترافیک

5 Global Positioning System (GPS)
6 Advanced Traffic Management System (ATMS)

- تنظیم پرداخت هزینه عوارض به‌صورت پویا
- ارائه اطلاعات مربوط به ترافیک
- اطلاع‌رسانی به رانندگان از پارکینگ‌های موجود، کاهش ازدحام و صرفه‌جویی در زمان برای جستجوی فضای پارک

۲. سیستم پیشرفته کنترل و ایمنی خودرو (AVCSS)[۷]

سنسورهای نصب شده در وسایل نقلیه، از جمله سیستم‌های پیشرفته کنترل و ایمنی خودرو است که هشدارهای بصری و اطلاعات مربوط به شرایط مخاطره‌آمیز را به رانندگان ارائه می‌دهد. وسایل نقلیه مجهز به سیستم پیشرفته کنترل و ایمنی خودرو را می‌توان یک وسیله نقلیه خودران سطح‌یک دانست. سیستم پیشرفته کنترل و ایمنی خودرو در جهت ارتقای رانندگی ایمن موارد زیر را فراهم می‌آورد:

- کنترل اتوماتیک وسیله نقلیه، جلوگیری و یا به حداقل رساندن خطاهای رانندگی
- جلوگیری از شرایط مخاطره آمیز و کمک به راننده در واکنش سریع
- فراهم آوردن کروز کنترل و کمک به پارک خودرو

۳. سیستم حمل‌ونقل عمومی پیشرفته (APTS)[۸]

سیستم حمل‌ونقل عمومی پیشرفته به شهروندان امکان دسترسی به اطلاعات مربوط به اتوبوس‌ها، از جمله در دسترس بودن صندلی و موقعیت مکانی و زمان تخمینی ورود اتوبوس به ایستگاه را می‌دهد. این سیستم با امکان استفاده از بلیت‌های تلفن همراه یا ارتباطات میدان‌نزدیک (NFC)[۹] برای پرداخت هزینه‌های حمل‌ونقل، پرداخت را آسان‌تر و انعطاف‌پذیرتر می‌سازد. این سیستم همچنین می‌تواند تصمیماتی پویا مانند تأخیر خارج از برنامه در حرکت اتوبوس‌ها را اتخاذ کند. سیستم حمل‌ونقل عمومی پیشرفته در محورهای زیر کاربرد دارد:

- سیستم‌های اطلاعات مسافر در زمان واقعی
- سیستم‌های مکان‌یابی خودکار وسیله نقلیه
- سیستم‌های اطلاع‌رسانی ورود اتوبوس به ایستگاه
- سیستم‌های تعیین اولویت حرکت اتوبوس‌ها در تقاطع‌ها

[7] Advanced Vehicle Control and Safety Systems (AVCSS)
[8] Advanced Public Transportation Systems (APTS)
[9] Near Field Communication (NFC)

٤. سیستم عملکرد وسایل نقلیه تجاری (CVO)[10]

مدیریت ناوگان با بهره‌گیری از سیستم عملکرد وسایل نقلیه تجاری، امکان مدیریت بهتر ناوگان تجاری را از طریق دستگاه‌هایی مانند ردیابی GPS فراهم می‌کند. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، سازمان می‌تواند ناوگان خود را کنترل نموده و هزینه‌ها را کاهش دهد. این هدف می‌تواند از طریق پایش مصرف سوخت، بررسی انطباق راننده با مسیرها و پروتکل‌ها، تجزیه و تحلیل هزینه‌های عملیاتی و ... محقق شود. این سیستم با هدف تقویت ارتباط بین سازمان‌های نظارتی و رانندگان، کاهش هزینه‌های عملیاتی و امکان ارائه کارآمد کالاها و خدمات به‌کار می‌رود.

[10] Commercial Vehicle Operations (CVO)

فصل دوم

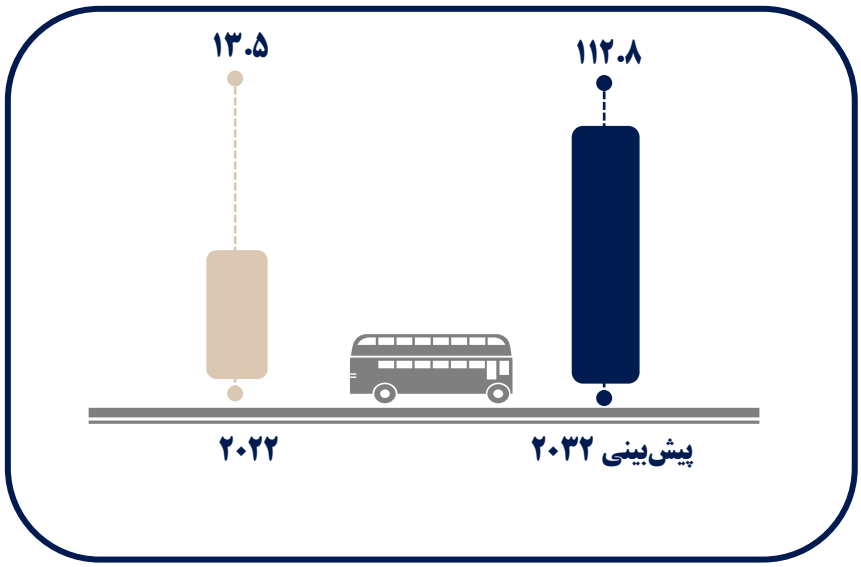
بازار حمل‌ونقل هوشمند

۲. پیش‌بینی بازار حمل‌ونقل هوشمند در جهان

افزایش هزینه‌های دولت و ضرورت ایجاد ابتکاراتی در زمینه تحول سیستم‌های حمل‌ونقل، عامل اصلی رشد بازار حمل‌ونقل هوشمند است. دولت‌ها در سراسر جهان چشم‌انداز روشنی برای بهبود بخش حمل‌ونقل هوشمند دارند. آن‌ها ابتکاراتی برای ارائه زیرساخت‌های باکیفیت‌تر، افزایش امنیت و ایجاد جریان ترافیکی یکپارچه انجام می‌دهند. پذیرش فزاینده فناوری‌های نوین در سال‌های اخیر موجب بازشکل‌گیری اکوسیستم حمل‌ونقل هوشمند و ارتقای کیفیت خدمات این حوزه شده است. در این بخش بازار حمل‌ونقل هوشمند در چهار حوزه جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی بررسی شده‌است.

۲-۱. بازار حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای

اندازه بازار حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای در سال ۲۰۲۲ حدود ۱۳.۵ میلیارد دلار برآورد شده است. پیش‌بینی می‌شود بازار حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای از ۱۷.۱ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۳ به ۱۱۲.۸ میلیارد دلار تا سال ۲۰۳۲ رشد کند که نشان‌دهنده نرخ رشدسالانه ترکیبی ۲۶.۶۰ درصد در طول پیش‌بینی است. برنامه‌های دولتی و سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه از سوی کسب‌وکارهای بزرگ، توسعه زیرساخت‌های باکیفیت را ارتقا داده و محرک اصلی تقویت رشد بازار هستند.

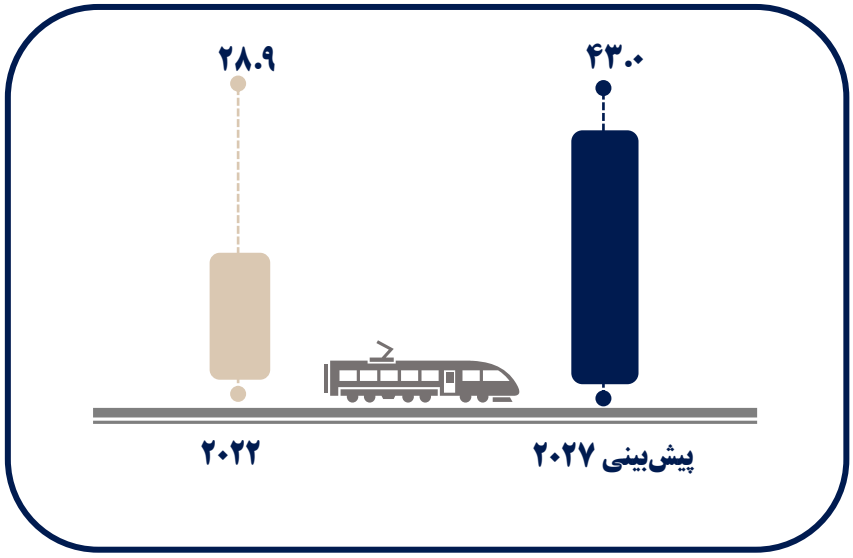


منبع: Marketsandmarket

۲-۲. بازار حمل‌ونقل هوشمند ریلی

انتظار می‌رود اندازه بازار حمل‌ونقل هوشمند ریلی از ۲۸.۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۲ به ۴۳.۰ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۷ با نرخ رشد سالانه مرکب ۸.۳ درصد در طول دوره پیش‌بینی افزایش یابد. جهان روزبه‌روز در حال دیجیتالی‌تر شدن است و این گذار بر حمل‌ونقل ریلی نیز تأثیر خواهد گذاشت. حمل‌ونقل ریلی که از نظر پذیرش فناوری به‌عنوان یک بخش محافظه‌کار در نظر گرفته می‌شود، مزایای انطباق با دیجیتالی‌شدن را تشخیص داده است. اتصال محاسبات ابری و هوش‌مصنوعی با

شروع به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتالی، به محورهای کلیدی حمل‌ونقل هوشمند ریلی تبدیل شده است. رشد بازار جهانی حمل‌ونقل هوشمند ریلی ناشی از ضرورت افزایش کارایی در عملیات ریلی، تقویت مشارکت بخش‌خصوصی و دولتی و پذیرش فناوری‌هایی است که برای مدیریت، خودکارسازی و ادغام فرآیندهای دیجیتالی استفاده می‌شوند. براساس مطالعات صورت‌گرفته انتظار بر این است که بازار کشورهای اروپایی به دلیل پذیرش زودهنگام فناوری و پروژه‌های راه‌آهن سریع‌السیر، نسبت به سایر جوامع با سرعت بالاتری در مسیر رشد قرارگیرند.



منبع: Marketsandmarket

سیستم مدیریت ترافیک ریلی امکان نظارت متمرکز و کنترل ترافیک شبکه ریلی را از طریق کنترل گروه‌های سوئیچ مسیر و اتصال سیگنال‌های دریافتی در امتداد مسیرهای راه‌آهن به یک دفتر مرکزی فراهم می‌آورد و عملکرد کل شبکه ریلی از طریق راه‌حل‌های کنترل ترافیک متمرکز مدیریت می‌شود.

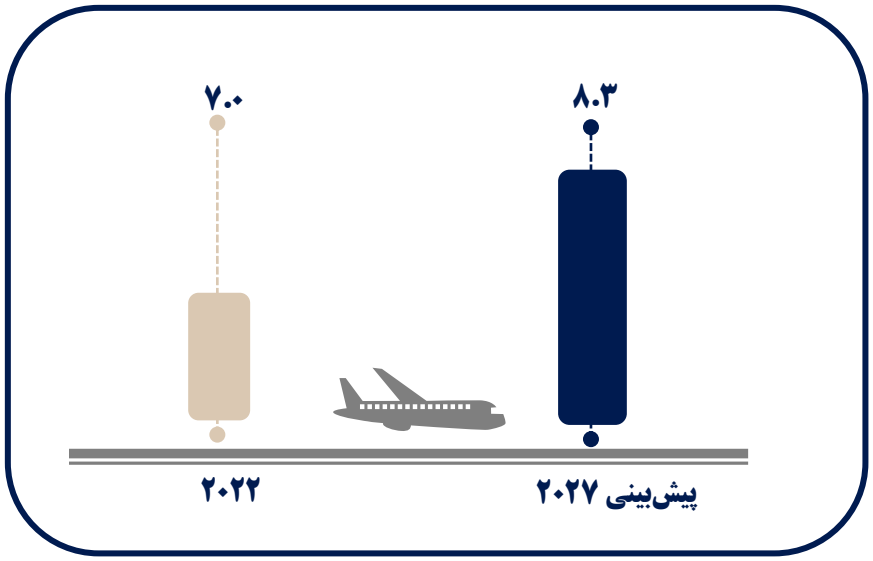
از ویژگی‌های سیستم مدیریت ترافیک ریلی می‌توان به برنامه‌ریزی ترافیک، سیستم مدیریت عملیات، منبع تغذیه و زیرساخت، ارائه اطلاعات کاربردی به مسافران، پشتیبانی، تعمیر، نگهداری و عملکرد راننده اشاره‌کرد.

۲-۳. بازار حمل‌ونقل هوشمند هوایی

پیش‌بینی می‌شود اندازه بازار حمل‌ونقل هوشمند هوایی از ۷.۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۲ به ۸.۳ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۷ افزایش یابد. افزایش استفاده از فناوری سلف‌سرویس[11] و همچنین نیاز رو به رشد به اطلاعات در زمان واقعی، به توسعه صنعت فرودگاه‌های هوشمند کمک نموده است. علاوه بر این استفاده از اینترنت اشیا در فرودگاه‌ها پیشرفت قابل‌توجهی در تجارت فرودگاه‌های هوشمند ایجاد کرده‌است. شرکت‌ها در سراسر جهان استفاده از پلتفرم‌های مبتنی بر رایانش ابری[12] برای

11 Self-Service Technology
12 Cloud Computing

افزایش کارایی عملیاتی را آغاز کرده‌اند. پلتفرم ابری با اتصال تامین‌کنندگان، یکپارچه‌سازان سیستم‌ها، توسعه‌دهندگان نرم افزار و سایر شرکت‌کنندگان در اکوسیستم طراحی و تولید با یکدیگر در یک پلت‌فرم مجازی، فرآیند طراحی را ساده می‌کند.



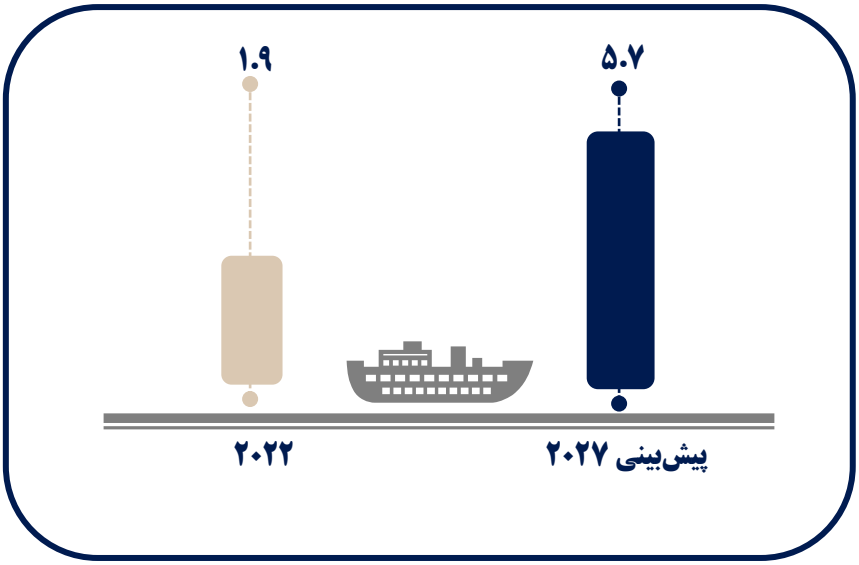
منبع: Marketsandmarket

مدیریت ترافیک هوایی طی سال‌های اخیر با افزایش شهرنشینی تکامل یافته و تقاضا برای خدمات حمل‌ونقل هوایی طی دهه گذشته به‌طور قابل توجهی افزایش یافته‌است. با افزایش تقاضا برای تجارت الکترونیک بین‌المللی و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل هوایی، استفاده از حمل‌ونقل هوایی برای افراد بیشتری مقرون به‌صرفه شده است و تقاضا برای هواپیماهای تجاری افزایش یافته است. خطوط هوایی به‌طور مستمر حجم ناوگان خود را افزایش می‌دهند تا محبوبیت روزافزون حمل‌ونقل هوایی را تامین کنند. پیش‌بینی می‌شود که پیشرفت فناوری‌ها در سیستم فروش بلیت هوشمند با همکاری سیستم‌های پرداخت باز، کارت‌خوان‌های هوشمند، سیستم‌های مجازی‌سازی عملکرد شبکه (NFV)[۱۳] و پایانه‌های فروش (POS)[۱۴] باعث توسعه ارتباطات شبکه حمل‌ونقل هوایی شود.

۲-۴. بازار حمل‌ونقل هوشمند دریایی

پیش‌بینی می‌شود که بازار جهانی حمل‌ونقل هوشمند دریایی تا سال ۲۰۲۷ از ۱.۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۲ با رشد سالانه مرکب ۲۴.۳ درصد به ۵.۷ میلیارد دلار برسد. مزیت رشد بازار حمل‌ونقل هوشمند دریایی را می‌توان به نیاز روزافزون به افزایش کارایی عملیات بندری و کاهش ردپای کربن و همچنین ابتکارات دولت‌ها در توسعه زیرساخت‌های بنادر هوشمند، ارتقای بنادر موجود و توسعه بنادر جدید در پاسخ به تقاضای فزاینده برای بنادر هوشمند در آینده نسبت داد. آسیا و اقیانوسیه بیشترین سهم از بازار بنادر هوشمند را در سال ۲۰۲۱ به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس پیش‌بینی‌ها انتظار می‌رود اروپا دومین بازار سریع‌الرشد بنادر هوشمند در طول دوره پیش‌بینی (۲۰۲۲ تا ۲۰۲۷) باشد.

[13] Network Function Virtualization (NFV)
[14] Point of Sale (POS)



منبع: Marketsandmarket

برنامه‌های نرم‌افزار دریایی، شرکت‌های کشتیرانی را قادر می‌سازد تا کارایی عملیاتی را بهبود بخشند و داده‌های دقیقی را بین کشتی و مرکز ارائه دهند تا نیاز به همگام‌سازی دستی بین دو مکان از بین‌رفته و به کشتی‌ها و دفاتر برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه کمک کند. این نرم افزارها به دلیل بهبود کارایی عملیاتی و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، برای شرکت‌های حمل‌ونقل ضروری هستند. انتظار می‌رود اروپا در طول دوره پیش‌بینی بزرگترین اندازه بازار حمل‌ونقل هوشمند دریایی را داشته باشد.

۲-۵. پویایی بازار حمل‌ونقل هوشمند

محرک بازار حمل‌ونقل هوشمند؛ پذیرش فناوری‌های اتوماسیون

تکامل بسیاری از فناوری‌ها امکان تبادل اطلاعات بین دستگاه‌های الکترونیکی مختلف را بدون نیاز به تعامل مستقیم انسان فراهم کرده است. انتظار می‌رود همگرایی پلتفرم‌های اینترنت اشیا با راه‌حل‌های حمل‌ونقل هوشمند به رشد بازار کمک کند. همچنین دستگاه‌های هوشمندی که برای اتصال، اتوماسیون و کنترل بهتر ادغام شده‌اند، از نظر اشتراک‌گذاری داده‌ها با مراکز کنترل مدیریت حمل‌ونقل و فضای ابری، هوشمندتر شده‌اند. با افزایش تقاضا برای فناوری‌های متصل انتظار می‌رود برنامه‌ها و دستگاه‌های هوشمند، موجب رشد بازار حمل‌ونقل هوشمند شوند.

محدودیت بازار حمل‌ونقل هوشمند؛ سیاست‌های نظارتی سختگیرانه

سیستم حمل‌ونقل هوشمند شامل اتصال وسایل‌نقلیه و زیرساخت‌ها به‌صورت بی‌سیم با کمک سنسورها و برنامه‌های کاربردی است. با این حال، خدمات حمل‌ونقل مبتنی بر برنامه، از سوی نهادهای حقوقی در برخی کشورها تعریف نشده است. همچنین، صاحبان وسایل نقلیه در برخی کشورها ملزم به دریافت برخی مجوزها و ثبت‌نام مجزا برای انجام برخی عملیات هستند که چالش‌هایی را برای ارائه‌دهندگان خدمات حمل‌ونقل مبتنی بر برنامه به دلیل اینکه آن‌ها مالک این وسایل نقلیه نیستند، ایجاد

می‌کند. این سیاست‌های نظارتی سخت‌گیرانه در حوزه حمل‌ونقل، ارائه خدمات حمل‌ونقل موردنیاز کاربران را برای اپراتور وسیله نقلیه دشوار کرده و به تبع آن بر رشد بخش خدمات تأثیر منفی می‌گذارد.

فرصت بازار حمل‌ونقل هوشمند؛ ورود تجزیه و تحلیل به حوزه حمل‌ونقل هوشمند

استفاده از تجزیه و تحلیل در حمل‌ونقل هوشمند، منجر به افزایش ظرفیت تصمیم‌گیری و کنترلی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، کاهش تأخیر در تصمیم‌گیری برای دستگاه‌های متصل شده و مقیاس‌پذیری زیادی ایجاد می‌کند. فرآیند محاسبات تحلیلی در دستگاه‌ها بدون انتظار برای دریافت داده در سیستم ذخیره‌سازی متمرکز انجام می‌شود و سپس به‌صورت تحلیلی پردازش می‌شود. حمل‌ونقل هوشمند یک اکوسیستم منسجم از تمامی شیوه‌های حمل‌ونقل است که تجزیه و تحلیل سیستم‌های تلویزیونی مدار بسته[15] و دوربین‌های نظارتی را با قابلیت تجزیه و تحلیل آنی، تقویت می‌کند.

چالش بازار حمل‌ونقل هوشمند؛ هزینه اولیه بالای استقرار

هزینه اولیه برای استقرار سیستم حمل‌ونقل هوشمند بسیار زیاد است. برای راه‌اندازی دستگاه‌های سطح زمین، جایگزینی زیرساخت‌های قدیمی، فراهم‌کردن شبکه‌های انتقال بین کاربران نهایی و مدیریت سیستم‌های جدید و موجود، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های اولیه زیادی دارد. هزینه‌های بالای عملیاتی و نگهداری پس از استقرار سیستم نیز یک چالش بزرگ است. علاوه بر این، محدودیت بودجه عامل بازدارنده‌ای در به‌کارگیری فناوری‌ها و راه‌حل‌های پیشرفته توسط دولت‌ها و همچنین بازیگران بخش‌خصوصی است.

[15] Closed Circuit TV (CCTV)

فصل سوم

نقش فناوری‌های نسل چهارم

در حمل‌ونقل

۳. نقش فناوری‌های نسل چهارم در صنعت حمل‌ونقل

در دنیای امروزه با گسترش فناوری‌های نوظهور و ارتباطات، یک جاده یا یک بزرگراه دیگر یک مسیر طولانی و خسته‌کننده نخواهد بود. به لطف پیشرفت تکنولوژی، اکنون راه‌ها و بزرگراه‌ها یک شبکه هوشمند مرکب از انسان‌ها و وسایل نقلیه و جاده‌هایی هستند که از الگوریتم‌ها و نرم‌افزارهای متنوعی تشکیل شده‌اند که خود یک اکو سیستم بزرگ است.
فناوری‌های نسل چهارم نه تنها در حوزه جاده بلکه در تمامی ابعاد حمل‌ونقل از جمله حوزه‌های ریلی، دریایی و هوایی تاثیر به‌سزایی داشته است. در ادامه اثرگذاری فناوری‌های نسل چهارم در دو محور اینترنت اشیا و هوش مصنوعی بر چهار حوزه حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، دریایی و هوایی به تفصیل مورد بررسی قرارگرفته است.

۳–۱. نقش اینترنت اشیا در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل

اینترنت اشیا شبکه‌ای از دستگاه‌های به‌هم متصل است که می‌تواند داده‌ها را به اشتراک بگذارد، تصمیم‌گیری کند، دستورات را اجرا کند و خدمات مفید مختلفی ارائه دهد. طراحی کلی اینترنت اشیا، همراه با ویژگی‌های متمایز و کاربردهای بالقوه آن، از موضوعات مهم در آینده هستند.

ترافیک در کلان شهرها به دلیل تعداد بسیار زیاد خودروهای شخصی که مردم به‌صورت روزانه از آن استفاده می‌کنند، بسیار پیچیده شده‌است. ازدحام و چالش‌های ترافیکی، موجب صرف هزینه، زمان، انرژی، ایجاد آلودگی محیط‌زیستی و بروز حوادث غیرمترقبه می‌شود. اینجاست که فناوری در قالب اینترنت اشیا به کمک انسان آمده است و سیستم مدیریت ترافیک کارآمد و مؤثری، از طریق عملکردهای ترکیبی اینترنت اشیا، مانند مدیریت و نظارت، ردیابی، شناسایی و محاسبات ارائه کرده‌است.

۳–۱–۱. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل جاده‌ای

کاربردهای خاصی از اینترنت اشیا در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل جاده‌ای قابل‌مشاهده است. پرداخت عوارض الکترونیکی بدون توقف در بزرگراه‌ها، زمان‌بندی و هشدارهای اضطراری از طریق تلفن همراه و سیستم ضدسرقت وسیله نقلیه از جمله کاربردهای اینترنت اشیا در حمل‌ونقل جاده‌ای است. در آینده نزدیک می‌توان ارتباط بین وسایل‌نقلیه با یکدیگر، اشخاص و وسایل‌نقلیه و همچنین وسایل نقلیه و جاده‌ها را به‌عنوان یک سیستم بزرگ حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای تصور کرد که باعث حل بسیاری از چالش‌های مربوط به ترافیک، آلودگی محیط‌زیستی و امنیت خواهد شد. با توسعه فناوری اینترنت اشیا، کاربردهای بیشتر و بهتری از حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر این فناوری وجود خواهد داشت که تاثیر زیادی در بهبود کیفیت حمل‌ونقل و مدیریت آن از سه طریق زیر خواهد داشت.
نخست؛ درک دقیق‌تر سیستم‌های حسگر و دریافت اطلاعات از وسیله‌نقلیه برای نظارت بر جریان حمل‌ونقل با احتساب وضعیت فعلی وسیله و اطلاعاتی که به مرکز مدیریت حمل‌ونقل ارسال می‌شود.
دوم؛ به‌طور گسترده‌ای وضعیت زیست‌محیطی جاده را به افراد در حال سفر ارائه داده و باعث بهینه‌سازی سفر می‌گردد.

سوم؛ از طریق هوشمندسازی زیرساخت‌های جاده‌ای تا حد زیادی از طریق مکانیسم‌های مدیریت و برنامه‌ریزی باعث به حداکثر رساندن ایمنی شبکه حمل‌ونقل خواهد شد.

به‌کارگیری فناوری اینترنت اشیا در مسیر تحقق اهداف استراتژیک حمل‌ونقل جاده‌ای، باعث استفاده بهینه از منابع حمل‌ونقل خواهدشد. به‌عبارت دیگر فناوری اینترنت اشیا در کاهش ترافیک جاده‌ای، ارتقا ضریب ایمنی وسایل نقلیه و جاده به دلیل ارتباط درون شبکه‌ای وسایل هوشمند با یکدیگر، صرفه‌جویی در زمان سفرها به دلیل انتخاب هوشمندانه سریع‌ترین مسیر برای رسیدن به مقصد از طریق تعامل وسایل نقلیه، پلاک‌های هوشمند، کاهش مصرف سوخت، کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و گازهای گلخانه‌ای و خیلی از موارد دیگر می‌تواند چشم‌انداز روشنی از آینده حمل‌ونقل جاده‌ای هوشمند را به تصویر بکشد. در عین حال مسافران می‌توانند در سفرهای خود با این ابزارهای هوشمند به‌صورت آنلاین از اطلاعات، سرگرمی‌ها و خدمات این وسایل و ابزارهای موجود در آن‌ها همچون صندلی‌های هوشمند برای کاهش خستگی سفر و ایجاد حس آرامش در فضای داخلی وسایل نقلیه بهره‌مند شوند. در ضمن کلیه ابزارها و وسایل هوشمند شده بر اساس اینترنت اشیا، به‌صورت پیوسته سیستم را مدیریت خواهند نمود.

۳-۱-۲. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل ریلی

اینترنت اشیا می‌تواند از مسیرهای مختلفی کارایی سفرهای ریلی و تجربه کاربران را بهبود بخشد. این موضوع به‌ویژه با توجه به وضع مقررات جدید گسترده در صنعت ریلی برای بهبود کیفیت خدمات، حائز اهمیت است. در ادامه به چند کاربرد اینترنت اشیا که می‌تواند سفر ریلی را بهبود بخشد، اشاره شده‌است:

۱. کاهش ازدحام جمعیت

اینترنت اشیا می‌تواند برای نظارت بر تراکم مسافران از طریق تجزیه و تحلیل ویدئویی و استفاده از حسگرها در ایستگاه مورد استفاده قرار گیرد. در ترکیب با دوربین‌هایی که احتمالاً از قبل استفاده خواهند شد، می‌توان ازدحام جمعیت را به‌طور برخط مشاهده و اقدامات لازم همچون هدایت مسافران به سایر سکوها و یا بازکردن گیت‌های بلیت اضافی انجام داد.

۲. استفاده از سنسورهای پیشرفته برای ارتقای ایمنی

روشنایی به‌عنوان بخش ضروری ایمنی در ایستگاه‌های قطار به ویژه قطارهای سریع‌السیر اهمیت ویژه‌ای دارد. با ادغام اینترنت اشیا در سیستم روشنایی، حسگرها می‌توانند محیط عمومی ایستگاه را کنترل نموده و از سطح ایده‌آل روشنایی اطمینان ایجاد کنند.

۳. نظارت بر شرایط محیطی

شرایط محیطی بخش بزرگ دیگری از تجربه مشتری است که نه تنها از منظر ایمنی، بلکه از نظر راحتی نیز بسیار بااهمیت است. زمانیکه همه فن‌ها، بخاری‌ها و واحدهای تهویه مطبوع به سنسورها متصل می‌شوند، به‌طور همزمان سطح دما و رطوبت مناسب را کنترل نموده و اگر یکی از آن‌ها خراب شود، می‌توان آن را به‌صورت مجزا تعمیر نمود. این شرایط تأثیر زیادی بر مدت‌زمان توقف افراد در ایستگاه داشته و بر زمانبندی مسافران برای رسیدن به ایستگاه تاثیرگذار است.

٤. پایش کیفیت هوا

از اینترنت اشیا می‌توان برای کاربرد در حسگرها به‌منظور نظارت بر کیفیت هوا و اعلان هشدار استفاده نمود. قطارها موجب انتشار ذرات و گرد و غبار به هوا می‌شوند که ممکن‌است اثرات مضری بر سلامتی افرادی که مشکلات تنفسی یا بیماری‌های خاص دارند، داشته‌باشد. لذا کیفیت هوا می‌تواند بر تجربه مشتری و همچنین سلامت بلندمدت آن‌ها تأثیر زیادی بگذارد که نیاز به نظارت و مدیریت دقیق دارد.

۳-۱-۳. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوایی

اینترنت اشیا از مسیرهای مختلفی از جمله دستگاه‌های متصل و سیستم‌های مبتنی بر حسگر راه برای مدیریت مسافران، خدمه، ردیابی چمدان و کنترل آب‌وهوای کابین و حتی هشدارهای اضطراری، صنعت هوانوردی را تحت تاثیر قرارداده است.

در ادامه به برخی از کاربردهای اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوایی هوشمند اشاره شده است:

۱. کنترل هوای کابین

حسگرهای مبتنی بر تشخیص دما، از طریق سیستم‌های کنترل دمای خودکاری که به‌طور استراتژیک در کابین قرار داده شده‌اند بر اساس موقعیت مکانی و پیش‌بینی آب‌وهوا، دمای داخل کابین را حفظ می‌کنند. چنین حسگرهایی می‌توانند اطلاعات دمای لحظه‌ای هواپیما را جمع‌آوری نموده و به خدمه کابین این امکان را بدهند تا اقدامات لازم برای کاهش یا افزایش دما مطابق با نیاز را انجام دهند و موجب بهبود تجربه مسافران شوند.

۲. ایمنی هواپیما

سنسورهای متعدد در بخش‌های مختلف هواپیما قادر است سرعت و زاویه هواپیما، شرایط آب‌وهوایی و .... را ردیابی نموده و از طریق اتصال به سیستم مرکزی موجب ایجاد ارتباط دستگاه‌ها با یکدیگر شده و توسط خلبانان یا مسئولان کنترل زمینی، نظارت شود. این سیستم از طریق انتقال داده‌ها و ایجاد ارتباط، در صورت بروز ناهنجاری در هر یک از قسمت‌های هواپیما موجب بهبود کارایی عملکرد هواپیما شده، سیستم‌های تعمیر و نگهداری را از قبل مدیریت نموده و اقدامات پیشگیرانه برای هواپیما و مسافران انجام دهد.

۳. مدیریت ترافیک

اگرچه هواپیماها همواره تحت سیستم‌های ردیابی قرار دارند، با استفاده از اینترنت اشیا می‌توان هواپیماها را از طریق زمان ورود و خروج آن‌ها ردیابی کرد تا میزان در دسترس بودن و توقف در باند قابل مشاهده باشد. این موضوع می‌تواند برنامه‌ریزی پایش سرعت، زمان‌بندی مجدد برای تسهیل حرکت، جلوگیری از برخوردهای احتمالی و حفظ جریان هواپیما در خط را فراهم کند و با ویژگی‌های هوش‌مصنوعی برای سازماندهی هواپیما بر اساس اطلاعات ورود و خروج پروازها ترکیب شود.

٤. تعمیر و نگهداری کارآمد

اینترنت اشیا می‌تواند جایگزین خوبی برای استفاده بهینه از شیوه‌های نگهداری باشد. از طریق در اختیار قراردادن داده‌های اطلاعاتی حاصل از اینترنت اشیا به مهندسان مربوطه، می‌توان به آن‌ها امکان اولویت‌بندی تعمیر و نگهداری هواپیماها را داد. این موضوع نه تنها موجب صرفه‌جویی در زمان می‌شود، بلکه باعث ایجاد اطمینان از تعمیر و نگهداری در زمان مناسب نیز خواهد شد. همچنین اینترنت اشیاء می‌تواند اطلاعات لحظه‌ای در مورد قطعات و نوع تعمیر و نگهداری آن‌ها را ارائه دهد.

٥. بهبود تجربه مسافر

همه شرکت‌های هواپیمایی دارای برنامه کاربردی و پورتال به‌روز رسانی مخصوص به خود برای استفاده مسافران هستند. با استفاده از چنین ابزارهایی، خطوط‌هوایی جریان یکپارچه‌ای از تبادل اطلاعات بین مسافران و خدمه کابین را ایجاد می‌کنند. چنین اطلاعاتی می‌تواند موجب کاهش سردرگمی مسافران از طریق ایجاد سیستمی مدون برای جابه‌جایی مسافران، جزئیات و برنامه گیت‌ها، دریافت اعلان زمان حرکت و هرگونه تغییر در برنامه‌ها، سفارشی‌سازی تجربه حین پرواز و ارائه خدمات شخصی سازی‌شده بر اساس انتخاب‌های قبلی مسافر شود.

٦. شخصی‌سازی

اینترنت‌اشیا و کلان‌داده به‌صورت توام کار می‌کنند؛ به‌نحوی که دستگاه‌های اینترنت اشیا، راه را برای تولید کلان داده‌ها هموار می‌کنند که در نتیجه‌گیری و تصمیم‌گیری‌های خاص استفاده می‌شود. دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت‌اشیا می‌توانند هنگام رزرو صندلی از پورتال آنلاین مبتنی بر وب یا انتخاب منوی غذایی هنگام رزرو صندلی، ترجیحات مشتری را ضبط و پیگیری کنند.

۷. مدیریت چمدان

جمع‌آوری و بارگیری چمدان برای مسافران کار سخت و آزاردهنده‌ای است که در صورت هرگونه برخورد نادرست و ناتوانی مجموعه می‌تواند برای خدمه چالش ایجاد کند. راه‌حل‌های مجهز به اینترنت‌اشیا مانند بارکدها یا تراشه‌ها می‌توانند به ردیابی چمدان توسط مسافران در هنگام سوار شدن به پرواز کمک کنند. چنین دستگاه‌ها و ویژگی‌هایی به مسافران این امکان را می‌دهند که موقعیت مکانی و وضعیت چمدان خود را از طریق تلفن هوشمند خود بررسی کنند.

۸. فرودگاه‌های هوشمند

درست مانند شهرهای هوشمند، اینترنت‌اشیا می‌تواند ایجاد فرودگاه‌های هوشمند را به واقعیت تبدیل کند. ایده اصلی ایجاد سیستم‌های خودکار و مبتنی‌بر حسگر این است که اطلاعات را از مسافران جمع‌آوری و تجزیه تحلیل نموده و جمعیت را در ایست‌های بازرسی مختلف فرودگاه مانند تأیید گذرنامه، بررسی‌های امنیتی و حتی ارسال چمدان راهنمایی کند.

این کار کل فرآیند را هم برای کارکنان فرودگاه و هم برای مسافران در زمینه فرآیندهای تشریفاتی سخت و زمان‌بر، راحت‌تر کرده و ازدحام جمعیت و مشکلات مدیریتی کمتری را به دنبال خواهد داشت.

۳–۱–۴. کاربرد اینترنت اشیا در حمل‌ونقل دریایی

شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی می‌توانند به‌جای ردیابی سنتی بار و یا بارکدخوان دستی، با استفاده از حسگرهای اینترنت اشیا بسیاری از فرآیندها را به‌صورت خودکار مدیریت کنند. در اینجا به چند مورد از نقش فعال فناوری در بهبود حمل‌ونقل دریایی پرداخته شده است:

۱. ردیابی محموله

فرستنده‌ها و شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی می‌توانند بر اساس حسگرهای اینترنت اشیا در کانتینر هوشمند یا اقلام داخل آن، محموله را ردیابی کنند که موجب صرفه‌جویی در زمان می‌شود و فرستنده بار می‌تواند محموله را هنگام عبور از اقیانوس و ورود به بندر دنبال کند.

۲. تأیید خدمات در سطوح مختلف

فرستنده‌ها و شرکت‌های حمل‌ونقل می‌توانند به‌طور خودکار با استفاده از اطلاعات حسگرهای اینترنت اشیا، تسویه‌حساب کنند. به‌عنوان مثال، اگر محموله بدون هیچ هشدار دمایی از طریق سفر دریایی به اسکله رسیده باشد و یا اگر در جایی در طول مسیر آسیبی ایجاد شده باشد، اینترنت اشیا می‌تواند در تشخیص اینکه آسیب در چه نقطه‌ای رخ داده است و مسئولیت آن با چه کسی است، کمک کند.

۳. ظروف هوشمند

ظروف هوشمند با هدف نظارت و به اشتراک‌گذاری اعلان‌ها در مورد نور و تغییرات دمایی محیط، برای کنترل کالاهای داخل ظروف استفاده می‌شوند. ظروف هوشمند می‌توانند باز و بسته شدن درها و همچنین سایر اقدامات غیرمنتظره را ردیابی کنند. همچنین این ظروف، اطلاعات مکانی را به اشتراک گذاشته و به کاربران این امکان را می‌دهد تا به اطلاعات محموله در هر بازه زمانی، دسترسی داشته باشند.

٤. بنادر هوشمند

به لطف فناوری، برخی از بنادر جهان در حال هوشمندشدن هستند و از مزایای اینترنت اشیا برای کمک به برنامه‌ریزی اسکله و مسائل آب‌وهوایی استفاده می‌کنند. این بنادر می‌توانند اسکله‌های خود را بهینه‌سازی کنند تا امکان اتصال کارآمدتر آن‌ها را فراهم کنند. دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا را می‌توان برای نظارت بر جرثقیل‌ها، اسکله‌ها، تأسیسات ذخیره‌سازی، پهلوگیری کشتی و تمامی امکانات مرتبط استفاده کرد. این فناوری می‌تواند به کارگران کمک کند تا کانتینرها را با کارایی بیشتری به مکان‌های ذخیره‌سازی یا حمل‌ونقل مناسب منتقل کنند.

۳–۲. نقش هوش مصنوعی[17] در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل

هوش‌مصنوعی به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور که بخش حمل‌ونقل را در آینده متحول خواهدکرد در کانون توجه قرار دارد. در حال حاضر این فناوری در بسیاری از زمینه‌های حمل‌ونقل از جمله کمک به ماشین‌ها، قطارها، کشتی‌ها و هواپیماها برای عملکرد مستقل و روان‌تر کردن جریان‌های ترافیکی استفاده می‌شود. سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند برای کمک به انسان و یا حتی جایگزینی انسان در بسیاری از سیستم‌های حمل‌ونقل مورد استفاده قرار گیرند. پیش‌بینی می‌شود این سیستم‌ها از طریق حذف خطاهای انسانی و کاهش فواصل زمانی لازم برای تصمیم‌گیری و پردازش ذهنی، نقش بسیار مهمی در کنترل ترافیک ایفا کنند.

[17] Artificial intelligence (AI)

دولت ایالات متحده به‌طور فعال در توسعه و پذیرش هوش‌مصنوعی در حمل‌ونقل سرمایه‌گذاری می‌کند؛ آسیا و اقیانوسیه نیز با توجه به سیستم حمل‌ونقل گسترده و جمعیت بالای آن، در حال توسعه سریع سیستم حمل‌ونقل از طریق هوش‌مصنوعی است. چین با سهم بیش از ۳۶ درصدی در سال ۲۰۲۲ یکی از کشورهای پیشرو در بازار حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی بوده‌است. دولت چین برای تبدیل‌شدن به یک پیشرو در صنایع با فناوری پیشرفته، به‌صورت گسترده استفاده از هوش‌مصنوعی و سایر فناوری‌های پیشرفته در حمل‌ونقل را توسعه داده است. در ادامه به برخی از کاربردهای هوش‌مصنوعی در حوزه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، دریایی، هوایی و ریلی اشاره شده‌است.

۳-۲-۱. کاربرد هوش‌مصنوعی در حمل‌ونقل جاده‌ای

وایمو[18] به‌عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین نمونه‌های هوش‌مصنوعی در صنعت حمل‌ونقل، یک شرکت تاکسی تجاری است که خدمات خود را از طریق اتومبیل‌های خودران توسعه داده‌است. این شرکت در سال ۲۰۱۰ شروع به توسعه وسایل‌نقلیه خودران کرده و در سال ۲۰۱۸ کامیون‌ها و مینی‌ون‌ها را در تعدادی از ایالت‌ها برای آزمایش در جاده‌های عمومی معرفی کرده‌است، اما تولید انبوه آن هنوز شروع نشده است. وایمو در حال برنامه‌ریزی برای گسترش این سرویس منحصر به‌فرد در ایالت‌های مختلف است. وایمو در مرکز شهر فونیکس[20] برای هر فردی که برنامه را دانلود و در منطقه سرویس‌دهی شرکت از آن استفاده کند، این امکان را می‌دهد تا با پرداخت هزینه، از خودروهای برقی جگوار موسوم به I-Pace استفاده کرده و سرویس تاکسی بدون راننده را تجربه کنند.

شرکت ترنس‌متریک[21] نمونه دیگری از استفاده از تجزیه و تحلیل پیش‌بینی در صنعت خدمات حمل‌ونقل است. شرکت ترنس‌متریک که در سوفیای بلغارستان واقع شده‌است از کلان‌داده در کنار تحلیل پیش‌بینی برای کارآمدتر کردن حمل‌ونقل استفاده می‌کند. ترنس‌متریک این کار را با پیش‌بینی دقیق حجم حمل‌ونقل و کاهش ظرفیت‌های خالی انجام می‌دهد. همچنین این شرکت از هوش‌مصنوعی برای بهبود فرایند تحلیل داده و ارائه پیشنهاداتی جهت بهینه‌سازی و کارآمدسازی فرآیندها استفاده می‌کند.

شرکت هیتاچی[22] نیز یک شرکت پیشرو در صنعت حمل‌ونقل است که به دلیل ادغام هوش‌مصنوعی در حمل‌ونقل شناخته شده‌است. هیتاچی از نرم‌افزارهای پیشرفته برای بهینه‌سازی عملیات تعمیر و نگهداری ناوگان حمل‌ونقل استفاده می‌کند. شرکت مزبور با استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا و هوش‌مصنوعی اطلاعات را جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل می‌کند و بر ناوگان و سلامت تجهیزات نظارت دارد.

[18] Waymo
[20] Phoenix
[21] Trans metrics
[22] Hitachi

۳-۲-۲. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل ریلی

هوش‌مصنوعی از مسیرهای مختلفی بر حمل‌ونقل ریلی تاثیر گذار است. از جمله بارزترین کاربردهای هوش مصنوعی در سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی به شرح زیر است:

۱. خودکارسازی عملیات ریلی

خودکارسازی عملیات ریلی[۲۳]، مسئولیت مدیریت عملیات قطار را با درجات مختلفی از خودکار بودن، از راننده به سیستم کنترل واگذار می‌کند. کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکال[۲۴]، چهار درجه‌ی استاندارد خودکار بودن قطار را مشخص کرده است که درجه‌ی سوم مربوط به عملیات بدون راننده ولی با حضور اعضای خدمه قطار در کابین و درجه‌ی چهارم مربوط به قطارهای کاملا مستقل و بدون مراقب است. یک استارتاپ بلژیکی به نام OTIV، سامانه کمک‌راننده[۲۵] و سیستم تمام خودران[۲۶] را برای قطارهای ریلی سبک و عملیات جابجایی بین خطوط توسعه داده‌است. این استارتاپ از هوش مصنوعی، یادگیری عمیق، بینایی‌ماشین و سنسورها برای توسعه سامانه خودروهای ریلی سبک فاقد آلایندگی استفاده می‌کند تا لکوموتیوهای مربوطه را با محیط شهری سازگارتر کند. سامانه‌های کمک راننده[۲۷] و تماما خودران[۲۸]، با تجهیز به فناوری‌های تشخیص مانع و پیشگیری از برخورد، موجب افزایش امنیت و بهره‌وری حمل‌ونقل ریلی شده‌است.

۲. آگاهی از خرابی‌های احتمالی

برای اپراتورهای ریلی و مدیریت زیرساخت، آگاهی از خرابی‌های احتمالی قبل از وقوع، به‌منظور جلوگیری از هرگونه وقفه در ارائه خدمات، بسیار ارزشمند است. امروزه هوش‌مصنوعی می‌تواند از قدرت داده‌های فراهم شده توسط سنسورهای مستقر در قطارها یا مولفه‌های زیرساخت استفاده کند تا در زمان مناسب اطلاعات را استخراج و اقداماتی را برای نگهداری از قطار پیشنهاد دهد که مزایای زیادی از جمله تعمیر سریع‌تر، کاهش هزینه‌های نگهداری و رضایت بهتر مشتریان را به همراه دارد. علاوه بر این اپراتورهای قطار می‌توانند رزرو مورد نیاز برای مواقع خرابی ناوگان را کاهش دهند و از هوش مصنوعی برای افزایش اطمینان و اثربخشی استفاده کنند. در اروپا ۲۵۰ لوکوموتیو توسط شرکت ملی راه‌آهن آلمان، با هوش مصنوعی ایجاد شده‌است تا بتوانند عملکرد ترمز، دمای موتور و سایر شرایط موردنظر را نظارت کرده و پیش‌بینی‌های لازم برای تعمیر و نگهداری را انجام دهند. این سیستم به دلیل اینکه به‌جای قراردادن شاخص‌های از پیش تعیین‌شده، داده‌های زمان واقعی درباره شرایط لوکوموتیو را وارد اپلیکیشن می‌کند، دقت بالاتری نسبت به سیستم‌های قدیمی‌تر دارد. نتایج حاصل طرح آزمایشی شرکت ملی راه‌آهن آلمان، نشان می‌دهد با استفاده از این فناوری، خرابی لوکومتیوهای هوشمند نسبت به نمونه‌های قبلی حدود ۲۵ درصد کاهش یافته‌است.

۳. بهبود ایمنی

هوش‌مصنوعی راه‌حل‌های جدیدی برای بهبود ایمنی در صنعت ریلی ارائه داده است. با تجزیه و تحلیل داده‌ها در زمان واقعی، سیستم‌ها می‌توانند خطرات احتمالی را شناسایی کرده و به اپراتورها هشدار دهند. به‌عنوان مثال، دوربین‌های مجهز

---

[23] Automatic Train Operation (ATO)
[24] International Electrotechnical Commission (IEC)
[25] Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)
[26] Full Self Driving (FSD)
[27] Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)
[28] Full Self-Driving (FSD)

به هوش‌مصنوعی می‌توانند شرایط مسیر را کنترل کنند و به اپراتورها در مورد هرگونه بحرانی هشدار داده و از خروج قطار از ریل جلوگیری کنند. شرکت حمل‌ونقل جنرال الکتریک[۲۹]، ازهوش مصنوعی برای ارتقای کارایی لوکوموتیوهای خود استفاده کرده است. لوکوموتیوهای هوشمند، به سنسورهایی مجهز هستند که داده‌ها را جمع‌آوری کرده و آن را وارد یک اپلیکیشن یادگیری ماشینی می‌کند، سپس اپلیکیشن، به آنالیز داده‌ها می‌پردازد که نهایتا روند تصمیم‌گیری در زمان واقعی را تسریع می‌بخشد.

٤. مسیریابی بهینه

سیستم‌های هوش مصنوعی در بستر حمل‌ونقل ریلی می‌توانند با توجه به داده‌هایی چون مبدأ، مقصد، فاصله بین مبدأ و مقصد، ایستگاه‌های در مسیر حرکت، شرایط آب‌وهوایی مسیر، سرعت حرکت وسیله‌ی نقلیه و داده‌های ترافیکی، مسیر بهینه حرکت را تعیین کنند و بدین‌صورت موجب صرفه‌جویی در زمان مسافران و مصرف سوخت قطار خواهندشد.

۳-۲-۳. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل هوایی

فناوری هوش‌مصنوعی در حال ایجاد تحول بزرگی در صنعت هواپیمایی از طریق بهینه‌سازی عملیات پرواز است. شرکت‌های هواپیمایی پیشرو در جهان در حال استفاده از هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های نوظهور برای ارائه خدمات شخصی‌سازی‌شده و بهبود تجربه مشتری هستند. صنعت حمل‌ونقل هوایی از بینایی ماشین[۳۰]، داده‌کاوی[۳۱] و رباتیک برای پیش‌بینی مواردی چون خرابی هواپیما و زمان موردنیاز برای تعمیر، تحلیل آب‌وهوا و تأخیر در پروازها استفاده می‌کند که در بهبود برنامه‌ریزی‌ها بسیار مؤثر است. در ادامه به برخی از کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت حمل‌ونقل هوایی اشاره شده است.

۱. استفاده از هوش‌مصنوعی در سیستم خلبان خودکار[۳۲]

بسیاری از شرکت‌ها در تلاش برای به کارگیری هواپیمای بدون خلبان برای تحویل بار می‌باشند. برای مثال یک استارتاپ در کالیفرنیا به نام ناتیلوس درحال توسعه هواپیماهای بدون سرنشین برای تحویل بار با ظرفیت ۹۰ تن است. در حوزه هواپیمای بدون خلبان، فرصت‌هایی برای فناوری هوش مصنوعی وجود دارد که می‌تواند برای تحویل بارهایی با حجم و اندازه‌های مختلف به‌کار برده‌شود. در نقاطی همچون آفریقا که زیرساخت‌های مناسبی وجود ندارد، از هواپیماهای بدون خلبان برای ارائه خدمات سلامت‌محور استفاده می‌شود. در رواندا نیز استارت‌آپ آمریکایی زیپ‌لاین با همکاری دولت رواندا اولین خدمات تحویل بار تجاری و تجهیزات پزشکی به‌وسیله هواپیماهای بدون خلبان را آغاز کرده‌است. این هواپیماها می‌توانند هزینه‌های نیروی کار را کاهش داده و موجب افزایش کارایی شوند.

---

[29] General Electric (GE)

[30] Machine Vision

بینایی ماشین یک قابلیت نرم افزاری برای مشاهده محیط پیرامون است که عمدتاً از یک یا چند دوربین ویدئویی با قابلیت تبدیل آنالوگ به دیجیتال و همچنین یک سیستم تحلیل سیگنال دیجیتال استفاده می‌کند.

[31] Data Mining

داده کاوی به مفهوم استخراج اطلاعات نهان یا الگوها و روابط مشخص در حجم زیادی از داده‌ها در یک یا چند بانک اطلاعاتی بزرگ گفته می‌شود.

[32] Auto Pilot

۲. کنترل هوشمند خطوط هوایی

از دیگر کاربردهای بسیار مهم هوش‌مصنوعی در حمل‌ونقل هوایی، افزایش امنیت و بهبود سیستم‌های کنترل خطوط هوایی در فرودگاه‌ها است. فرودگاه‌های بسیاری در حال روی‌آوردن به سیستم‌های نظارت و کنترل مبتنی بر هوش‌مصنوعی هستند. به‌عنوان‌مثال برای کنترل پاسپورت‌ها، بلیت‌ها، مدارک شناسایی، کنترل رفتار مشکوک و غربالگری چمدان‌ها، از فناوری بینایی ماشین استفاده می‌شود. هوش‌مصنوعی از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های مسافران و شناسایی تهدیدها موجب ارتقای امنیت شده است. الگوریتم‌های هوش‌مصنوعی می‌توانند عملیات فرودگاه و هواپیما را نظارت کرده و فعالیت‌های مشکوک را شناسایی کنند. در حال حاضر در فرودگاه‌های کشور چین از سیستم‌های ناوگان هوشمند مجهز به تشخیص چهره و آنالیز داده‌های کلان استفاده می‌شود.

۳. نظارت بر عملکرد ایرلاین‌ها، مونتاژ قطعات، تعمیر و نگهداری و کنترل

تعمیر و نگهداری هواپیماها یکی از حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی در صنعت هوانوردی است. زیرا این پتانسیل را دارد که ایمنی هواپیما را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد و در عین حال هزینه‌ها را کاهش داده و زمان توقف را به حداقل برساند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده‌ها و حسگرها و فناوری‌های دیگر، می‌توانند خرابی تجهیزات را پیش‌بینی کرده و قبل از بروز سانحه، تعمیر و نگهداری را برنامه‌ریزی کنند. این امر می‌تواند به خطوط هوایی کمک کند تا زمان توقف را به حداقل رسانده و هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهند.

٤. مدیریت ترافیک هوایی

با بهره‌گیری از اتصال و ارتباط موثر سیستم‌های مبتنی بر هوش‌مصنوعی در بخش‌های مختلف هواپیما با واحدهای کنترل زمینی و ماهواره‌ها به‌طور همزمان به‌گونه‌ای که موقعیت هواپیمای در حال پرواز با تمامی جزئیات تصویری آن قابل بررسی و رویت باشد، می‌توان جریان ترافیک هوایی را به‌طور موثری مدیریت کرد. هوش‌مصنوعی می‌تواند داده‌ها را تجزیه‌وتحلیل کرده و چالش‌های احتمالی را شناسایی‌کند. این ویژگی، واحدهای کنترل‌کننده را قادر می‌سازند تا اقدامات اصلاحی را در زمان مناسب انجام دهند.

۵. بهبود تجربه مسافران

هوش‌مصنوعی از طریق پیش‌بینی شرایط آب‌وهوایی، کاهش تاخیرها و کاهش هزینه‌های لغو سفر، منجر به تجربه مثبت مسافران و بهبود تجربه کلی سفر می‌شود.

٦. کمک به خلبان در شرایط بحرانی و اضطراری

هوش مصنوعی از طریق شناسایی الگوهای مشابه در گذشته، هنگام مواجهه با شرایط بحرانی و اضطراری، خلبانان را در اتخاذ تصمیمات مناسب یاری می‌دهد.

۷. کاهش زمان توقف

هوش‌مصنوعی از طریق پیش‌بینی نیازهای تعمیر و نگهداری هواپیما، زمان توقف هواپیما را کاهش داده و خطوط هوایی را قادر می‌سازد تا تعمیر و نگهداری را به طور مؤثرتری برنامه‌ریزی کنند. این می‌تواند نیاز به تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی نشده را کاهش داده و تأثیر منفی آن بر برنامه‌های پرواز را به حداقل برساند.

۳-۲-۴. کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل دریایی

هوش‌مصنوعی انقلابی در حوزه حمل‌ونقل دریایی ایجاد کرده‌است. کاربردهای زیادی به‌صورت روزانه در زمینه پذیرش هوش‌مصنوعی با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی سازمانی در حال ظهور است. صنعت حمل‌ونقل دریایی در کاربردهای مختلفی از هوش‌مصنوعی سرمایه‌گذاری کرده است. در بخش لجستیک و کشتیرانی مزایای زیادی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی کسب نموده است که برخی از این مزایا به شرح زیر است:

۱. کاهش ناکارآمدی‌ها و بهینه‌سازی نگهداری

هوش مصنوعی به ارسال‌کنندگان کالا در حفظ تجهیزات مورد استفاده در شبکه‌های لجستیک کمک نموده و چارچوبی برای تعمیر و نگهداری پیشگیرانه فراهم می‌کند. هوش‌مصنوعی از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها مسائل فنی را شناسایی کرده و به اپراتورهای کشتی اجازه می‌دهد که فواصل جایگزینی اجزا را بهینه‌سازی کنند که این امر زمان توقف و هزینه‌های مربوط به آن را کاهش می‌دهد.

۲. حفظ محیط‌زیست

مقررات زیست‌محیطی، شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی را به هوش مصنوعی وابسته می‌سازد. به‌عنوان مثال، از سال ۲۰۲۰، سازمان بین‌المللی دریانوردی[۴۰]، درحال کاهش محتوای گوگرد در سوخت نفت برای کشتی‌های کانتینری و دیگر کشتی‌های دریایی است. هوش مصنوعی به حاملان دریایی کمک خواهدنمود تا نسبت به اینکه چه زمانی کشتی‌های کانتینری‌شان در معرض خطر عبور از محدودیت‌های زیست‌محیطی هستند، آگاهی یابند. مدل‌سازی پیشرفته می‌تواند به طراحی کشتی‌های کارآمدتر و سازگار با محیط‌زیست کمک کند.

۳. مدیریت ریسک عملیاتی

در یک محیط عملیاتی پیچیده و پرفشار همچون دریا، جایی که دقت و تمرکز عامل مهمی است، حتی بهترین تدارک تجهیزات نیز ممکن است با انحراف مواجه‌شده و منجر به یک خسارت یا ادعای بیمه شود. پیشرفت‌های بزرگ در توسعه هوش‌مصنوعی نه تنها به برنامه‌ریزی و مدیریت فرآیندها کمک می‌کند بلکه امکان تحلیل حوادث پیش‌رو و گذشته را نیز فراهم می‌آورد.

٤. بهینه‌سازی سفر

به روزرسانی مسیر از طریق پلتفرم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به هدایت ملوانان کشتی برای انتخاب گزینه مطمئن‌تر و ایمن‌تر کمک می‌کند. با استفاده از داده‌های ارائه شده، ملوانان و کاپیتان‌ها می‌توانند ریسک‌ها را محاسبه کرده و تاخیر ناشی از تغییرات آب‌وهوایی یا ترافیک را پیش‌بینی کنند. در نتیجه مسیر و زمان رسیدن را برای سازمان‌دهی بهتر بارگیری در بندر برنامه‌ریزی می‌کنند.

۵. صرفه‌جویی در مصرف سوخت

قابلیت هوش‌مصنوعی در تنظیم کارایی زیست‌محیطی یک کشتی، می‌تواند به کاهش مصرف سوخت‌های غیرضروری و کاهش انتشار کربن‌دی اکسید کمک کند. هوش‌مصنوعی فرصتی برای بهینه‌سازی شبکه‌ها و مسیرها فراهم می‌سازد که باعث کاهش هزینه‌های سوخت و انتشار گازها می‌شود.

[40] International Maritime Organization (IMO)

٦. امداد و نجات دریایی

استفاده از هوش‌مصنوعی در حمل‌ونقل دریایی می‌تواند نقش مهمی در کمک به سوانح و امداد و نجات داشته باشد. در استرالیا سیستمی از ناوگان هوایی وجود داردکه از هواپیماهای بدون سرنشین با شبیه‌سازی زمان واقعی برای اسکن کردن دریا استفاده می‌کند. این تصاویر توسط هوش‌مصنوعی تجزیه‌وتحلیل می‌شوند و سپس تمام اشیا در دریا را تجزیه و تحلیل می‌کنند و آن‌ها را در دسته‌های مختلفی مانند نهنگ، کوسه، شناگران، قایق و ... قرار می‌دهد. این سیستم، تهدیدات بالقوه مثل کوسه‌ها در نزدیکی مناطق فعالیت انسان‌ها یا در مسیر کشتی‌ها را شناسایی نموده و هشدارهای لازم را صادر می‌کند.

۷. امنیت سایبری

یکی از نگرانی‌های عمده اپراتورهای کشتی در سراسر جهان، امنیت سایبری است. Maersk [۴۱] اولین خط حمل‌ونقل کشتیرانی بزرگ در جهان است که در سال ۲۰۱۷ از طریق ویروس باج افزار Not Petya قربانی یک حمله بزرگ سایبری شد. تخمین زده می‌شود که این حمله بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلیون دلار برای این شرکت هزینه در بر داشته‌است. شرکت امنیت سایبری مستقر در دانشگاه کمبریج موسوم به Dark Trance یک بستر هوش‌مصنوعی ایجاد کرده‌است که می‌تواند بر ترافیک شبکه نظارت داشته باشد و حملات سایبری را پیش‌بینی نماید.

۸. کشتی‌های خودران

کشتی‌های خودران یکی از کاربردهای مشخص هوش‌مصنوعی در بخش کشتیرانی هستند. شرکت‌های کشتیرانی مانند نیپون یوسن ژاپن و بخش فعالیت‌های دریایی رولز رویس در حال ارزیابی نمونه‌های آزمایشی کشتی‌های خودران هستند.

۳-۳. فناوری‌های حمل‌ونقل جدید که جهان را متحول می‌کند

تاثیر سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در آینده زندگی بشر، بسیار شگفت‌انگیز خواهد بود. زیرا روش‌های جدید و پیشرفته حمل‌ونقل، جایگزین وضعیت فعلی خواهند شد و بخش حمل‌ونقل را کاملاً متحول نموده و تغییرات بنیادینی ایجاد می‌کنند. اتومبیل‌های خودران، هدف بارز حمل‌ونقل در آینده هستند، اما این پیشرفت فقط به اتومبیل‌های خودران محدود نشده و موارد دیگری را نیز دربر می‌گیرد که به اندازه اتومبیل‌های خودران چشمگیر هستند که در ادامه به برخی از این فناوری‌ها اشاره می‌شود.

۱. اتومبیل‌های خودران

تحولات و پیشرفت‌های اخیر در رایانش ابری و فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و لایدار LiDAR[42]، اتومبیل‌های خودران را از یک چشم‌انداز به یک واقعیت تبدیل کرده است، زیرا بسیاری از شرکت‌ها برنامه‌های خود را برای راه‌اندازی اتومبیل‌های خودران اعلام کرده‌اند و اجرای آزمایشی این اتومبیل‌ها در حال حاضر در شهرهای مختلف جهان در حال اجرا می‌باشد.

---

[۴۱] مرسک لاین که به نام مرسک نیز شناخته می‌شود، شرکت خوشه‌ای دانمارکی است، که در سال ۱۹۰۴ توسط آرنولد پیتر مولر تأسیس شد و در زمینه ترابری دریایی و صنعت نفت فعالیت می‌کند. از سال ۱۹۹۶ این شرکت به عنوان بزرگترین مجموعه کشتیرانی جهان نام برده می‌شود.

[42] Light Detection and Ranging (LiDAR)

یکی از فناوری‌های سنجش از راه دور است که با تاباندن لیزر به هدف و تجزیه و تحلیل نور بازتاب‌شده، فاصله را اندازه می‌گیرد. لایدار مشابه رادار است که بعضی اوقات نیز رادار لیزری نامیده می‌شود. اختلاف اصلی لایدار و رادار، طول موج‌های تابشی مورد استفاده است.

۲. هایپرلوپ

هایپرلوپ[۴۴] به‌عنوان جدیدترین و پرسرعت‌ترین سیستم حمل‌ونقل در جهان شناخته شده است. این سیستم برای اولین بار توسط ایلان ماسک در سال ۲۰۱۳ معرفی شد. این فناوری همانطور که از نامش پیداست، از تیوپ‌هایی با فشار خیلی کم و کپسول‌هایی جهت حرکت با سرعت زیاد یا کم در سرتاسر این تیوپ استفاده می‌کند. این کپسول‌ها محفظه‌هایی برای سوار شدن مسافران و یا قرارگیری بار هستند. هایپرلوپ به مسافران این امکان را می‌دهد که با حداکثر سرعت ۶۰۰ مایل در ساعت حرکت کنند که بیش از دو برابر سریع‌ترین قطارها است. پروژه‌های هایپرلوپ در بسیاری از نقاط جهان از جمله سانفرانسیسکو[۴۵] و بالتیمور[۴۶] در حال توسعه است. این تکنولوژی با استفاده از ترکیب اصول فیزیک و مهندسی، سیستمی ایمن و پرسرعت به وجود آورده است، به‌طوری‌که در عرض کمتر از ۳۵ دقیقه می‌توان از شهر سانفرانسیسکو به لس‌آنجلس (فاصله ۵۶۰ کیلومتری) سفر کرد. طراحی انقلابی هایپرلوپ نه تنها از منابع انرژی تجدیدپذیر بهره می‌برد، بلکه با استفاده از تکنولوژی روز و انرژی الکتریکی در موتورهای شتاب‌دهنده که کپسول را درون لوله به حرکت در می‌آورد، تولید هرگونه آلاینده را به حداقل رسانده است. طبق بررسی‌های انجام شده، تکنولوژی هایپرلوپ علاوه بر اینکه سازگاری بسیار زیادی با محیط‌زیست دارد، هزینه ساخت بسیار کمتری نسبت به پروژه‌های ریلی و هواپیمایی نیاز دارد. این تکنولوژی می‌تواند انقلابی دیگر در صنعت حمل‌ونقل دنیا ایجاد نماید.

۳. تاکسی‌های پرنده[۴۷]

خودروهای پرنده به گروهی از وسایل حمل‌ونقل اطلاق می‌شود که قابلیت همزمان پرواز (مانند هواپیما یا بالگرد) و حرکت روی زمین (مشابه خودرو) را دارا هستند. امروزه با توجه به پیشرفت فناوری‌های حمل‌ونقل، شرکت‌های بسیاری برای رسیدن به خودرو پرنده ایده‌آل درتلاش هستند. خودروهای پرنده، حمل‌ونقل شخصی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر خواهد داد. آن‌ها می‌توانند از لحاظ عملکردی جایگزین به‌صرفه‌ای برای بالگردها باشند و با کاهش بار ترافیک جاده‌ای باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها شوند.

تاکسی‌های پرنده ممکن است مستقیماً از یک رمان علمی-تخیلی از ذهن انسان خارج شوند و رنگ واقعیت به‌خود بگیرند. برخی شرکت‌ها همچون تویوتا، اوبر، هیوندا، ایرباس و بوئینگ در حال کار روی تاکسی‌های پرنده هستند. طبق بررسی صورت گرفته احتمال دارد که ارزش بازار این هواپیمای شهری تا سال ۲۰۴۰ به ۱.۵ تریلیون دلار برسد. شرکت چینی ایکس پنگ[۴۸]، بزرگترین شرکت تاکسی هوایی، تاکسی پرنده با دو صندلی خود را در دوبی با موفقیت آزمایش کرده و با این اقدام مسیر آینده حمل‌ونقل را هموار ساخته است. به‌نظر می‌رسد که این خودروها راه‌حلی برای سفر در مسیرهای کوتاه و خیابان‌های پرترافیک باشند. با چنین آزمایشی، رویای جابجایی افراد در شهرها و بر فراز ترافیک‌ها رو به واقعیت است. در اکتبر ۲۰۲۲، شرکت استارتاپ ویسک ارو[۴۹] که از طرف بوئینگ حمایت می‌شود، از ششمین نسل هواپیمای تمام برقی با چهار صندلی خودگردان رونمایی کرد. این شرکت قصد دارد که خدمات تاکسی هوایی درون شهری خود را به‌نحوی که با یک برنامه همچون اوبر قابل استفاده باشد، ارائه دهد.

---

[44] Hyperloop
[45] San Fransisco
[46] Baltimore
[47] Air Taxi
[48] Xpeng
[49] Wisk Aero

فصل چهارم

تجارب کشورها در هوشمندسازی

سیستم حمل‌ونقل

۴. هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل در کشورهای منتخب

برای استقرار موفق سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، متناسب با نیازهای کشور و به‌منظور کاهش زمان و هزینه، استفاده از تجارب موفق سایر کشورها در اجرای طرح‌های سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و معرفی سامانه‌های هوشمند برای حمل‌ونقل شهری و برون‌شهری ضروری است. برخی از کشورها حمل‌ونقل عمومی خود را طی سال‌های اخیر، تغییر داده‌اند و از سیستم‌های هوشمند مدیریت حمل‌ونقل عمومی در سراسر جهان استفاده می‌کنند. در ادامه به تجارب موفق هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل کشور امارات و ترکیه پرداخته شده‌است.

۴-۱. تجربه کشور امارات در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل

امارات‌متحده برنامه‌ی وسیعی در هوشمندسازی و فناوری‌های نوآورانه حمل‌ونقل درپیش گرفته‌است. در این کشور برنامه‌های توسعه‌ای گوناگونی برای توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل طرح‌ریزی شده که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به طرح خطوط ریلی، ساخت و بهبود جاده‌ها و سرمایه‌گذاری‌های عظیم در حوزه حمل‌ونقل هوایی و دریایی اشاره نمود. این کشور دارای بنادر متعددی است که به‌سرعت در حال توسعه می‌باشند و آخرین تکنولوژی‌های بندری در آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌است. از طرف دیگر امارات در زمینه سرمایه‌گذاری در حوزه حمل‌ونقل هوایی نیز یکی از کشورهای موفق بوده‌است به‌نحوی که طی سال‌های اخیر در هر یک از شهرهای این کشور، یک فرودگاه بین‌المللی ایجاد شده است.

۴-۱-۱. استراتژی‌های امارات در حوزه حمل‌ونقل هوشمند

نخست‌وزیر امارات‌متحده عربی، اهداف بلندپروازانه‌ای درخصوص حمل‌ونقل هوشمند تعیین کرده است به‌طوری‌که تا سال ۲۰۳۰، حدود ۲۵ درصد از سفرها در امارات از طریق حمل‌ونقل بدون راننده انجام خواهد شد. برای تحقق این چشم‌انداز بنیاد آینده دبی با همکاری سازمان راهداری و حمل‌ونقل دبی (RTA) راه‌اندازی شده‌است. این بنیاد با هدف تقویت جایگاه امارات متحده عربی و شهر دبی به‌عنوان قطب جهانی چشم‌انداز و صنعت آینده ایجاد شده‌است. اشکال متعددی از حمل‌ونقل هوشمند وجود دارد که می‌تواند به تحقق این هدف در امارات کمک کند. این فناوری‌های مختلف به شرح زیر است:

۱. وسایل نقلیه خودران

امارات متحده عربی مرکز تحقیق و توسعه خودروهای خودران نه تنها در منطقه خاورمیانه، بلکه در سراسر جهان است. در واقع کشور امارات برنامه‌هایی برای کمک به رهبران صنعت خودروهای خودران مانند فورد، جنرال موتورز و تسلا برای سرعت‌بخشیدن به کار خود دارد. بازار گسترده‌ای برای وسایل‌نقلیه خودران در امارات متحده عربی وجود دارد که سازندگان وسایل نقلیه خودران را تشویق می‌کند تا دبی را به‌عنوان محل تولید و راه‌اندازی محصولات خود انتخاب کنند. انتظار می‌رود این وسایل‌نقلیه خودران به‌طور قابل‌توجهی سطح ایمنی جاده را بهبود بخشند زیرا بیش از ۹۰ درصد تصادفات به دلیل خطاهای انسانی رخ می‌دهد. این خودروهای کاملاً الکتریکی، سازگار با محیط زیست بوده و می‌توانند به طیف وسیعی از مشتریان از بخش‌های مختلف جامعه، از جمله سالمندان خدمات‌رسانی کنند.

۲. Skyway

Skyway جدیدترین شیوه حمل‌ونقل در امارات است که مسافران و بار را در یک پل‌هوایی ریلی بلند با یک طراحی ویژه بین آسمان خراش‌های مختلف در دبی حمل می‌کند. Skyway با ظرفیت حمل ۸۴۰۰ مسافر در ساعت و با داشتن طول ۱۵ کیلومتر با ۲۱ توقف در طول مسیر خود، ساختمان‌هایی مانند مرکز مالی بین‌المللی دبی را به مرکز شهر دبی متصل می‌کند.

۳. غلاف‌های آسمان[۵۰]

شکل دیگری از حمل‌ونقل هوشمند درحال توسعه برای امارات، سیستم غلاف‌های آسمان است که توسط شرکت انگلیسی BeemCar طراحی شده است. چیزی که این سیستم را از سایرین متمایز می‌کند این است که برای اتصال یک محیط شهری متراکم طراحی شده است. این غلاف‌ها قادر به حرکت با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت هستند و پیش‌بینی می‌شود که ۲۰ هزار مسافر را در ساعت جابجا کند و سوخت آن‌ها از پنل‌های خورشیدی تامین می‌شود.

٤. هایپرلوپ

این فناوری حمل‌ونقل با توانایی سفر با سرعت ۱۲۲۰ کیلومتر در ساعت، سفر بین ابوظبی و دبی را در ۱۰ دقیقه یا از دبی به ریاض را در ۴۸ دقیقه ممکن می‌کند. هایپرلوپ علاوه بر سرعت، ۵ تا ۱۰ برابر نسبت به یک هواپیمای تجاری کارآمدتر است.

٥. تاکسی‌های پرنده

تاکسی‌های پرنده یکی دیگر از پیشرفت‌های مهم در حمل‌ونقل هوایی در امارات متحده عربی است. Volo copter، یک شرکت آلمانی پیشگام در تحقیق و توسعه تاکسی‌های پرنده با هدف آسان‌تر و پیشرفته‌تر کردن جابجایی هوایی شهری است که اخیراً قراردادی را با اداره راه‌ها و حمل‌ونقل دبی امضا کرده‌است. بر اساس این قرارداد، Volo copter تاکسی پرنده خود را با قابلیت حمل دو مسافر به محض فراهم‌شدن این فناوری در دبی راه‌اندازی خواهدکرد.

٦. پهپادهای تحویل خودکار

همه‌گیری کووید ۱۹ استفاده از پهپادهای خودران را در امارات متحده عربی رایج کرده‌است. طی شیوع بیماری کرونا پلیس امارات از هواپیماهای بدون سرنشین برای هشداردهی به مردم برای ماندن در داخل منزل استفاده کرد. علاوه بر این، در دبی از پهپادها برای پخش اسپری ضدعفونی کننده برای جلوگیری از انتشار ویروس کرونا استفاده شد.

[50] Sky pods

۴–۲. تجربه کشور ترکیه در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل

استانبول به عنوان یک کلان‌شهر بسیار توسعه‌یافته، دارای سیستم حمل‌ونقلی است که جاذبه‌های توریستی و مناطق تجاری عمده را پوشش می‌دهد. داهوا[۵۱] ارائه‌دهنده راه‌حل حمل‌ونقل هوشمند در ترکیه است. استانبول به‌عنوان مرکز اقتصادی، فرهنگی و حمل‌ونقل ترکیه، هر ساله گردشگران بی‌شماری را از سراسر جهان به خود جذب می‌کند.

این مقیاس عظیم حمل‌ونقل مجموعه‌ای از چالش‌های خاص خود را به همراه دارد. برای رسیدگی به مسائلی همچون کنترل رفتارهای مخاطره‌آمیز رانندگان و تامین تجهیزات وسایل‌نقلیه الکتریکی و همچنین اطمینان از ایمنی و رضایت گردشگران، استانبول هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل عمومی خود را با هدف کاهش تراکم ترافیک، جلوگیری از تصادفات و تضمین ایمنی شهروندان اجرا کرده است. دو مورد از هوشمندسازی‌های ایجاد شده در سیستم حمل‌ونقل در ترکیه به‌شرح زیر می‌باشد:

۱. بهبود حمل‌ونقل عمومی

راه حل حمل‌ونقل هوشمند داهوا، با استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند DSM و شمارش جریان مسافر مبتنی بر هوش مصنوعی، ارتقای سیستم هوشمند را برای نزدیک به ۶۴۰۰ مینی‌بوس و اتوبوس برقی در استانبول تسهیل کرده‌است. این سیستم، در عین‌حال که تضمین‌کننده ایمنی است، امکان شمارش واقعی مسافران را نیز فراهم نموده و موجب بهینه‌سازی و ارسال به موقع وسیله نقلیه در زمان اوج تقاضا شده‌است.

دوربین‌های DSM داهوا که در اتوبوس‌های برقی به‌کار می‌روند، به تنظیم رفتار رانندگان کمک می‌کنند و به‌طور موثر نرخ تصادفات را کاهش داده و ایمنی مسافران را تضمین می‌کنند. هنگامی که رانندگان رفتارهایی مانند سیگار کشیدن، برقراری تماس تلفنی یا نبستن کمربند ایمنی را انجام می‌دهند، دستگاه‌های هوشمند می‌توانند به‌طور دقیق و سریع این اقدامات را شناسایی‌کرده و به راننده و مرکز حمل‌ونقل هشدار دهند که این موضوع، به‌طور موثری به جلوگیری از تصادفات ناشی از رانندگی ناایمن کمک می‌کند.

همچنین فناوری پیشرفته آمار مسافران در حال حرکت می‌تواند به‌صورت پویا سطح ازدحام اتوبوس‌ها را ارزیابی نموده و به تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی عملیاتی کمک نماید. همچنین با درک دقیق پویایی جریان مسافر، تجربه سفر افزایش می‌یابد.

علاوه براین، اطلاعات GPS که در زمان واقعی توسط دستگاه‌ها ارائه می‌شود و به برنامه‌های نصب‌شده در تلفن همراه و شرکت حمل‌ونقل متصل است، به مسافران این امکان را می‌دهد تا به راحتی دسترسی راحتی به مکان اتوبوس بعدی داشته باشند همچنین به آن‌ها کمک می‌کند تا سفر خود را برنامه‌ریزی کرده و در عین حال تجربه کلی سفر خود را بهبود بخشند.

[51] Dahua

۲. بهبود عملیات تاکسی دریایی شهری

تاکسی‌های دریایی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که به راحتی برای افراد معلول، خانواده‌های دارای کالسکه و دوچرخه‌سواران قابل استفاده باشند. این تاکسی‌ها در ۵۰ ایستگاه و پایانه در دسترس هستند و علاوه بر ۴۶ اسکله در خطوط شهری، بندر گالاتا استانبول، مرکز همایش هاربیه، پارک کروز ایستینیه و پارک کروز تارابیا نیز به مسافران خدمات ارائه می دهند.

با توجه به محیط منحصر به‌فرد تنگه‌ها، تاکسی‌های دریایی استانداردهای بالایی در هوابندی تجهیزات، قابلیت ضد آب و مقاومت در برابر پاشش نمک دارند.

۴-۲-۱. سند راهبردی و برنامه عملیاتی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در ترکیه

رشد جمعیت، سرعت بالای شهرنشینی و افزایش مالکیت وسایل نقلیه خصوصی منجر به مشکلات ترافیکی زیادی در ترکیه شده‌است. همانطور که در بسیاری از نمونه‌ها در جهان مشاهده می‌شود، مدیریت و کنترل ترافیک با اتخاذ سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند آسان‌تر و کارآمدتر شده‌است. علاوه بر این، بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته سیاست‌هایی را برای تشویق حمل‌ونقل عمومی به‌عنوان رویکرد اولیه دنبال می‌کنند. علاوه بر این، برنامه‌های کاربردی حمل‌ونقل هوشمند، سفر راحت، کارآمد و ایمن را برای رانندگان فراهم می‌کند.

بر اساس داده‌های موسسه آماری ترکیه، نرخ رشد جمعیت در شهرها ۳۵ درصد است در حالی که نرخ افزایش خودروهای شخصی ۶۴ درصد بوده است. رشد شهرنشینی، افزایش مالکیت خودرو و افزایش تعداد رانندگان تقاضا، برای حمل‌ونقل جاده‌ای را افزایش داده و موجب افزایش ترافیک شده‌است. این وضعیت، توسعه حمل‌ونقل هوشمند در ترکیه را ضروری می‌نماید. به‌همین منظور، بسیاری از موسسات و سازمان‌ها در ترکیه مطالعات مختلفی در مورد حمل‌ونقل هوشمند انجام داده‌اند. وزارت حمل‌ونقل و زیرساخت ترکیه سیاست‌ها، استراتژی‌ها، اهداف، قوانین و رویه‌های اجرای حمل‌ونقل هوشمند را نظارت می‌کند. در این چارچوب، اولین سند راهبردی و برنامه عملیاتی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند ترکیه توسط وزارت حمل‌ونقل و زیربنا تهیه و پس از انتشار در روزنامه رسمی این کشور لازم‌الاجرا شده است. این برنامه اقدام که شامل پنج هدف استراتژیک کوتاه‌مدت، اهداف بلندمدت و اقدامات تعریف شده در زیرمجموعه هریک از اهداف استراتژیک می‌باشد، به شرح زیر است:

اهداف استراتژیک

اقداماتی برای تحقق پنج هدف استراتژیک زیر تعیین شده است که اهداف کوتاه‌مدت ترکیه در حوزه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند را در بر می‌گیرد.

هدف استراتژیک ۱: توسعه زیرساخت سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

- برآورده کردن الزامات قانونی توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- ایجاد زیرساخت سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- شناسایی و طبقه‌بندی استانداردهای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- استقرار مراکز کنترل ترافیک در استان‌ها
- استقرار مراکز کنترل ترافیک جاده‌ای
- توسعه زیرساخت‌های ارتباطی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- کاربرد پارکینگ هوشمند و استقرار ایستگاه شارژ خودروهای برقی
- ایجاد کریدور آزمون و کاربرد برای C-ITS
- ایجاد سازوکارهای تشویقی جدید برای توسعه فناوری‌های داخلی و ملی
- بررسی فناوری‌های نوآورانه و تأثیرات آن‌ها بر حوزه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

هدف استراتژیک۲: ایجاد حمل‌ونقل هوشمند پایدار

- توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند برای افراد معلول و افراد با تحرک محدود
- توسعه سامانه اطلاعات مسافران
- ایجاد سیستم پرداخت تک کارتی
- توسعه استفاده از پهپادها برای اهداف لجستیکی

هدف استراتژیک ۳: تضمین ایمنی جاده و راننده

- تکمیل استقرار رادیوی جاده‌ای
- ایجاد پایگاه‌داده حوادث ترافیکی
- ایجاد سیستم اطلاعات و ارتباطات داخل خودرو (IVICS)
- ساخت پارکینگ‌های هوشمند برای کالاهای خطرناک و وسایل حمل‌ونقل بار
- توسعه نرم‌افزار عبور از سطح هوشمند

هدف استراتژیک ٤: آگاهی بخشی به جامعه

- ایجاد آگاهی در خصوص سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- به روزرسانی برنامه‌های درسی مدارس برای تطبیق با حمل‌ونقل هوشمند و ایمنی ترافیک
- ایجاد ادارات سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهرداری‌ها
- آموزش منابع انسانی واجد شرایط در زمینه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- تشویق استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی در ناوگان حمل‌و نقل
- کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌ای
- تشویق استفاده از دوچرخه
- ارزیابی تجارب خدمات سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند از سوی کاربران

هدف استراتژیک ٥: تضمین اشتراک‌گذاری و امنیت داده‌ها

- ایجاد مرکز مدیریت داده‌ای (DMC) سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- ادغام مرکز مدیریت داده سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند با مراکز کنترل ترافیک DGH

اهداف بلندمدت

- اطمینان از ادغام تمام شیوه‌های حمل‌ونقل بر اساس معماری توسعه‌یافته سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و استانداردهای تعیین شده
- بهبود زیرساخت‌های سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند موجود و ادغام آن با زیرساخت‌های مستقر C-ITS و توسعه آن در سراسر کشور
- توسعه استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی داخل خودرو و انجام مطالعات تولید داخلی و ملی این سیستم‌ها
- انجام مطالعات مقدماتی برای ایجاد تناسب بین زیرساخت‌های موجود و اتومبیل‌های خودران و توسعه استفاده از آن در تمامی شیوه‌های حمل‌ونقل
- اجرای تدارکات سیستمی و زیرساختی مورد نیاز برای تبدیل انرژی حرکتی سیستم‌های ریلی به انرژی سبز
- انجام مطالعات قانونی در مورد اشتراک‌گذاری وسایل نقلیه
- توسعه استفاده از فناوری‌های بلاک‌چین در اشتراک‌گذاری داده‌ها، خدمات حمل‌ونقل و موارد مشابه
- اجرای ترتیبات قانونی برای تاکسی‌های دریایی، هواپیماهای بدون‌سرنشین و سایر وسایل‌نقلیه مشابه و توسعه استفاده از آن در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- توسعه استفاده از مواد هوشمند، پوشش سطح، محصولات نانوتکنولوژی و بیوتکنولوژی، مواد قابل بازیافت و سایر مواد مشابه در زمینه حمل‌ونقل هوشمند

- ایجاد شبکه‌ای از اینترنت اشیا با اجزای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند برای ذخیره داده‌های جمع‌آوری شده از این مؤلفه‌ها در محیط کلان‌داده و تبدیل آن به داده‌های قابل تحلیل و بهینه‌سازی زیرساخت حمل‌ونقل با استفاده از فناوری‌های نوآورانه در هوش‌مصنوعی و یادگیری عمیق
- توسعه استفاده از راهکارهای انرژی هوشمند در زمینه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند
- توسعه برنامه‌های کاربردی قابل استفاده در تمامی شیوه‌های حمل‌ونقل
- تسهیل عملیات حمل‌ونقل با ادغام مراکز لجستیک با شیوه‌های حمل‌ونقل نوین
- استقرار و گسترش مراکز ارائه‌دهنده خدمات تست‌های عملکردی وسایل نقلیه خودران و خدمات صدور گواهینامه
- توسعه طرح‌های حمل‌ونقل شهری پایدار

برای هریک از این اهداف، برنامه اقدامی شـامل هدف از اقدام، گام جایگزین، روش، اجرا، نهاد مسـئول، سـازمان همکار، زمان اجرای اقدام و معیارهای اندازه‌گیری تهیه شده‌است.

فصل پنجم

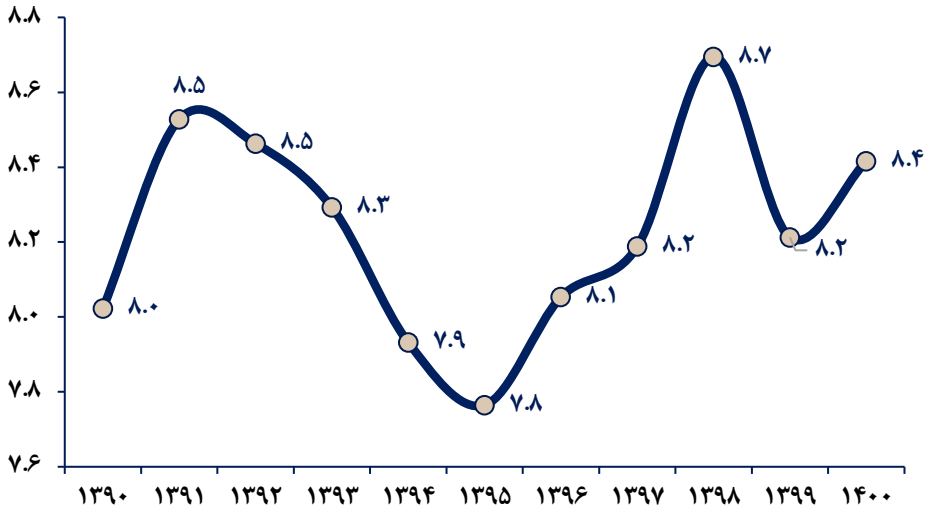
وضعیت حمل‌ونقل در ایران

۵. وضعیت حمل‌ونقل در ایران

حمل‌ونقل یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار و متوازن در جوامع بشری محسوب شده و شبکه‌های حمل‌ونقل با مؤلفه‌های مهمی همچون اقتصاد، امنیت و عدالت اجتماعی ارتباط تنگاتنگ دارند. ازاین رو، در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، بخش حمل‌ونقل به‌صورت جدی مورد توجه قرار گرفته است و توسعه این بخش، از پایه‌های پیشرفت کشورها به حساب می‌آید. در ایران نیز حمل‌ونقل از بخش‌های اساسی کشور است و سهم قابل توجهی از اقتصاد ایران را در حوزه سرمایه‌گذاری، ارزش افزوده، اشتغال مولد و بهره‌وری در اختیار دارد.

صنعت حمل‌ونقل ایران در همه گونه‌های آن به دلیل عدم مدیریت یکپارچه، غیر اقتصادی بودن و بهره‌وری پایینی که دارد بسیار آسیب‌پذیر است. صنعت حمل بار کشور دارای مشکلات فراوانی چه در بخش زیرساخت و چه در بخش‌های ناوگان و اجراست که برطرف کردن این نقاط ضعف اگرچه در حوزه زیرساخت نیازمند سرمایه‌گذاری کلانی است اما در حوزه اجرا می‌توان از طریق مدیریت بهینه، بخشی از مشکلات را برطرف نمود. عدم اتصال بنادر به ریل و کامیون و جاده محور بودن بنادر اصلی کشور از دیگر مسائل حوزه حمل‌ونقل کشور می‌باشد.

یکی از مهمترین شاخص‌هایی که می‌تواند اهمیت لجستیک را در کشورها نشان دهد سهم هزینه لجسیتیک است. سهم هزینه لجستیک از نسبت ستانده لجستیک به کل تولید ناخالص‌داخلی به‌دست می‌آید. این سهم در کشورهای بزرگ عددی بین ۸ تا ۱۸ درصد است. بر اساس آمارهای بانک مرکزی سهم ارزش افزوده حمل‌ونقل، انبارداری و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی، از ۸ درصد در سال ۱۳۹۰ به ۸.۴ درصد در سال ۱۴۰۰ رسیده است. طبق بررسی‌ها سهم ارزش افزوده این بخش از کل تولید در سال ۱۳۹۸ بالاترین سطح را طی سال‌های مورد بررسی داشته است.



نمودار ۵-۱. سهم ارزش افزوده حمل‌ونقل و انبارداری از تولید ناخالص داخلی (۱۰۰=۱۳۹۵)

منبع: بانک مرکزی

براساس گزارش موسسه مک کینزی[۵۲] ایران این قابلیت را دارد تا با توسعه بخش حمل‌ونقل به یکی از اهداف ترانزیت بین‌المللی تبدیل شود. مک کینزی برآورد کرده است بخش حمل‌ونقل ایران قابلیت افزایش ارزش افزوده ناخالص از ۲۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۴ به ۸۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۵ را همراه با ایجاد ۸۰۰ هزار شغل دارد. براساس این گزارش زیر ساخت‌های شهری و صنعتی ایران از قبیل حمل‌ونقل بین شهری نیاز به روزآمدسازی و بهبود کیفیت دارد.

در ادامه به‌طور مجزا به بررسی وضعیت حمل‌ونقل ایران در چهار حوزه جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی پرداخته شده است.

۵-۱. حمل‌ونقل جاده‌ای

یکی از ارکان اصلی و مهم در حمل‌ونقل کشور، حمل‌ونقل جاده‌ای است. بیشترین بار ترافیک و ترانزیت بار و مسافر در ایران بر عهده جاده‌ها است. به گونه‌ای که ۷۲.۱ درصد از کل جابه‌جایی مسافر، ۸۷ درصد از ترانزیت کالا و ۹۲ درصد از جابه‌جایی بار کشور را به خود اختصاص داده است. بیشترین میزان مصرف سوخت را نیز در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای شاهد هستیم. ایمنی پایین حمل‌ونقل جاده‌ای موجب شده تا میزان کشته‌های سوانح جاده‌ای در ایران نسبت به سایر کشورها به دلایلی همچون بالا بودن تردد کامیون‌ها و نیز بالا بودن سهم تردد خودروهای شخصی و کاهش سالانه تقاضای سفر با حمل‌ونقل عمومی، بسیار زیاد باشد.

از دیگر مشکلات حمل‌ونقل جاده‌ای، بالا بودن سن ناوگان‌باری است. حوزه حمل‌ونقل جاده‌ای مشکلات متعددی نیز در حوزه زیرساخت‌ها دارد که از جمله آن‌ها کمبود کریدورهای آزادراهی برای توسعه حمل‌ونقل ترانزیتی است. علیرغم آن‌که قانون اجازه داده تا آزادراه‌ها با استفاده از منابع مالی مختلف همچون سرمایه‌گذاری بخش خصوصی داخلی و فاینانس خارجی و پس از مستهلک شدن سرمایه‌گذاری‌ها از طریق اخذ عوارض احداث شود، اما بالا بودن عوارض تعیین شده در پایان ساخت‌وساز و در هنگام بهره‌برداری از پروژه، سبب نارضایتی عمومی می‌شود.

مطابق با اطلاعات منتشرشده از طریق سالنامه‌آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، مشاهده می‌شود که تعداد مسافر جابه‌جا شده درسطح کشور از ۲۶۹ میلیون نفر در سال ۱۳۹۸ به ۱۱۹ میلیون نفر در سال ۱۴۰۰ کاهش یافته است.

[۵۲] گزارش ایران؛ یک فرصت رشد یک تریلیون دلاری، موست مک کینزی، ژوئن ۲۰۱۶

جدول ۵-۱. آمار حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران- بخش مسافری

شرح	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
تعداد مسافر جابه‌جا شده درسطح کشور (سفرهای عمومی)- میلیون نفر	۲۶۹	۱۰۶	۱۱۹
تعداد مسافر جابه‌جا شده در سطح کشور (با صورت وضعیت)- میلیون نفر	۱۴۴	۹۲	۱۰۳
تعداد سفر مسافری حامل مسافر در سطح کشور (با صورت وضعیت) -هزارسفر	۱۴۶۶۸	۱۲۴۵۹	۱۳۳۴۴
متوسط مسافت طی شده در هر سفر مسافری (با صورت وضعیت) -کیلومتر	۲۲۰	۲۱۳	۲۳۰
متوسط تعداد مسافر در هر سفر مسافری (با صورت وضعیت)- نفر	۱۰	۷	۸
تعداد سفر وسایل نقلیه مسافری از مرزهای جاده‌ای (ورودی و خروجی)- هزار سفر	۱۴۹	۲۴	۷۵
تعداد مسافر جابه‌جا شده از مرزهای جاده‌ای با وسایل نقلیه- هزار نفر	۱۲۷۶	۹۰	۳۸۵
تعداد کل مسافرین جابه‌جا شده از مرزهای جاده‌ای کشور (وسایل نقلیه ، ترانزیت، پیاده و متفرقه)- میلیون نفر	۲۶	۲.۲	۴.۹

منبع: سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای

علی‌رغم کاهش تعداد مسافر جابه‌جا شده از طریق حمل‌ونقل جاده‌ای، مشاهده می‌شود که در بخش باری در سال ۱۴۰۰ میزان تن- کیلومتر کالای جابه‌جا شده در سطح کشور با بارنامه ۲۵۹ میلیارد بوده‌است که نسبت به سال ۱۳۹۸ حدود ۹.۵ درصد رشد داشته‌است.

همچنین در سال ۱۴۰۰ حدود ۵۰۱ میلیون‌تن کالا در سطح کشور از طریق جاده جابه‌جا شده‌است و ۹.۳ میلیون‌تن کالا در کشور توسط کامیون ترانزیت شده‌است.

جدول ۵-۲: آمار حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران- بخش باری

شرح	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
تن – کیلومتر کالای جابه‌جا شده در سطح کشور (با بارنامه)- میلیون	۲۳۷۰۹۷	۲۵۵۴۲۵	۲۵۹۶۰۶
میزان کل کالای جابه‌جا شده در سطح کشور- میلیون تن	۴۶۷	۵۰۰	۵۰۱
تعداد سفر کامیون حامل کالا در سطح کشور (با بارنامه)- هزار سفر	۳۰۷۰۱	۳۲۳۱۱	۳۲۷۹۹
میزان واردات به کشور توسط کامیون- هزار تن	۱۸۲۱	۱۴۴۶	۲۴۳۷
میزان صادرات از کشور توسط کامیون- هزار تن	۹۱۱۶	۸۰۶۶	۹۱۵۲
تعداد سفر کامیون حامل کالای صادراتی- هزار سفر	۴۰۱	۳۵۷	۴۰۴
میزان ترانزیت کالا از کشور (توسط کامیون) - هزار تن	۶۸۰۶	۴۸۲۹	۹۲۷۵

منبع: سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای

۵-۱-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل جاده‌ای

۱. ضعف سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی پایدار

تعداد بالای وسایل نقلیه در معابر شهری و مصرف بالای سوخت‌های فسیلی، معضل نزدیک شدن به آستانه اتمام این منابع غیر جایگزین و انتشار آلاینده‌های مخرب محیط‌زیست ناشی از آن را تداعی می‌کند. در برنامه‌ریزی‌های مبتنی بر توسعه پایدار لازم است سامانه‌های حمل‌ونقل به‌گونه‌ای هماهنگ با ملاک‌های توسعه پایدار طراحی شوند بنابراین به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند و روش‌های جدید حمل‌ونقل اهمیت زیادی می‌یابد.

۲. مسائل مربوط به سرمایه‌گذاری و تامین‌مالی

در کشورهای در حال توسعه مانند ایران نبود نگاهی جامع و شبکه‌ای به حمل‌ونقل و سرمایه‌گذاری نامتعادل در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل باعث می‌شود، سرمایه‌گذاری در این بخش از کارایی و اثربخشی لازم برخوردار نباشد. از طرفی نبود برنامه مدون در کنار تعدد و عدم ثبات قوانین موجب شده است انگیزه‌ای برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی وجود نداشته باشد.

۳. اتلاف انرژی و تولید آلاینده‌ها (امنیت انرژی، بهره‌وری و راندمان)

بررسی‌ها نشان می‌دهد بخش حمل‌ونقل کشور ۲۵ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌است که بالاتر از میانگین ۲۰ درصدی در جهان است. از طرفی بیشترین میزان انتشار آلاینده‌ها نیز مربوط به حوزه حمل‌ونقل است. سهم بالای مصرف انرژی (عمدتا در بخش جاده‌ای)، افزایش بی‌رویه تعداد وسایل نقلیه و نزدیک شدن به پایان عمر مفید ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای، همگی ضرورت یافتن روشی کارآمد در سیستم حمل‌ونقل کشور را نشان می‌دهند.

٤. ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل جاده‌ای

آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها نقش مهمی در افزایش سرعت جابه‌جایی، کاهش مصرف سوخت و در نتیجه رشد اقتصادی ایفا می‌کنند. لذا توسعه آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها یکی از اولویت‌های بخش حمل‌ونقل می‌باشد. در حال حاضر در بخش جاده‌ای تمرکز زیادی بر توسعه راه‌های روستایی و فرعی اختصاص یافته که با توجه به پراکندگی و گستردگی این راه‌ها نگهداری، استانداردسازی و تجهیز آن‌ها مشکلات و هزینه‌های زیادی در پی دارد. از طرفی چگالی جاده‌ای در ایران ۱۱ کیلومتر در هر صد کیلومتر مربع مساحت خشکی است در حالی که این عدد برای ترکیه ۴۷ و برای آمریکا ۶۷ است.

۵. رژیم‌های مقرراتی حوزه حمل‌ونقل و میزان اثربخشی این قوانین

محدودیت‌های قانونی که در مسیر ثبات و به‌کارگیری روش‌های مشارکت بخش دولتی و خصوصی در پروژه‌های حمل‌ونقل کشور اختلال ایجاد می‌کند نقش قابل توجهی در باز تعریف مکانیسم‌های توسعه زیرساخت‌ها دارد. در ایران ساختار حقوقی و قانونی مناسبی برای جلب سرمایه‌گذاری و مشارکت بخش خصوصی و دولتی وجود ندارد.

۵-۱-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل جاده‌ای

تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل جاده‌ای ایران با محوریت بهره‌مندی از سیستم فناوری اطلاعات، با هدف بهبود ایمنی و ترافیک به‌کار گرفته می‌شود:

۱. دوربین ثبت تخلف

با توجه به ضرورت کنترل اثرات منفی سرعت زیاد، استفاده از انواع دوربین‌های ثبت تخلف سرعت به‌عنوان یک راهکار نظارتی و بازدارنده که در بسیاری از کشورهای دنیا کاربرد دارد، در ایران نیز استفاده می‌شود.

۲.تردد شماری برخط

در حال حاضر تعداد ۹۳۵ دستگاه تردد شماری برخط (رفت و برگشت) در حال استفاده می‌باشد. این سامانه اطلاعات تردد شامل تعداد وسایل نقلیه سبک و سنگین، سرعت غیر مجاز، سبقت غیرمجاز و فاصله غیرمجاز را ثبت و ارسال می‌کند.

۳. سیستم‌های توزین حین حرکت

سیستم‌های توزین حین حرکت سیستم‌هایی هستند که قابلیت توزین وسایل‌نقلیه بدون نیاز به توقف آن‌ها در طول مسیر را دارا می‌باشند. این سیستم‌ها امکان توزین مستمر و پیوسته وسایل نقلیه را بدون نیاز به توقف در محوطه‌ای جداگانه فراهم می‌آورند. در این روش تخلفات مربوط به اضافه بار وسایل‌نقلیه در حین حرکت (شامل وزن بار محوری، گروه محورها و وزن کل وسیله نقلیه) توسط سنسورهای تعبیه شده در سطح جاده که به یک سیستم ویدئویی دیجیتال و نرم‌افزار پلاک‌خوان با قابلیت گرفتن عکس متصل می‌باشد، ثبت و شناسایی شده و مطابق قوانین و مقررات وزارت راه و شهرسازی با وسایل نقلیه متخلف برخورد خواهد شد. در حال حاضر در ۸ محور شریانی کشور این سیستم وجود دارد.

٤. سیستم پیام متغیر و سیستم سرعت‌نما

امروزه در جهت استانداردسازی و بالابردن سطح کیفی شبکه راه‌های برون شهری و باتوجه به اهمیت روزافزون کنترل ترافیک سیستم‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، انتقال اطلاعات و گزارش‌های لحظه‌ای وضعیت مسیرها به رانندگان، جایگاه ویژه‌ای برای سیستم‌های اعلام پیام متغیر ایجاد شده است. این تابلوها که برای نمایش پیام‌های ترافیکی در سطح جاده‌ها و مبادی پرتردد و حادثه‌خیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، قابلیت ارتباط با مرکز کنترل را داراست. این سیستم‌ها کلیه پیغام‌های مربوط به کیفیت جاده، حجم ترافیک، توصیه‌های ایمنی و موارد دیگر را در زمان‌های مقتضی به تابلو ارسال می‌کند تا با استفاده از آن، ضریب ایمنی جاده و همچنین فرهنگ رانندگی ارتقاء یابد.

۵. تونل‌های مجهز به سیستم‌های هوشمند

سیستم‌های ایمنی و کنترل هوشمند تونل‌ها در صورت وقوع هر گونه حادثه‌ای اپراتوری را که در مرکز کنترل در ورودی تونل مستقر می‌باشد آگاه می‌سازند. سیستم‌های ایمنی و کنترل هوشمند شامل تهویه و اندازه‌گیری آلاینده‌ها و پارامترهای محیطی هشدار دهنده (تشخیص اضافه ارتفاع وراه بند، آشکار ساز حوادث، آژیر، اطفاء حریق، برق اضطراری ژنراتور و ...) است.

٦. رهگیری ماشین‌آلات راهداری

با پیشرفت تکنولوژی، مدیریت وسایل نقلیه در سطح جاده‌ها، مرزها و مسیرهای ترانزیت به‌راحتی امکان‌پذیر شده است. این سیستم‌ها ابزار کنترلی بسیار مهمی در اختیار مجموعه سازمان‌های درگیر در امور مرتبط با حمل‌ونقل هستند که با کنترل اطلاعات حرکتی خودرو از قبیل مسیرهای طی شده، سرعت لحظه‌ای و متوسط، ورود و خروج از مسیرهای برنامه‌ریزی شده، نقاط مبدا و مقصد، نقاط تعریف شده و ... خدمات بسیار مهمی در زمینه پیگیری و ردیابی حرکت خودروها، ایمنی و سهولت در امر حمل‌ونقل جاده‌ای ارائه می‌دهند.

۷. نظارت تصویری در گردنه‌ها و نقاط پرحادثه در سطح کشور

با هدف نظارت مستقیم و مستمر بر وضعیت جاده‌ها جهت کنترل ترافیک، پاسخگویی به حوادث جاده‌ای و اطلاع‌رسانی آخرین وضعیت راه‌ها به کاربران جاده‌ها، کنترل مستقیم ترافیک راه‌ها، اطلاع‌رسانی سریع وضعیت راه‌ها به کاربران و افزایش ایمنی جاده‌ها، در نقاط حادثه خیز کشور از سیستم نظارت تصویری استفاده می‌شود.

جدول ۵-۳. عملکرد سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران

شرح	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱
تردد شمار	۲۴۶۹	۲۵۹۴	۲۷۰۵
توزین در حال حرکت	۶۰	۸۳	۹۷
پیام نما (VMS)	۲۱۲	۲۲۱	۲۲۱
نظارت تصویری	۸۵۸	۸۸۴	۹۴۷
ثبت تخلفات عبور و مرور	۱۶۹۴	۲۰۰۸	۲۱۴۶

منبع: سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای

۵-۲. حمل‌ونقل ریلی

ارتقاء سهم ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل در تولید ناخالص‌ملی کشور با توجه به نقش مؤثر آن در بعد اقتصادی و اجتماعی، یکی از مهم‌ترین ضرورت‌های توسعه ملی به‌شمار می‌رود. امروزه استفاده از شبکه‌ریلی در بین حوزه‌های مختلف حمل‌ونقل، به دلیل مزایا و قابلیت‌های ویژه ازجمله حمل انبوه با قیمت مناسب، بالابودن ایمنی، کاهش تصادفات، قابلیت افزایش سرعت مطمئن، کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی زیست‌محیطی بسیار مورد توجه است. یکی از مهم‌ترین دلایل

وضعیت بحرانی کیفیت شبکه حمل‌ونقل ریلی کشور، وقوع آسیب‌های انباشته ناشـــی از عدم اقدام به‌موقع در سنوات گذشته است که اهمیت توجه به بحث نگهداشت و ضرورت تامین مالی به‌موقع را نشان می‌دهد. عملکرد حمل‌ونقل ریلی کشور علی‌رغم افزایش خطوط ریلی، نسبت به دو دهه گذشته قابل قبول نبوده است. ارتقاء وضعیت شبکه حمل‌ونقل ریلی در کشور همواره با مشکلات اساسی همچون کمبود اعتبارات، عدم دسترسی بنادر به راه‌آهن، فرسودگی و افزایش خرابی زیرســاخت‌ها و ناوگان ریلی، افزایش نرخ ارز و هزینه بالای تامین قطعات و ماشـــین‌آلات به دلیل تحریم‌ها روبرو بوده‌اســـت.

در این بخش آمارهای مربوط به بخش حمل‌ونقل ریلی در دو بخش باری و مسافری مورد بررسی قرار گرفته است:

جدول ٥-٤. آمار حمل‌ونقل ریلی در ایران- بخش مسافری

شرح	١٤٠٠	١٤٠١	٥ ماهه نخست ١٤٠٢
تعداد مسافر جابه‌جا شده (میلیون نفر)	٢٠.٧	٢٩.۶	١٣.۴
تعداد مسافر حومه‌ای جابه‌جا شده (میلیون نفر)	۵.۵	٨.٣	٣.٩
نفر کیلومتر مسافر جابه‌جا شده (میلیون)	١١٢٣١	١۵٩.۶	٧٠۶٨
نفر کیلومتر مسافر حومه‌ای جابه‌جا شده (میلیون)	۵۴٠.٨	٧٩٩.۵	٣٨۴.٢
تعداد واگن مسافری	٢١۴۴	٢١۵٣	٢١٧٩
تعداد واگن مسافری حومه‌ای در اختیار	-	١٧٠	١٧٢

منبع: سالنامه آماری راه‌آهن ج.ا.ا

مطابق با اطلاعات سالنامه آماری راه‌آهن مشاهده می‌شود که طی ۵ ماهه نخست سال ۱۴۰۲، حدود ۱۳.۴ میلیون نفر مسافر از طریق خطوط ریلی جابه‌جا شده‌است که این عدد برای سال ۱۴۰۱ حدود ۲۹.۶ میلیون نفر بوده است که نسبت به سال ۱۴۰۰ حدود ۴۳ درصد رشد داشته‌است. این ارقام ظرفیت بالای بخش حمل‌ونقل ریلی در جابه‌جایی مسافر در کشور را نشان می‌دهد.

در بخش باری نیز مشاهده می‌شود که طی ۵ ماهه نخست سال ۱۴۰۲حدود ۵۲۶ هزارتن بار از طریق حمل‌ونقل ریلی ترانزیت شده است که معادل ۳۶۱.۷ میلیون تن-کیلومتر بار ترانزیت‌شده است.

جدول ۵-۵. آمار حمل‌ونقل ریلی در ایران- بخش باری

شرح		۱۴۰۰	۱۴۰۱	۵ ماهه نخست ۱۴۰۲
ترانزیت	تعداد واگن (هزار واگن)	۳۴.۸	۲۹.۳	۱۰.۶
	تناژ بار (هزار تن)	۱۹۳۸	۱۴۳۲.۶	۵۲۶.۲
	تن کیلومتر (میلیون)	۲۸۵۲	۱۴۲۵	۳۶۱.۷
	متوسط سیر بار ترانزیت	۱۴۷۲	۹۹۵	۶۸۷
صادره	تعداد واگن (هزار واگن)	۱۶۵.۴	۳۲.۳	۱۲.۳
	تناژ بار (هزار تن)	۹۵۴۳.۳	۱۷۷۸.۳	۷۲۰
	تن کیلومتر (میلیون)	۵۹۱۹.۷	۶۳۸	۲۱۵.۳
	متوسط سیر بار صادره	۶۲۰	۳۵۹	۲۹۹
وارده	تعداد واگن (هزار واگن)	۶۵.۹	۹.۹	۲.۵
	تناژ بار (هزار تن)	۳۶۰۶.۵	۴۴۰.۱	۱۴۰.۱
	تن کیلومتر (میلیون)	۳۷۶۹.۷	۲۱۹.۲	۳۷.۷
	متوسط سیر بار وارده	۱۰۵۳	۴۹۷	۲۶۹

منبع: سالنامه آماری راه آهن ج.ا.ا

۵-۲-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل ریلی

۱. ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل ریلی

با توجه به‌موقعیت جغرافیایی کشـور به‌لحاظ قرارگرفتن در مسـیر کریدورهای ترانزیتی شـمال – جنوب با توجه به اینکه حمل‌ونقل کالا از طریق کریدور شمال جنوب نسبت به مسیر کانال سوئز، ۴۰ درصد کوتاه‌تر و ۳۰ درصد ارزان‌تر است، ضروری است زیرساخت‌ها، ظرفیت‌ها و قوانین لازم برای جذب سرمایه در این مسیر فراهم شود. عدم کفایت مسیرهای ریلی و عدم توجه به ایجاد زیرساخت لازم برای عبور کالا و مسافر از کشورهای همسایه به داخل و خارج کشور، سبب شده ایران از مزیت ژئوپلیتیک منحصـر به فرد خود برای ترانزیت محروم باشـد. تقویت راه‌های ترانزیتی کشـور موجب رونق اقتصادی و افزایش سطح وابستگی کشورهای منطقه و فرامنطقه به ایران خواهد شد.

۲. پایین‌بودن سطح بهره‌وری حمل‌ونقل ریلی

شاخص بهره‌وری خطوط ریلی نشان می‌دهد که به ازای هر واحد خط ایجاد شده چه میزان بار و مسافر حمل‌ونقل گردیده است. بر اساس شاخص بهره‌وری خط در هر ۱۰۰ کیلومتر خطوط ریلی به‌طور متوسط ۳.۷ میلیارد واحد حمل‌بار و مسافر جابه‌جا می‌شود در حالی که در کشـوری مانند روسـیه به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر خطوط ریلی ۱۳.۲ میلیارد واحد حمل‌بار و مسافر جابه‌جا می‌شود و یا در اوکراین به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر خطوط ریلی ۳۰.۱ میلیارد واحد بار و مسافر جابه‌جا می‌گردد.

شاخص توزیع خطوط ریلی نشان‌دهنده تراکم خطوط در سطح کشور است و بالا بودن این شاخص نشان می‌دهد که خطوط ریلی کشـور توزیع بالایی دارد. در ایران به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع مسـاحت به‌طور متوسـط ۴۶ کیلومتر خطوط

ریلی وجود دارد؛ در حالی که در کشور روسیه به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع مساحت این کشور، ۵۰۰ کیلومتر خطوط ریلی وجود دارد. البته لازم به ذکر اســـت که وضـــعیت آب‌وهوایی و موقعیت جغرافیایی و پراکندگی جمعیت در تعیین جایگاه کشورها براساس این شاخص موثر است. در اکثر پیشنهادها برای رفع معضل و چالش بهره‌وری در صنعت حمل‌ونقل ریلی بر نوسازی و بهسازی خطوط ریلی کشور تاکید شده و دلیل عمده بهره‌وری پایین حمل‌ونقل ریلی کشور، مستهلک بودن و قدیمی بودن آن ذکر شده است.

۳. مسائل مربوط به تامین‌مالی در حمل‌ونقل حوزه ریلی

محدود بودن منابع‌مالی دولتی و هزینه‌بر بودن صـــنایع ریلی، محدودیت و یا عدم تولنایی در جذب منابع مالی کافی برای توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل ریلی باعث شده این حوزه از نظر منابع مالی در مضیقه باشد.

٤. چالش‌های لجستیک در حمل‌ونقل حوزه ریلی

بانک جهانی از سال ۲۰۰۷ به بررسی وضعیت لجستیک کشورهای مختلف جهان با استفاده از شاخص ترکیبی شاخص عملکرد لجستیکی پرداخته‌است. شاخص عملکرد لجستیک، معتبرترین شاخص بین‌المللی مرتبط با لجستیک تجاری است که در آن وضعیت لجستیک داخلی و نیز لجستیک کشورها در عرصه بین‌الملل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مطابق با آخرین گزارش منتشرشده در سال ۲۰۲۳، ایران از بین ۱۳۹ کشور در جایگاه ۱۲۳ قرار گرفته است.

۵. مسائل مربوط به خصوصی‌سازی

به‌دلیل فقدان برنامه‌ریزی و نقشـه راه مشـخص، خصـوصـی‌سـازی در صـنعت حمل‌ونقل ریلی موفقیت‌آمیز نبوده‌اسـت. ورود بخش عمومی غیردولتی در کنار توان رقابتی پایین بخش‌خصـوصـی و عدم شـفافیت اطلاعات به واسـطه رانت اطلاعاتی بخش خصولتی در مجموع باعث شده است سهم بخش خصوصی واقعی از بخش حمل‌ونقل تنها ۱۵ درصد باشد.

٦. رژیم‌های مقرراتی و نظارتی

به روز نبودن قوانین حوزه حمل‌ونقل ریلی و به تبع آن عدم توجه تصـــمیم‌گیران به اهمیت حمل‌ونقل ریلی در توســـعه مناسبات، فقدان نظارت کافی بر قوانین موجود، عدم هماهنگی بین قوانین داخلی و بین‌المللی و از همه مهم‌تر نداشتن سند چشـــم‌انداز قابل اجرا در حوزه حمل‌ونقل ریلی از جمله چالش‌های مهم قانون‌گذاری و نظارت در عرصـــه حمل‌ونقل ریلی اسـت. در این خصـوص ایران می‌تواند با تعدیل سـیاسـت‌های منطقه‌ای و تعامل اقتصـادی با کشـورهای همجوار برای مسیرهای ترانزیتی خود ارزش‌آفرینی نماید.

۵-۲-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل ریلی

۱. سیستم کنترل ایستگاه راه آهن (اینترلاکینگ الکترونیکی)

در کنترل هر ایستگاه عملیات ورود، خروج، جابه‌جایی و مانور قطار توسط سیستم اینترلاکینگ که اساسی‌ترین بخش سیستم علائم الکتریکی است، انجام می‌گیرد. این سیستم شامل ارسال و دریافت پیام‌های ترافیکی، محور شمار و نشانگر عبور کامل قطار می‌باشد. به‌طور کلی سیستم کنترل ایستگاه یا اینترلاکینگ دارای وظایف زیر می باشد:

- دریافت فرامین اپراتور از طریق تابلوی کنترل
- تعویض اتوماتیک خطوط ایستگاه توسط ماشین‌های سوزن
- اجازه تردد در مسیر تعیین شده به راننده لوکوموتیو از طریق چراغ‌های علائم کنار خطوط
- شناسایی مسیرهای در اشغال قطار
- انعکاس اطلاعات ایستگاه بر روی تابلوی کنترل
- رعایت کلیه موارد ایمنی در اجرای عملیات

۲. نرم افزار نظارت بر بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری ماشین آلات مکانیزه ریلی

ماشین‌آلات مکانیزه ریلی آن دسته از ماشین‌آلاتی هستند که توسط آن‌ها عملیات تعمیر و نگهداری خطوط ریلی شامل بازسازی و نگهداری کلی، ساده و جزیی خطوط انجام می‌شود. باتوجه به ارزبری بالای این ماشین‌ها و اهمیت کاربرد عملیاتی آن‌ها که همواره با افزایش سرعت حرکت، بار محوری و ترافیک خط، همراه می‌باشند، هر اقدامی در زمینه بالابردن بهره‌برداری از آن‌ها، تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت تعمیر و نگهداری خطوط ریلی خواهد داشت.

۳. دستگاه اندازه‌گیر پارامترهای خط و ثبت کامپیوتری گراف‌های مربوطه

پردازشگر مرکزی این دستگاه قادر است تا اطلاعات دریافتی را که به‌صورت دیجیتالی بر روی حافظه آن ثبت شده است، دریافت نموده و شاخص کیفیت خط را بر حسب طول خط به‌دست آورد. این اطلاعات توسط دیسکت به دستگاه زیرکوب خط منتقل شده و آن دستگاه نیز به‌طور اتوماتیک نسبت به اصلاح خط اقدام خواهد نمود که ضمن افزایش سرعت کار، دقت نیز تا حد زیادی افزایش می‌یابد.

٤. مدار خط

برای تشخیص حضور قطار در یک ناحیه مشخص ازمسیر ریلی، انتقال اطلاعات سیگنال TCR و تشخیص شکستگی ریل از مداراتی به نام مدار خط استفاده می‌گردد.

۵-۳. حمل‌ونقل هوایی

حمل‌ونقل هوایی نقش موثری در رشد اقتصادی کشورها دارد. با توجه به سیاست‌های کلان کشور و لزوم گذار از اقتصاد نفتی به غیرنفتی و به خصوص رونق گردشگری متناسب با پتانسیل‌های موجود در کشور، نقش حمل‌ونقل هوایی بسیار تعیین‌کننده است و با فراهم‌سازی ارتباط و اتصال سریع و ایمن مراکز مختلف و برخوردار از ظرفیت‌ها و مزیت‌های جغرافیایی اقتصادی کشور، از نگاه داخل و ایجاد ارتباطات بین‌المللی، جریان سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی و در نتیجه تولید و اشتغال تسهیل و رونق اقتصادی اتفاق خواهد افتاد.

مطابق با اطلاعات منتشرشده از سوی سازمان هواپیمایی کشوری، در سال ۱۴۰۰ حدود ۱۵.۶ میلیون‌مسافر از طریق پروازهای داخلی جابه‌جا شده‌اند که نسبت به سال قبل به ترتیب رشد ۳۰ درصدی داشته است و ۳.۲ میلیون نفر نیز از طریق پروازهای خارجی جابه‌جا شده‌اند. همچنین میزان بار جابه‌جا شده در سال ۱۴۰۰ از طریق پروازهای داخلی ۱۳.۸ هزارتن و از طریق پروازهای خارجی ۶۱.۴ هزارتن بوده است.

جدول ۵-۸. آمار حمل‌ونقل هوایی در پروازهای داخلی- بخش باری و مسافری

شرح	نوع پرواز	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
مسافر- میلیون نفر	پروازهای داخلی	۱۸.۵	۱۲.۱	۱۵.۶
	پروازهای بین‌المللی	۵.۱	۰.۵	۳.۲
بار- هزار تن	پروازهای داخلی	۱۲.۹	۱۵	۱۳.۸
	پروازهای بین‌المللی	۳۶.۸	۵۳	۶۱.۴
پست- تن	پروازهای داخلی	۱۱۷۳	۶۸۰	۸۷۸
	پروازهای بین‌المللی	۹۴۳	۷۲۵	۷۰۹
تعداد پرواز- هزار	پروازهای داخلی	۱۷۰	۱۴۵	۱۷۰
	پروازهای بین‌المللی	۳۴.۲	۸.۵	۲۵

منبع: کتاب آماری سازمان هواپیمایی کشوری

۵-۳-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل هوایی

۱. بالا بودن میانگین عمر ناوگان هوایی و بهره‌وری پائین

بالا بودن میانگین عمر ناوگان هوایی کشور در کنار سطوح پایین کارایی عملکرد واحدهای مختلف بخش حمل‌ونقل هوایی، در مجموع باعث پایین بودن بهره‌وری در صنعت حمل‌ونقل هوایی شده است که این موضوع بر انگیزه‌های سرمایه‌گذاری در این بخش تاثیرگذار بوده‌است.

با توجه به ورود تکنولوژی‌های جدید در حوزه ساخت هواپیماها، مشاهده می‌شود که در حال حاضر مصرف سوخت هواپیماهای جدید، یک سوم هواپیماهای موجود است. به دلیل مشکلات مربوط به حوزه تحریم و مسائل تامین‌مالی امکان

انتقال تکنولوژی به حوزه حمل‌ونقل هوایی در ایران فراهم نشـده‌اسـت و طی سـال‌های آتی با افزایش هرچه بیشـتر عمر ناوگان هوایی، این بخش با چالش جدی‌تری مواجه خواهدشد.

۲. چالش‌های سرمایه‌گذاری و تامین‌مالی

به دلیل تحریم‌های موجود، مسیرهای جذب سرمایه خارجی برای حوزه حمل‌ونقل هوایی و ورود تکنولوژی به این حوزه با تنگناهای جدی مواجه شده‌است. در بخش داخلی نیز به دلیل نبود سازوکار و قوانین حمایت‌گر در حوزه مشارکت بخش خصوصی، تامین مالی در این حوزه را با چالش مواجه کرده است.

۳. ایمنی پایین

صـنعت حمل‌ونقل هوایی مزایای بیشـماری از جمله سـرعت بالا در جابجایی بار و مسـافر دارد اما موضـوع ایمنی یکی از مسـائلی اسـت که همواره بر این صـنعت سـایه انداخته‌اسـت. در حال حاضـر نیز در ایران به دلیل فرسـودگی ناوگان، عدم بهره‌مندی از تکنولوژی‌های جدید به‌ویژه آن دسته از تکنولوژی‌هایی که دقت و ایمنی سفر را ارتقا می‌بخشد و در کنار آن عدم ارتقای تخصص نیروی انسانی فعال در این حوزه، موجب شده است سطح ایمنی پروازها به شدت کاهش یابد.

٤. کیفیت پایین خدمات

کیفیت خدمات در سفرهای هوایی می‌تواند موجب رشد تقاضا شده و افزایش قیمت‌ها را توجیه پذیر نماید. اما کیفیت پائین خدمات حمل‌ونقل هوایی در ایران در مقایسه با سایر کشورها در کنار هزینه بالای این سفرها موجب شده است تقاضای سفر هوایی رشد شایانی نداشته باشد و به تبع آن انتظار رشد گردشگری را نیز برآورده نخواهد کرد.

۵. مسائل مربوط به خصوصی‌سازی

در صنعت حمل‌ونقل هوایی نیز همچون سایر بخش‌ها، مسائل مربوط به انحصارات و تاثیر آن در قیمت‌گذاری بسیار پررنگ است. قوانین محدودکننده موجود نیز امکان ورود به این صـنعت را با چالش‌های زیادی مواجه کرده‌است. لذا بسـیار اهمیت دارد که شـرایطی برای ایجاد بازار رقابتی در این حوزه فراهم شـود تا به موازات آن کیفیت خدمات این بخش نیز افزایش یابد.

۵-۳-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل هوایی

۱. کاهش نیاز به تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی نشده

الگوریتم‌های یادگیری ماشـینی و اینترنت اشـیا به کمک شـرکت‌های مخابراتی آمده‌اند تا با نظارت بر هواپیما و تشـخیص ناهنجاری‌ها، هزینه‌های نگهداری برنامه‌ریزی نشده را کاهش‌دهند.

۲. نقش هوش‌مصنوعی

قلمروی تاثیرگذاری هوش‌مصـــنوعی بر صـــنعت حمل‌ونقل هوایی از کاهش تاخیر در پروازها تا افزایش بهره‌وری ســـوخت هواپیماها، نتایج مطلوبی را به سرمایه‌گذاران صنایع‌هوایی، مسافران و ذینفعان ارائه داده‌است.

۳. افزایش رضایت مشتری و بهبود عملکرد هواپیما

شـرکت‌های هواپیمایی پیشـرو به لطف تکنولوژی در حال نمونه‌سـازی و آزمایش برنامه‌های کاربردی هوش‌مصـنوعی برای افزایش رضایت مشـتری و بهبود عملکرد هواپیماها هسـتند. الگوریتم‌های هوش‌مصنوعی داده‌های پرواز مانند مسیر، ارتفاع، مسافت پیموده‌شده، مصرف سوخت، نوع هواپیما، شرایط آب‌وهوایی و بسیاری از اطلاعات دیگر را تجزیه و تحلیل می‌کنند. نرم افزارهای مبتنی بر هوش‌مصـنوعی مسیر بهینه پرواز را تعیین می‌کنند تا نه تنها زمان پرواز بلکه میزان سوخت مصـرفی نیز کاهش یابد.

٤. انتخاب مسیر بهینه پروازی

با بهره‌گیری از ظرفیت هوش‌مصـنوعی، امکان انتخاب مسـیرهای بهینه پروازی با در نظر گرفتن مسـیر اصـلی، بررسـی و مدیریت پرواز در شـــرایط مختلف آب‌وهوایی، برنامه‌ریزی وزن هواپیما و تحلیل ســـایر عوامل به منظور تعیین کارآمدترین مسیر پروازی صورت می‌پذیرد.

۵. کاهش هزینه‌ها

صـرفه‌جویی در هزینه سـوخت یکی از مهم‌ترین موضـوعاتی اسـت که شـرکت‌های هواپیمایی با آن مواجه هسـتند. یکی از اصـــلی‌ترین جنبه‌های هوش‌مصـــنوعی در حمل‌ونقل هوایی، مدیریت مصـــرف ســـوخت و کاهش هزینه‌ها اســـت. توانایی پیش‌بینی دقیق مسیر و تعیین نقاط بهینه سوخت‌گیری از بین مقاصد مختلف، موجب کاهش چشـمگیر هزینه شـرکت‌های هواپیمایی شده‌است.

۵-۴. حمل‌ونقل دریایی

امروزه بیش از ۸۵ درصد تجارت دنیا از طریق دریا انجام می‌شود. در ایران نیز با توجه به هم‌جواری با آب‌های آزاد نظیر خلیج فارس و دریای عمان و بزرگترین دریاچه دنیا یعنی دریای مازندران، حمل‌ونقل دریایی اهمیت فراوان دارد. بیش از پنج هزار و ۸۰۰ کیلومتر نوار ساحلی کشورمان زمینه بهره‌مندی از این فرصت را در بسیاری از حوزه‌ها، از حمل‌ونقل کالا گرفته تا صیادی، اکتشاف میادین نفتی و گازی، گردشگری و خدماتی فراهم کرده است. این در حالی است که صنعت حمل‌ونقل دریایی در مبادلات فرامرزی به‌خصوص بازرگانی و تجارت فرا قاره‌ای کشورمان تاثیر بسیار زیادی دارد. این صنعت به‌عنوان ایمن‌ترین نوع حمل‌ونقل کالاهای سبک، سنگین و با ارزش شناخته می‌شود و در مقایسه با سایر روش‌های حمل‌ونقل، قابل اطمینان‌تر است و تاثیر مثبت فراوانی نیز بر توسعه اقتصاد کشورها دارد.

مطابق با گزارش عملکرد سالانه سازمان بنادر و دریانوردی، در سال ۱۴۰۱ حدود ۹.۷ میلیون نفر ورودی و ۹.۲ میلیون‌نفر خروجی از طریق حمل‌ونقل دریایی صورت گرفته‌است که نسبت به سال ۱۴۰۰ به طور میانگین ۵۰ درصد رشد داشته‌است.

جدول ۵-٦. آمار حمل‌ونقل دریایی در ایران- بخش مسافری (میلیون نفر)

شرح	۱۳۹۹	۱٤۰۰	۱٤۰۱
ورودی	۴.۳	۶.۳	۹.۷
خروجی	۴.۳	۶.۳	۹.۲

منبع: گزارش عملکرد سالانه سازمان بنادر و دریانوردی

در بخش باری نیز در سال ۱۴۰۱ حدود ۱۵۱.۴ میلیون‌تن بار از طریق دریا تخلیه و بارگیری شده است درحالی‌که این رقم در سال ۱۴۰۰ حدود ۱۵۰ و در سال ۱۳۹۹ حدود ۱۳۰ میلیون تن بوده است.

جدول ۵-۷. آمار حمل‌ونقل دریایی در ایران- بخش باری (میلیون تن)

شرح	۱۳۹۹	۱٤۰۰	۱٤۰۱
تخلیه	۵۷.۱	۶۹.۳	۷۱.۷
بارگیری	۷۳.۳	۷۹.۸	۷۹.۹
مجموع	۱۳۰.۴	۱۴۹.۱	۱۵۱.۴

منبع: گزارش عملکرد سالانه سازمان بنادر و دریانوردی

۵-۴-۱. مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل دریایی

۱. بهره‌وری پایین صنعت حمل‌ونقل دریایی

در بخش دریایی به دلیل مشـــکلات مربوط به تحریم و به تبع آن محدودیت‌ها و ممنوعیت‌های حمل‌ونقل دریایی و عدم استفاده از ظرفیت کامل حمل‌ونقل دریایی، موجب کاهش سطح بهره‌وری شده است.

۲. مسائل مربوط به خصوصی‌سازی

در بحث خصوصی سازی حمل‌ونقل دریایی به دلیل بروز مسائلی همچون تعارض منافع بخش خصوصی و دولتی، مسائل امنیتی و مرزبندی نقش دولت، چالش‌های مربوط به قیمت‌گذاری در این حوزه و تضـــاد منافع موجود، یافتن الگوی بهینه مشارکت بخش خصوصی را با چالش‌های جدی مواجه کرده‌است.

۳. مسائل مربوط به آلودگی‌های زیست محیطی

در حمل‌ونقل دریایی با توجه به اینکه سواحل در برگیرنده سه محیط اقتصادی- اجتماعی، ژئومرفولوژیک و اکولوژیک هستند و هریک از این محیط‌ها آسیب‌پذیری خاص خود را دارند، چالش‌های متعددی مطرح است. بهره‌برداری صحیح از دریاها، مدیریت سواحل و کاهش آسیب پذیری‌ها تحت تاثیر منافع مشترک این حوزه قرار دارد. در صنایعی مانند نفت و گاز، شیلات و بنادر، موضوع لکه‌های نفتی، سرازیری فاضلاب شهرها به سواحل، حوادث دریایی ناشی از حمل کالاهای خطرناک و ... بروز می‌یابد.

٤. محدودیت‌های سرمایه‌گذاری و تأمین‌مالی

با توجه به وضعیت خاص کشور به‌لحاظ تحریم‌ها و محدودیت منابع مالی در داخل و همچنین چالش‌های جذب و ورود سرمایه خارجی، امکان تأمین سرمایه مورد نیاز برای اجرای پروژه‌های بزرگ به‌راحتی فراهم نیست؛ بنابراین انتخاب روش تأمین مالی مناسب در مورد پروژه‌ها و طرح‌های زیربنایی مسئله مهمی است.

۵-۴-۲. کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در حمل‌ونقل دریایی

با نگاهی اجمالی به امکانات، تجهیزات و نیروی انسانی شاغل در کشتی‌ها، بنادر و صنایع کشتی‌سازی در ۴۰ سال گذشته و مقایسه آن با کشتی‌ها، بنادر و صنایع امروزی، تفاوت قابل‌توجهی مشاهده می‌شود. این تفاوت‌ها عمدتاً در افزایش حجم، سرعت، دقت و کیفیت فعالیت‌ها، افزایش ایمنی، کاهش نیروی انسانی، افزایش مهارت‌های پرسنل و به‌کارگیری فناوری‌های نوین، کاملاً مشهود است. نمونه‌هایی از پیشرفت‌های حاصل‌شده از ناحیه هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل دریایی به شرح زیر است:

۱. هوشمندسازی بنادر با استفاده از استانداردهای GS1 [۵۳] و انواع فناوری‌ها ازجمله فناوری اطلاعات که به‌صورت گسترده‌ای موجب افزایش سرعت، ایمنی و دقت عملیات شده‌است. برای نمونه دیجیتالی کردن بسیاری از گزارش‌های کشتی‌ها که ضمن افزایش دقت و ماندگاری، سهولت ورود اطلاعات را ضمن افزایش حجم آن به دنبال داشته و درعین‌حال موجب کاهش تعداد کارکنان در بخش‌های مربوطه شده است.

۲. راه‌اندازی شبکه‌های ماهواره‌ای جهت استفاده کارکنان کشتی‌ها از اینترنت و تلویزیون ماهواره‌ای باعث افزایش بهره‌وری توام با ارتقای سطح زندگی دریانوردان شده است. ارسال اتوماتیک و دیجیتالی نقشه‌های دریانوردی به کشتی‌ها ضمن کاهش هزینه‌ها، کاهش حجم کار کارکنان کشتی‌ها را نیز به دنبال داشته و ایمنی ناوبری شناورها را بالابرده است. کنترل مصرف قطعات، ملزومات، روغن، سوخت و .... با استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته به‌دقت قابل پایش و بهینه‌سازی است.

---

[۵۳] استانداردهای GS1 در ۲۵ بخش به منظور بهبود کارایی، ایمنی وشفافیت زنجیره‌های تأمین در بسترهای فیزیکی و دیجیتالی طراحی شده‌اند. استانداردهای GS1 استانداردهایی هستند که کدها یا کلیدهایی را برای شناسایی یکتا و بی‌ابهام موجودیت‌های مختلف در دنیای واقعی (مانند اقلام تجاری، واحدهای لجستیکی، مکان‌های فیزیکی، اسناد، روابط خدماتی و سایر موجودیت‌ها) تعریف می‌کنند تا از این کلیدها در سیستم‌های اطلاعاتی استفاده شود.

۳. ارسال دقیق، به‌موقع و مؤثر راهنمایی‌های لازم به کشتی‌ها و برقراری ارتباط سریع و مستقیم با دریانوردان خصوصاً در مواقع بروز خطرات و حوادث، ایمنی و دقت عملیات هدایت کشتی‌ها را افزایش داده است. استفاده از فناوری‌های جدید در حوزه نظارت بر وضعیت[۵۴]، خودبه‌خود از حجم تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده[۵۵] کشتی‌ها کاسته و ضمن کاهش ریسک خرابی ماشین‌آلات، کاهش هزینه‌ها را نیز به دنبال دارد. فناوری‌های جدید، اطلاعات زیادی را در اختیار فرمانده‌ها در خصوص انتخاب بهینه مسیر، آبخور و تریم کشتی‌ها قرار داده است.

۶. چالش‌های توسعه فناوری در بخش حمل‌ونقل

در این کتاب به مهم‌ترین فناوری‌های حوزه حمل‌ونقل و تجربیات کشورها در به‌کارگیری آن‌ها اشاره شد، اما توجه به این نکته نیز بسیار حائز اهمیت است که به‌کارگیری فناوری‌های جدید نیازمند برخی زیرساخت‌های داخلی است که لازم است پیش از هر اقدامی، به دقت مورد بررسی قرارگرفته و آمادگی لازم برای ورود و پذیرش فناوری، فراهم شود.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشور در زمینه پذیرش و ورود فناوری‌های جدید، موضوع زیرساخت‌های قانونی موجود در بخش حمل‌ونقل است. با توجه به اینکه قوانین موجود در بخش حمل‌ونقل بسیار قدیمی می‌باشند، با توجه به‌سرعت بالای توسعه فناوری‌ها و به‌کارگیری آن‌ها در بخش‌های مختلف، مبانی قانونی بسیاری در این زمینه با خلا مواجه هستند و قانون‌گذاری‌ها از بلوغ کافی در این حوزه برخوردار نیستند، بنابراین لزوم به‌روز رسانی قوانین بیش از پیش حائز اهمیت است.

موضوع تقویت دانش منابع‌انسانی برای به‌کارگیری فناوری‌ها یکی دیگر از زیرساخت‌های ضروری برای توسعه فناوری‌ها می‌باشد. به‌طور مثال در حوزه تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده وجود نیروی انسانی ماهر با مهارت‌های لازم برای تجزیه‌وتحلیل داده برای استخراج الگوها و مدل‌ها ضروری است. دیگر از یکی از چالش‌های موجود در به‌کارگیری فناوری‌های تحول‌آفرین، عدم وجود زیرساخت‌های فناوری‌محور مناسب است. توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، مخابرات و اینترنت یکی از ضرورت‌ها و الزامات پیاده‌سازی فناوری‌های تحول‌آفرین است.

برنامه‌ریزی برای حل مشکلات موجود در زمینه تامین‌مالی نیز بسیار حائزاهمیت است. توجه ویژه به چالش‌های قانونی موجود در زمینه مشارکت بخش خصوصی، ضعف مدل‌های تامین‌مالی از طریق مشارکت بخش عمومی و خصوصی[۵۶] و همچنین مشکلات موجود در زمینه جذب سرمایه‌گذاری خارجی یکی دیگر از الزامات قابل توجه در این مسیر است.

بخش زیادی از چالش‌های فوق ارتباط تنگاتنگی با چالش اصلی امروز اقتصاد ایران یعنی تحریم‌ها دارند. گسترش نااطمینانی‌های شکل‌گرفته در ذهن بازیگران اقتصادی در داخل کشور و همچنین سرمایه‌گذاران خارجی در نتیجه تحریم‌های اعمال شده طی سال‌های اخیر، موجب تضعیف توان اقتصادی کشور برای اتخاذ چنین تصمیماتی شده‌است.

از سوی دیگر پذیرش فناوری‌ها به‌همراه خود برخی چالش‌های جدیدی نیز ایجاد خواهندکرد که لازم است در اتخاذ سیاست‌های هوشمندسازی، توجه ویژه‌ای به آن‌ها شود. یکی از این چالش‌ها نگرانی در زمینه امنیت داده‌ها است که منجر شده است افراد و شرکت‌ها اطمینانی از عدم افشای داده‌های خود نداشته باشند.

---

[54] Condition Monitoring
[55] Planned Maintenance
[56] Public-Private Partnership (PPP)

۷. پیشنهاداتی برای به کارگیری فناوری در بخش حمل‌ونقل بر اساس چالش‌های موجود

در ایران با توجه به چالش‌های موجود در حوزه حمل‌ونقل و به‌طور خاص، حمل‌ونقل جاده‌ای در حوزه مسافری و باری، می‌توان بسیاری از ابعاد کاربردی فناوری نسل چهارم را در صنعت حمل‌ونقل الگو قرارداد. لازمه اتخاذ چنین تصمیماتی، برنامه‌ریزی و تهیه نقشه راه مدونی در حوزه سیاست‌گذاری، همچون تجربه کشور ترکیه در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل است. در ادامه به برخی چالش‌های اساسی حمل‌ونقل در ایران که با توجه به زیرساخت‌های فعلی، بهره‌گیری از تکنولوژی می‌تواند به رفع این چالش‌ها کمک کند، پرداخته شده است:

۱. بهینه سازی مصرف سوخت و کاهش آلاینده‌ها

بهینه‌سازی مصرف سوخت در خودروها علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، موجب کاهش آلودگی هوا نیز خواهد شد. با توجه به مشکلات فعلی کشور در تامین سوخت موردنیاز خودروها و همچنین ضرورت توجه به مسائل حوزه آلودگی هوا ارجح است از تکنولوژی‌های هوشمند از جمله سیستم‌های مدیریت مصرف انرژی استفاده شود.

- صرفه‌جویی در مصرف سوخت با کاهش زمان صرف شده در حمل‌ونقل و اتخاذ سیستم‌های انرژی هوشمند با افزایش خودروهای الکتریکی و خودروهای هیبریدی
- استفاده از فناوری هوش‌مصنوعی برای پایش مصرف سوخت با بهره‌گیری از داده‌های جمع‌آوری شده از ناوگان تجاری
- بهره‌گیری از فناوری اینترنت‌اشیا برای کاهش مصرف سوخت از طریق پیش‌بینی خرابی و تعمیرات احتمالی قطعات خودرو، کاهش هزینه‌های غیرضروری تعمیر و معرفی نزدیک‌ترین تعمیرگاه‌ها
- برنامه‌ریزی برای استفاده از خودروهای برقی ضمن توجه به چالش‌های حوزه برق در کشور
- بهره‌گیری از پلتفرم‌های آنلاین برای به اشتراک‌گذاری صندلی‌های خالی خودروهای تک سرنشین با مسافران هم‌مسیر در سطح شهر و همچنین سامانه‌های هوشمند حمل‌بار برای جلوگیری از حمل‌ونقل‌های بدون بار با هدف کاهش ترددها و در نتیجه کاهش مصرف سوخت
- در حوزه حمل‌ونقل دریایی طراحی شناورهای هوشمند و شبیه‌سازی عملکرد یکپارچه و هیدرودینامیک از طریق طراحی بهینهٔ فرم بدنه با توجه به پارامترهای مؤثر جهت دستیابی به حداکثر سرعت و کاهش مصرف سوخت با استفاده از الگوریتم‌های طراحی هوشمند

۲. مدیریت ترافیک

- مدیریت ترافیک هوایی از طریق استفاده از فناوری‌های سیستم فروش بلیت هوشمند، سیستم‌های پرداخت باز، کارت‌خوان‌های هوشمند، سیستم‌های NFV و...
- استفاده از اینترنت‌اشیا در بهبود عملکرد مراکز کنترل ترافیک جاده‌ای
- ارتقای دسترسی کاربران به اطلاعات لحظه‌ای در مورد ترافیک و شرایط حمل‌ونقل عمومی و کمک به مسیریابی بهینه و هوشمند
- جمع‌آوری داده‌های ترافیکی از طریق دستگاه‌هایی مانند GPS، دوربین‌های جاده‌ای و شناسه‌های وسایل نقلیه

- استفاده از هوش‌مصنوعی در تجزیه و تحلیل داده‌های ترافیکی
- استفاده از سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک با تلفیق اطلاعات از منابع مختلف مانند چراغ راهنمایی، باجه‌های عوارض و پارکینگ‌ها
- استفاده از تکنولوژی گروه‌های سوئیچ مسیر و سیگنال‌ها در امتداد مسیرهای راه‌آهن برای کنترل ترافیک ریلی

۳. ایمنی سفر

- استفاده از تکنولوژی‌هایی همچون رادیوی جاده‌ای، ایجاد پایگاه‌داده حوادث ترافیکی، سیستم اطلاعات و ارتباطات داخل خودرو (IVICS)، سیستم پارکینگ هوشمند برای کالاهای خطرناک و وسایل حمل‌ونقل بار
- استفاده از سیستم پیشرفته کنترل و ایمنی خودرو (AVCSS) از طریق کنترل اتوماتیک وسیله نقلیه، جلوگیری و یا به حداقل رساندن خطاهای رانندگی در انسان، جلوگیری از شرایط خطرناک و کمک به راننده در واکنش سریع، فراهم آوردن کروز کنترل و کمک به پارک خودرو
- استفاده از سیستم بهبود ایمنی رانندگان حمل‌ونقل عمومی (APTS)

٤. بهبود سیستم حمل‌ونقل عمومی

- استفاده از پلتفرم‌های حمل‌ونقل هوشمند (APTS) در جهت ارتقای دسترسی کاربران به اطلاعات لحظه‌ای در مورد برنامه و مسیریابی وسایل حمل‌ونقل عمومی، اطلاع از در دسترس بودن صندلی، رزرو صندلی، اطلاع از موقعیت مکانی و زمان تخمینی ورود وسایل نقلیه به ایستگاه
- استفاده از بلیت‌های آنلاین یا NFC برای پرداخت هزینه‌های حمل‌ونقل

۵. بهبود سیستم نگهداری و تعمیر قطعات

- استفاده از الگوریتم‌های هوش‌مصنوعی از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های حسگرها و سایر منابع از جمله اینترنت‌اشیا برای پیش‌بینی زمان تعمیر یک قطعه در خودرو برای تولیدکنندگان قطعات خودرو
- استفاده از تکنولوژی هوشمند در تعریف دستیار مجازی در خودرو برای برنامه‌ریزی و زمانبندی تعمیرات، نگهداری و عیب‌یابی قطعات و سامانه‌ها و همچنین ارائه اطلاعات در خصوص عملکرد کلی خودرو به صاحبان خودرو

۸. جمع‌بندی

هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل منجر به تحولات عظیمی در وضع موجود و ارتقای سطح بهره‌وری، کیفیت و کارآمدی بخش حمل‌ونقل و خدمات مرتبط با آن خواهد شد. سامانه‌های هوشمند در تمام زیربخش‌های حمل‌ونقل کاربرد دارد و تاثیر شگرفی در بهره‌برداری از زیرساخت، کاهش هزینه‌ها، بهبود ظرفیت، ایمنی، بهره‌وری کیفیت و مدیریت داشته و تحول‌آفرین است. پیاده‌سازی خدمات هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل در هر کشوری وابستگی زیادی به شرایط فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و اقلیمی دارد. لذا به منظور بهره‌برداری بهینه از خدمات هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل لازم است معماری هر کشور به‌صورت خاص و با درنظر گرفتن نیازها، محدودیت‌ها و انتظارات آن کشور با رعایت استانداردهای مربوطه طراحی شود.

منظور از معماری هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل، شمایی کلی از سامانه‌ها بر اساس عناصر تشکیل‌دهنده آن و همچنین روابط بین عناصر مذکور است به‌نحوی‌که قادر باشد شکل کاملی از سامانه را طرح‌ریزی کند به این ترتیب با وجود آنکه خدمات هوشمندسازی صنعت حمل‌ونقل طیف وسیعی از کاربردها را دربر می‌گیرد، اما بر اساس نیازها و شرایط مختلف هر منطقه، بخشی از خدمات در اولویت برنامه‌های هوشمندسازی آن منطقه قرار می‌گیرند.

در این راستا توجه به تجربیات کشورهای پیشرفته در زمینه‌هایی از جمله ساختار تشکیلاتی، اقدامات انجام شده به همراه برنامه زمان‌بندی، خدمات کاربر، معماری زیرساخت‌های لازم و مواردی از این قبیل موثر می‌باشد. به‌منظور داشتن تجربه موفقی از هوشمندسازی در هر منطقه، برنامه‌ریزی و تهیه و تنظیم طرح جامع در مراحل تعیین راهبردها و جهت‌گیری‌ها و همچنین مراحل اجرای پروژه‌ها متناسب با شرایط منطقه امری ضروری می‌باشد، بنابراین از جمله اقداماتی که پیشنهاد می‌شود تا در برنامه‌ریزی هوشمندسازی هر منطقه مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- شناسایی متولیان اصلی و سازمان‌ها و ارگان‌های مرتبط
- شناخت محیط
- تحلیل زیرساخت‌ها، قوانین و بسترهای موجود
- تعیین اهداف و معیارهای مورد نظر
- بررسی نیازها و مسائل حمل‌ونقل
- تحلیل و ارزیابی فناوری‌های مختلف
- انطباق نیازها با قابلیت سامانه‌های هوشمندسازی و تعیین اولویت‌ها و سرویس کاربران
- ایجاد زیرساخت‌های مخابراتی مورد نیاز

شایان ذکر است که هسته تکنیکی و فنی هوشمندسازی را اطلاعات و ارتباطات و فناوری‌های کنترل تشکیل می‌دهند، لذا متخصصان حمل‌ونقل که قصد برنامه‌ریزی و اجرای سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل را دارند لازم است در سطح کاربردی از امکاناتی که فناوری‌های هوشمندسازی فراهم می‌کنند، آگاهی کامل داشته باشند تا بتوانند متناسب با شرایط هر منطقه بخشی از امکانات و سرویس‌های هوشمندسازی را از بین طیف گسترده سرویس‌های آن انتخاب کنند.

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و به تبع آن رشد تعداد وسایل‌نقلیه که به‌دنبال خود مسائل و مشکلات جدی حمل‌ونقل از قبیل آلودگی‌های زیست‌محیط، کاهش منابع انرژی، خسارت‌های مادی و معنوی ناشی از تصادفات، افزایش زمان‌های تلف شده و روند رشد سریع تقاضای حمل‌ونقل به ویژه در ساعات اوج ایجاد کرده‌است؛ ضرورت دارد تا توسط متولیان ترافیک و تصمیم‌گیران اصلی توجه ویژه‌ای در زمینه اتخاذ سیاست‌های راهبردی در مقابل با این معضل شود.

۹. منابع

۱. بانک مرکزی

۲. سازمان بنادر و دریانوردی، گزارش عملکرد سالانه سازمان بنادر و دریانوردی ۱۴۰۱

۳. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای ۱۴۰۰

۴. سازمان هواپیمایی کشور، کتاب آماری سازمان هواپیمایی کشوری ۱۴۰۰

۵. شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، سالنامه آماری راه آهن ۱۴۰۰

۶. کریمی، فروزنده، غضنفری، مهدی، رسولی، محمدرضا (۱۴۰۰). ارتقاء عملیات حمل و نقل هوایی هوشمند با استفاده از رویکرد فرآیندکاوی.پژوهشنامه حمل و نقل، دوره ۱۸، شماره ۳.

1. Bharadiya, J. (2023). Artificial Intelligence in Transportation Systems a Critical Review. American Journal of Computing and Engineering, 6(1), 34-45.

2.Cornet, A., Kässer, M., Müller, T., & Tschiesner, A. (2017). The road to artificial intelligence in mobility–smart moves required. McKinsey Center for Future Mobility, 1-10.

3. He, S. (2021, December). Application of Internet of Things Technology in Intelligent Transportation in Post-epidemic Era. In 2021 3rd International Conference on Economic Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021) (pp. 3007-3011). Atlantis Press.

4. Muthuramalingam, S., Bharathi, A., Rakesh Kumar, S., Gayathri, N., Sathiyaraj, R., & Balamurugan, B. (2019). IoT based intelligent transportation system (IoT-ITS) for global perspective: A case study. Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation, 279-300.

5. Technology series, U.A.E. smart mobility (2020). Business council report

6. Ushakov, D., Dudukalov, E., Kozlova, E., & Shatila, K. (2022). The Internet of Things impact on smart public transportation. Transportation Research Procedia, 63, 2392-2400.

7. Yuan, T., Da Rocha Neto, W., Rothenberg, C. E., Obraczka, K., Barakat, C., & Turletti, T. (2022). Machine learning for next-generation intelligent transportation systems: A survey. Transactions on emerging telecommunications technologies, 33(4), e4427.

تهران: ۱۵۱۱۹۱۷۶۱۳، خیابان خالد اسلامبولی

پلاک ۸۲، صندوق پستی:۱۵۸۷۵/۳۸۱۸

نمابر:۲-۸۸۷۲۰۴۶۱