

# کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل



وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات  
پژوهشگاه ارتباطات  
و فناوری اطلاعات



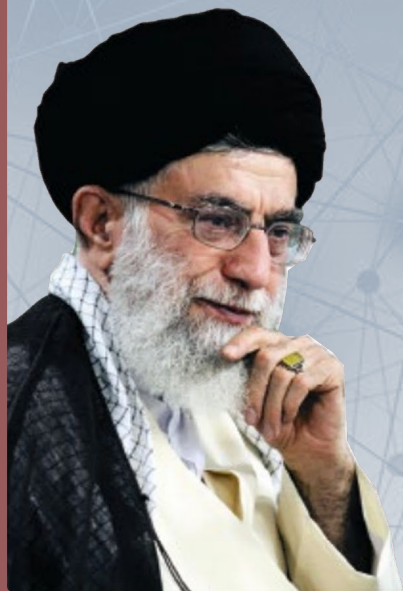
# مجموعه کتابچه‌های کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف

برخی از کاربردهای هوش  
مصنوعی  
در حوزه حمل و نقل

پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات  
مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی  
زمستان ۱۴۰۰

من پیشنهاد می‌کنم یکی از مسائلی که مورد تکیه و توجه و تعمیق واقع می‌شود، مسئله‌ی هوش مصنوعی باشد که در اداره‌ی آینده‌ی دنیا نقش خواهد داشت. حالا یا در معاونت علمی رئیس‌جمهور یا در دانشگاه باید کاری کنیم که ما در دنیا حداقل در ۱۰ کشور اول در مورد هوش مصنوعی قرار بگیریم که امروز نیستیم. امروز کشورهایی که درجه‌ی اول در مسئله‌ی هوش مصنوعی هستند، حالا غیر از آمریکا و چین و این‌ها که در رده‌های بالا هستند، بعضی از کشورهای آسیایی و بعضی کشورهای اروپایی هم هستند، اما ما نیستیم. البته کشورهای آسیایی ظاهراً بیشتر هم هستند. در ۱۰ تای اول، تعداد کشورهای آسیایی بیشتر است. باید کاری کنیم که حداقل به ۱۰ کشور اول دنیا در این مسئله برسیم.

بخشی از بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی  
در خصوص هوش مصنوعی در دیدار با نخبگان  
و استعداد‌های برتر علمی در تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۶





## پیام وزیر محترم ارتباطات و فناوری اطلاعات

در فناوری هوش مصنوعی، هدف ساخت ماشین‌های هوشمندی است که بتوانند همانند انسان‌ها و حتی ورای آنها محیط اطراف را درک کرده و تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌های لازم را با استفاده از داده‌های کسب کرده انجام دهند و بر این اساس، نحوه عملکرد مؤثر و ایمن را محاسبه و انجام دهند.

در حال حاضر، هوش مصنوعی را می‌توان به‌عنوان بازیگر کلیدی تحول دیجیتال در بسیاری از صنایع در نظر گرفت. پیش‌بینی صورت گرفته توسط مؤسسه PWC نشان می‌دهد که توسعه کاربردهای هوش مصنوعی باعث رشد اقتصاد دنیا در سال ۲۰۳۰ تا حدود ۱۵/۷ تریلیون دلار خواهد شد. سهم هر یک از کشورها با توجه به میزان توسعه یافتگی آنها در این رشد متفاوت بوده، به طوری که برای کشورهای پیشرو چون چین و آمریکا بین ۱۸ تا ۲۱ درصد و برای کشورهای با اقتصاد ضعیف چون پاکستان و زامبیا بین ۴ تا ۸ درصد خواهد بود. در بخش سرمایه‌گذاری نیز آمریکا، چین و انگلستان و کانادا سالیانه به ترتیب با ۲۳، ۱۰ و ۱/۹ میلیارد دلار بیشترین سرمایه‌گذاری را در توسعه هوش مصنوعی داشته‌اند. کمیسیون اروپا نیز برای توسعه هوش مصنوعی طی سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۷ بودجه ۲/۱ میلیارد یورویی لحاظ کرده است. همه این موارد نشان‌دهنده رشد روزافزون و اهمیت بی‌بدیل هوش مصنوعی در دنیا است.

باتوجه به اهمیت هوش مصنوعی در توسعه اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی کشورها و برنامه‌ریزی گسترده اکثر آنها در به‌کارگیری هوش مصنوعی در حل مسائل و معضلات فعلی و آینده‌شان، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات نیز به‌عنوان متولی ICT کشور از مزایای ناشی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در حل چالش‌ها و مسائل کشور غافل نبوده و در همین راستا اقدام به تأسیس «مرکز ملی نوآوری و توسعه هوش مصنوعی» نموده است. یکی از نتایج راه‌اندازی این مرکز، تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی در سال ۱۴۰۰، به‌منظور توانمندسازی کشور در حل مسائل حیاتی، تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی، تسهیل توسعه کسب‌وکارهای حوزه هوش مصنوعی، تدوین قوانین، مقررات و استانداردهای مرتبط با هوش مصنوعی، ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موردنیاز و توسعه کاربردهای هوش مصنوعی در بخش‌های

مختلف اقتصادی، محیط‌زیست، اجتماعی، کشاورزی، سلامت، انرژی، آموزش و صنعت، بوده که البته لازم است تا با کمک سایر وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های دولتی اجرایی شود.

با توجه به تاکید مقام معظم رهبری به لزوم قرار گرفتن ایران جزو ۱۰ کشور برتر حوزه هوش مصنوعی و استفاده از توان آن برای آینده‌سازی و حل مشکلات کشور و نیز با در نظر گرفتن نقش کلیدی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در توسعه دولت الکترونیک و هوشمندسازی امور، قطعاً یکی از وظایف مهم وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات ایفای نقش حداکثری در توسعه ملی هوش مصنوعی خواهد بود. این وزارتخانه در حوزه‌های رگولاتوری هوش مصنوعی، تأمین زیرساخت‌های پردازشی و ذخیره‌سازی برای بخش‌های پژوهشی و استارت‌آپ‌ها، ایجاد بسترهای به‌اشتراک‌گذاری داده، ایجاد دادگان پایه جهت توسعه مدل‌ها، ایجاد شبکه‌های همکاری بین دانشگاه، دولت و صنعت، کمک به دستگاه‌های اجرایی کشور در به‌کارگیری حداکثری هوش مصنوعی و تسهیل، پایش و راهبری برنامه ملی توسعه هوش مصنوعی به ایفای نقش خواهد پرداخت.

امید است با اتکال به پروردگار متعال و پیروی از رهنمودهای دایمانه مقام معظم رهبری و با تکیه بر متخصصان داخلی به‌خوبی نقش خود را در توسعه هوش مصنوعی در کشور ایفا نماییم تا مردم از مزایای آن در زندگی بهتر بهره ببرند.

**عیسی زارع پور**

**عنوان پروژه:** تدوین نقشه راه ملی هوش مصنوعی

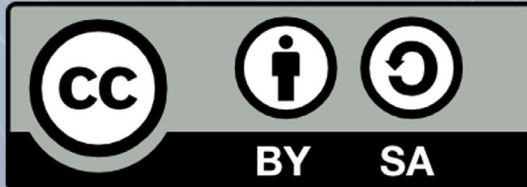
**مجری پروژه:** دکتر احرام صفری

**رئیس مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی:** دکتر محمدشهرام معین

**تهیه‌کنندگان گزارش:** خانم‌ها دکتر حمیرا شهرپرست و دکتر راضیه رضایی قره‌باغ و آقایان مهندس امیر فیاض حیدری و دکتر حسین افتخاری.

### **تقدیر و تشکر:**

از کلیه همکاران بزرگوار در مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات به‌خصوص آقایان دکتر علی‌اصغر انصاری (رئیس سابق مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی)، مهدی عزیزی مهماندوست، مصطفی سلیمان نژاد و خانم‌های مهندس الهام رفتی، مهشاد عظیمی و ملینا اختیاری که در تدوین کتب و کتابچه‌های کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف مشارکت فعال داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.



در راستای تحقق مأموریت پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات در فراهم سازی سکویی برای ارتقاء دانش، انتقال فناوری و بومی سازی محصولات و خدمات حوزه فاوا و با هدف جلب مشارکت علاقه مندان در توسعه و بهره مندی از دستاوردهای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، آزاد رسانی این دستاوردها در زمره برنامه های اولویت دار پژوهشگاه به شمار می آید. به همین منظور مستند حاضر تحت مجوز بین المللی CC-BY-SA نسخه ۴، در دسترس عموم قرار گرفته است. شایان ذکر است تحت این مجوز، ضمن حفظ مالکیت فکری این مستند برای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، باز انتشار و بکارگیری آن با ذکر نام پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات و تحت شرایط مجوز فوق بلامانع است.

## سرفصل مطالب

۶	خلاصه مدیریتی
۸	۱- مقدمه
۹	۲- حوزه‌های تمرکز برای به‌کارگیری هوش مصنوعی
۱۱	۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل
۱۲	۳-۱- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حمل و نقل زمینی
۱۸	۳-۲- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حمل و نقل دریایی
۲۲	۳-۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حمل و نقل هوایی
۲۷	۴- شرکت‌های داخلی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل
	۵- علم‌سنجی و بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در ایران و جهان
۲۸	
	۵-۱- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل»
۲۹	
	۵-۲- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل»
۳۲	
۳۹	۶- جمع‌بندی
۴۰	منابع



با توسعه و رشد روزافزون فناوری اطلاعات و به خصوص فناوری‌های تولید، انتقال، نگهداری و پردازش داده، استفاده از سیستم‌هایی که این داده‌ها را درک، تفسیر و یا بر اساس آن‌ها به صورت خودکار عمل کنند روندی طبیعی در دنیا شده است. این تنها بخشی از علم هوش مصنوعی است. ایجاد سیستم‌های تشخیص خودکار، ربات‌ها، دستیاران شخصی، پیش‌بینی کردن و ... همگی از زیرشاخه‌های کاربردهای هوش مصنوعی است. امروزه هوش مصنوعی زندگی بیشتر انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده و در آینده‌ای نه‌چندان دور، بسیاری از مشاغل در کشورهای پیشرفته توسط سامانه‌های هوشمند خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌گیرند. شناخت هر چه بیشتر و بهتر علم هوش مصنوعی به بهبود شرایط زندگی و فضای کسب‌وکار کمک شایانی خواهد کرد.

در راستای توسعه هوش مصنوعی، پروژه‌های تحت عنوان تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی توسط پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات انجام شده است. یکی از خروجی‌های این پروژه، شناسایی کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های اصلی و اولویت‌های کشور است. یکی از این اولویت‌ها حوزه حمل و نقل بوده که در این کتابچه به کارکردها و کاربردهای هوش مصنوعی در این زمینه پرداخته شده است.

در این کتابچه به بررسی موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل و نیز آخرین تحولات استفاده از هوش مصنوعی در این حوزه پرداخته شده است. در این کتابچه برای فهم و درک بهتر موارد کاربردی هوش مصنوعی در این زمینه و همچنین دسته‌بندی کاربردها، درختواره موارد کاربرد هوش مصنوعی بر مبنای زیر حوزه‌ها ترسیم و عناوین موارد کاربرد معرفی شد. این زیر حوزه‌ها شامل (۱) حمل‌ونقل زمینی، (۲) حمل‌ونقل دریایی و (۳) حمل‌ونقل هوایی می‌باشند.

تحلیل و ارزیابی شرکت‌های داخلی ارائه‌دهنده خدمات مرتبط با کاربرد های هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل، از دیگر مواردی است که در این کتابچه به آن پرداخته شده است. ۳۳ شرکت فعال ایرانی در این حوزه شناسایی شد که تمرکز آن‌ها عمدتاً بر روی کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های مسیریابی سفر و تشخیص پلاک خودرو است. همچنین در انتهای

این کتابچه نیز به بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در ایران و جهان با استفاده از علم‌سنجی پرداخته شده است و مواردی همچون کشورهای برتر جهان، کشورهای برتر مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران (رقبای منطقه‌ای)، روند انتشار مقالات علمی، نهادهای تأمین مالی برتر در جهان و نویسندگان برتر ایران و جهان در این حوزه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

ظهور هوش مصنوعی می‌تواند راه را برای پیگیری اهداف توسعه پایدار در جهت پیشرفت در زمینه‌های حمل و نقل زمینی، هوایی و دریایی هموار کند. دولت‌های سراسر جهان، چه در سطح محلی و چه در سطح مرکزی، در برنامه و استراتژی نقشه راه خود برای پیشرفت در حوزه حمل و نقل، از هوش مصنوعی استقبال کرده‌اند. این کتابچه می‌تواند در جهت آگاه‌سازی در خصوص زمینه‌هایی که هنوز در کشور ما جای بهره‌مندی از هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل وجود دارد و نیز در راستای شناخت روند این جریان و آشنایی با روش‌های پرکاربرد در جهت تسریع پیشرفت در این حوزه گام مهمی بردارد.



هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم و مهندسی کامپیوتر است که در آن به طراحی و ساخت سامانه‌های هوشمند پرداخته می‌شود. این سامانه‌ها با تقلید از توانایی‌های انسانی از قبیل درک و کشف محیط پیرامون و قدرت یادگیری، سعی در خودکارسازی هر چه بهتر رفتارهای هوشمندانه دارند. امروزه هوش مصنوعی زندگی بیشتر انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده و در آینده‌ای نه‌چندان دور، بسیاری از مشاغل در کشورهای پیشرفته توسط سامانه‌های هوشمند خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌گیرند. شناخت هر چه بیشتر و بهتر علم هوش مصنوعی به بهبود شرایط زندگی و فضای کسب‌وکار کمک شایانی خواهد کرد. پیشرفت در هوش مصنوعی می‌تواند یکی از راه‌حل‌های بحران‌های بزرگ صنعت حمل و نقل - از تشخیص پلاک خودرو و برنامه‌ریزی مسیر گرفته تا پیش‌بینی مصرف سوخت و امنیت سایبری - در سطح جهان باشد.

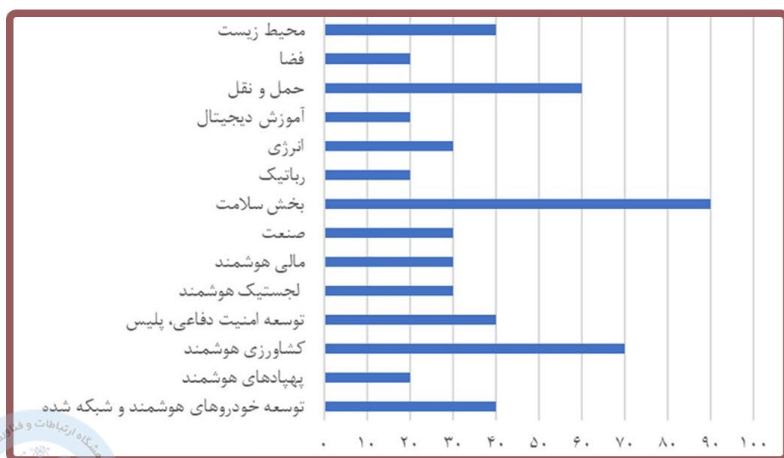
با پیشرفت در یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، می‌توان از قدرت پیش‌بینی هوش مصنوعی برای ایجاد مدل‌های داده‌محور بهینه در فرایندهای پیش‌بینی محور استفاده کرده و توانایی مطالعه روندهای فعلی و آینده را بهبود بخشید. هوش مصنوعی همچنین می‌تواند با افزایش رویکرد الگوریتمی در این زمینه، نقشی کلیدی در بهبود تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در زمینه حمل و نقل را ایفا کند. تحولاتی که فناوری‌های نوین از جمله فناوری دیجیتال در صنعت حمل و نقل ایجاد می‌کنند، می‌تواند نحوه تخمین مصرف سوخت و تراکم ترافیک، پیش‌بینی جابه‌جایی بار و پیش‌بینی تأخیر پرواز و ریسک سوانح هوایی را به طور چشمگیری تغییر دهد. با توجه به قابلیت‌های متعددی که هوش مصنوعی در پردازش داده ارائه می‌کند، چشم‌پوشی از این فناوری در دیجیتالی نمودن فرایندها غیرممکن شده است. در این کتابچه، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حوزه حمل و نقل مورد بررسی قرار گرفته است.

در این کتابچه، سعی شده حوزه‌های اولویت‌دار توسعه هوش مصنوعی در کشور، برخی از موارد کاربردی مرسوم هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل، شرکت‌های داخلی فعال در استفاده از هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل و علم‌سنجی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل مورد بررسی قرار گیرد.

## ۲- حوزه‌های تمرکز برای به‌کارگیری هوش مصنوعی

یکی از بخش‌های مهم در سند راهبردی توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف تعیین حوزه‌های تمرکز می‌باشد که معمولاً بر اساس چالش‌های فعلی و آتی کشورها تعیین می‌گردد. پس از بررسی حوزه‌های تمرکز در راهبرد کشورهای چین، فرانسه، لیتوانی، مکزیک، قطر، سوئد، امارات، انگلستان، آمریکا، آلمان، کانادا، جمهوری چک، استونی، دانمارک، فنلاند، هند، ژاپن، لوکزامبورگ، هلند، نروژ، تایوان، کره جنوبی، سنگاپور و ترکیه حوزه‌های قابل تمرکز شناسایی و فراوانی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت که در شکل ۱ درصد فراوانی بر اساس حوزه کاربردی قابل مشاهده می‌باشد.

یکی از اقدامات مهم در سند راهبردی توسعه هوش مصنوعی در ایران تعیین حوزه‌های اولویت‌دار برای به‌کارگیری هوش مصنوعی است. برای اولویت‌بندی حوزه‌ها، ابتدا ۹ حوزه شامل اقتصاد و خدمات مالی، محیط زیست، مسائل اجتماعی، کشاورزی، سلامت، حمل‌ونقل و مدیریت شهری، آموزش، انرژی و صنعت، معدن، تجارت با کمک خبرگان شناسایی و سپس حوزه‌های مذکور با استفاده از ۴۹ شاخص (که در ۲ دسته جذابیت و توانمندی تقسیم شده بود) اولویت‌بندی شد که نتایج در جدول ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱: درصد فراوانی حوزه تمرکز براساس کشورهای مورد بررسی

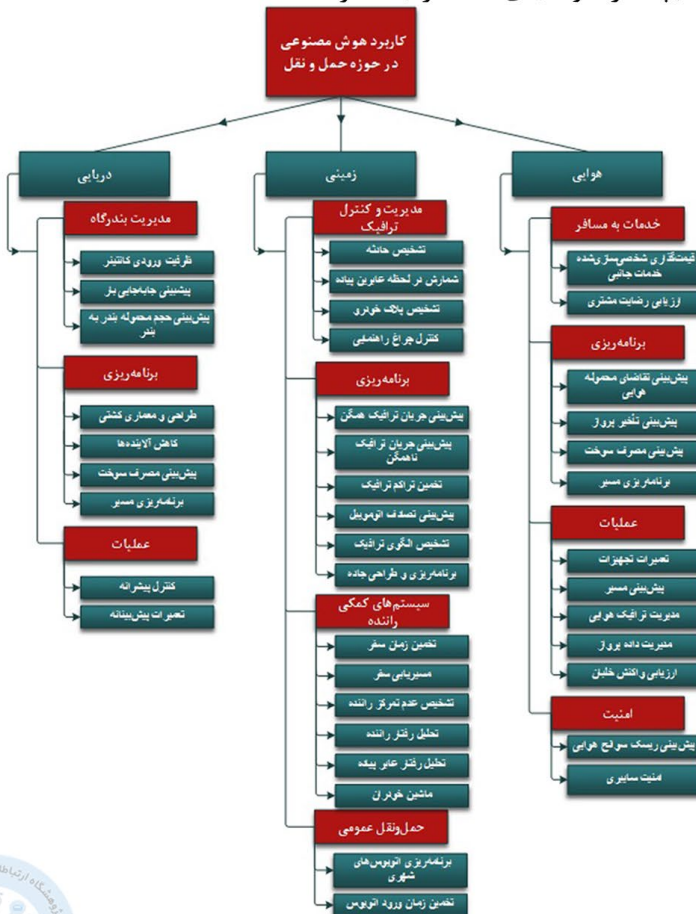
جدول ۱: حوزه‌های قابل تمرکز توسط ایران برای به کارگیری هوش مصنوعی

اولویت‌ها	حوزه کاربرد
اولویت ۱	اقتصاد و خدمات مالی
اولویت ۲	مسائل زیست‌محیطی
اولویت ۳	مسائل اجتماعی
اولویت ۴	کشاورزی
اولویت ۵	سلامت
اولویت ۶	حمل‌ونقل و مدیریت شهری
اولویت ۷	آموزش
اولویت ۸	انرژی
اولویت ۹	صنعت، معدن، تجارت



### ۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل

یکی از حوزه‌های قابل تمرکز برای ایران بر اساس جدول ۱ حوزه حمل و نقل می‌باشد. بر اساس شکل ۲ نقش کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل را می‌توان به زیرشاخه‌های حمل و نقل زمینی، دریایی و هوایی تقسیم کرد. در خصوص تعداد مقالات، روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی استفاده شده در هر زمینه و نتایج و مزیت‌های استفاده شده از هوش مصنوعی در هر زمینه، می‌توان به کتاب اصلی که جزئیات بیشتری نسبت به این کتابچه در خود جای داده، مراجعه کرد.



شکل ۲: درخت‌واره موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل

### ۳-۱- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حمل و نقل زمینی

با توجه به شرایط موجود، توسعه فناوری برای سازماندهی زیرساخت جاده ای و ایجاد ترافیکی روان ضروری است. علاوه بر این، استفاده از فناوری‌های نوین برای تسهیل و بهینه شدن تصمیم‌گیری‌ها و همچنین ارزیابی و کاهش احتمال وقوع سوانح در حوزه حمل و نقل زمینی نیز وجود دارد. در همین راستا، پیاده‌سازی الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در سال‌های اخیر در این حوزه مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه زیربخش‌های این قسمت با جزئیات بیشتر ارائه شده است.

#### ۳-۱-۱- مدیریت و کنترل ترافیک

کنترل ترافیک از مباحث مورد توجه در حوزه حمل و نقل زمینی جهت پیاده‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین است. در این زمینه، به دلیل تعدد سنسورها و دوربین‌ها، داده‌ها و تصاویر زیادی در لحظه جمع‌آوری و پردازش می‌شود؛ لذا به کارگیری هوش مصنوعی موجب تسهیل این فرایند خواهد شد. در این زمینه، موارد کاربرد تشخیص حادثه، شمارش در لحظه عابرین پیاده، تشخیص پلاک خودرو و کنترل چراغ راهنمایی آورده شده است.

**۱) تشخیص حادثه:** با توجه به اهمیت و تأثیرات جانی و مالی ناشی از بهبود تشخیص حادثه، تلاش‌های زیادی برای شناسایی، تعیین زمان، مکان و شدت یک حادثه برای تسهیل تصمیم‌گیری مدیریت ترافیک برای کاهش ازدحام انجام شده است. این تلاش‌ها از گزارش‌های دستی و حضوری و الگوریتم‌های خودکار تا شبکه‌های عصبی متغیر است. گزارش‌های دستی که توسط مأموران و عوامل انسانی نوشته می‌شود، باعث بروز تأخیر در تشخیص حوادث شده و مقرون به صرفه نمی‌باشد. این در حالی است که الگوریتم‌ها می‌توانند مشخصات جریان قبل و بعد از حادثه را از طریق داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرهای کنار جاده، اندازه‌گیری و تحلیل نمایند. در این زمینه توسعه الگوریتم‌های یادگیری ماشین جهت تحلیل سرعت ماشین‌ها و جریان ترافیکی جهت تشخیص حوادث می‌تواند بسیار مؤثر باشد.

**۲) شمارش عابرین پیاده:** تشخیص مطلوب اشیاء مرتبط با ترافیک دقت مراحل تشخیص و ردیابی عناصر و مؤلفه‌های ترافیکی را افزایش می‌دهد. این مسئله نقش مهمی در پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند خواهد داشت. علائم راهنمایی‌وراندگی، خودروها، عابران پیاده و دوچرخه‌سواران از کلاس‌های مهم اشیاء مرتبط با ترافیک هستند. ابزارهای تحلیل داده و پردازش تصویر قابلیت‌های خوبی را در زمینه شناسایی و شمارش این پارامترها فراهم نموده است. تکنیک‌های یادگیری ماشین نیز بخشی از این ابزارها را تشکیل داده که با توجه به قابلیت‌های متنوع در زمینه داده‌کاوی و پردازش داده تبدیل به بهترین رویکردها در این زمینه گشته‌اند.

**۳) تشخیص پلاک خودرو:** سیستم‌های تشخیص پلاک خودکار و هوشمند به طور گسترده برای کاربردهای مختلف مانند کنترل تردد، نظارت بر ترافیک، پارک خودکار اتومبیل، ردیابی خودرو، اخذ عوارض الکترونیکی، مکان‌یابی خودرو و ردیابی وسایل نقلیه استفاده می‌شود. تشخیص پلاک‌ها و کاراکترهای کوچک و مبهم در موارد استفاده کاربردی واقعی دشوار بوده و هنوز یک مشکل تقریباً حل نشده است.

**۴) کنترل چراغ راهنمایی:** چراغ‌های راهنمایی از عناصر اصلی برای کنترل حرکت وسایل نقلیه با تعیین زمان انتظار و عبور می‌باشند. تعیین زمان تغییر وضعیت چراغ‌های راهنمایی به‌صورت از پیش تعیین شده و ثابت و بدون در نظر گرفتن شرایط موجود و بار حرکتی هر مسیر برای کنترل حرکت وسایل نقلیه موجب ایجاد عدم تعادل سیستم به دلیل تعدد وسایل نقلیه در هر طرف شده و ناکارآمد است.

### ۳-۱-۲- برنامه‌ریزی

در زمینه برنامه‌ریزی‌های مرتبط با حمل و نقل زمینی، ابتدا نیاز به داشتن پیش‌بینی‌های مطلوب از نحوه عبور و مرور وسایل نقلیه و ترافیک است. با استفاده از این پیش‌بینی‌ها و سنجش نیاز جاده‌ای، طراحی جاده‌ها و زیرساخت‌های لازم صورت خواهد گرفت. در این زمینه، هوش مصنوعی می‌تواند موجب دقیق‌تر شدن پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها گردد.





۱) **پیش‌بینی جریان در ترافیک همگن:** توسعه الگوریتم‌ها و مکانیزم‌هایی برای پیش‌بینی جریان ترافیکی در زمان واقعی در مناطق شهری موجب تخمین بهتر زمان سفر و افزایش دقت، مقیاس‌پذیری و سازگاری برنامه‌های هوشمند ترافیکی خواهد شد. در این الگوریتم‌ها از برخی پارامترهای ترافیکی و داده‌های زمانی به‌عنوان ورودی برنامه استفاده شد. با توجه به نیاز به داده‌کاوی و پردازش داده با سرعت بالا و با استفاده از داده‌های زمانی، الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌خصوص شبکه‌های عصبی می‌توانند به نحو احسن این امر را انجام دهند.

۲) **پیش‌بینی جریان در ترافیک ناهمگن:** ترافیک یکنواخت و همگن از وسایل نقلیه تقریباً یکسانی تشکیل شده که یک مسیر را دنبال می‌کنند. درحالی‌که ترافیک ناهمگن متشکل از وسایل نقلیه موتوری و غیر موتوری، مانند دوچرخه یا سه‌چرخه، به همراه چند وسیله نقلیه دیگر و یا کامیون‌ها است که لزوماً مسیر یکسان و یا مشخصی را دنبال نمی‌کنند. این ترافیک ناهمگن با عدم رعایت نظم و انضباط منجر به رفتار ترافیکی پیچیده‌ای می‌شود و پیش‌بینی جریان ترافیک را نسبت به ترافیک همگن چالش‌برانگیزتر می‌کند.

۳) **تخمین تراکم ترافیک:** پیش‌بینی تراکم ترافیک در زمان واقعی می‌تواند بر اساس مواردی همچون ۱) عکاسی هوایی با استفاده از آشکارساز حلقه‌ای<sup>۱</sup>، ۲) رویکرد داده‌محور با استفاده از مدل خطی، رگرسیون خطی، شبکه عصبی مصنوعی<sup>۲</sup>،  $k$  همسایه مجاور<sup>۳</sup>، تطبیق الگو، آنالیز مؤلفه اساسی<sup>۴</sup> و ... ۳) تکنیک‌های پردازش تصویر انجام گیرد.

۴) **پیش‌بینی تصادف اتومبیل:** پیش‌بینی تصادف برآورد وقوع حادثه بر اساس ماهیت روابط بین وسایل نقلیه و ویژگی‌های مختلف موجود در جاده، مانند ساختار و نوع جاده و محیط اطراف است. درک مکانیسم‌های دخیل در حوادث از یک سو و پیش‌بینی بهتر وقوع آن‌ها از سوی دیگر جهت جلوگیری و کاهش نرخ وقوع آن‌ها بسیار مهم است.

<sup>1</sup> Loop detector

<sup>2</sup> Artificial Neural Network (ANN)

<sup>3</sup> K-Nearest Neighbors (KNN)

<sup>4</sup> Principle Component Analysis (PCA)



**۵) تشخیص الگوی ترافیک:** شناسایی حرکت خودروها، درک الگوهای ترافیکی، رفتار، نحوه بروز تراکم و افزایش ترافیک متناسب با زمان و مکان می‌تواند برای پیش‌بینی موقعیت‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت ترافیکی مفید باشد. همچنین، داشتن درکی از این الگوها می‌تواند ازدحام و گرفتگی خطوط حمل‌ونقل را کاهش دهد.

**۶) برنامه‌ریزی و طراحی جاده:** هدف برنامه‌ریزی و طراحی جاده‌ها شناسایی نیازهای جامعه و تصمیم‌گیری در مورد بهترین رویکرد برای برآوردن این تقاضا با در نظر گرفتن تأثیرات اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی در حمل‌ونقل است. طراحی روش بهینه ایجاد جاده برای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل بخشی از مسئله طراحی شبکه<sup>۱</sup> است. افزایش ظرفیت زیرساخت‌های موجود از جمله عرض خطوط و ناحیه‌شانه جاده می‌تواند یک مسئله گسسته، پیوسته و یا ترکیبی از این دو باشد.

### ۳-۱-۳- سیستم‌های کمکی راننده

تسهیل رانندگی و ارائه سیستم‌های کمکی راننده از اهداف و تلاش‌های اصلی شرکت‌های خودروسازی است. ارائه این سیستم‌ها می‌تواند موجب افزایش فروش و جذب مشتریان جدید گردد. علاوه بر این، این سیستم‌ها می‌توانند به کاهش احتمال خطا در رانندگی و افزایش ایمنی رانندگی نیز کمک کنند. هوش مصنوعی با توجه به قابلیت‌های متعدد پردازش داده می‌تواند به پیاده‌سازی مطلوب این سیستم‌ها و ایجاد توانایی تصمیم‌گیری مطلوب در لحظه کمک کند.

**۱) تخمین زمان سفر:** پیش‌بینی زمان سفر با دقت مطلوب از ازدحام و مسدودی جاده‌ها جلوگیری کرده و میزان استفاده مفید از ظرفیت کل شبکه بزرگراه‌ها را افزایش می‌دهد. فناوری‌ها و حسگرهای موجود در سیستم‌های حمل و نقل، حجم عظیمی از داده‌های ترافیکی را در زمان واقعی تولید می‌کند. همچنین، روش‌های مختلف پیش‌بینی برای پردازش سریع این داده‌ها پیشنهاد شده است.

**۲) مسیریابی سفر:** توسعه سیستم‌های مسیریابی و برنامه‌ریزی سفر در زمان واقعی به کاربران کمک می‌کند تا سفر خود را با توجه به ترجیحات خود برنامه‌ریزی نموده و تصمیمات بهینه را در این زمینه اتخاذ نمایند. این کاربران می‌توانند از طریق دستگاه‌های تلفن همراه خود یا با مراجعه به وب

سایت‌ها از طریق اینترنت به این خدمات دسترسی پیدا کنند. پیاده‌سازی هوش مصنوعی و استفاده از تکنیک‌های متنوع آن می‌تواند به توسعه الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیریابی و ایجاد پلتفرم‌های مناسب در این راستا کمک کند.

**۳) تشخیص عدم تمرکز راننده:** امروزه بسیاری از رانندگان در هنگام رانندگی دچار حواس‌پرتی‌های بصری و یا ذهنی شده که موجب انحراف تمرکز آن‌ها بر امر خطیر رانندگی خواهد شد. علاوه بر این، ویژگی‌های متنوعی که وسایل نقلیه به آن‌ها مجهز شده‌اند مانند سیستم‌های سرگرمی، تجهیزاتاتی مانند تلفن هوشمند که قابلیت اتصال به سیستم وسایل نقلیه را دارند و یا خستگی راننده نیز باعث حواس‌پرتی می‌شوند. حواس‌پرتی راننده، به‌ویژه در میان رانندگان جوان یکی از شایع‌ترین علل تصادفات رانندگی محسوب می‌شود. در این راستا، برخی از مطالعات به ارزیابی و تلاش برای یافتن راهکارهایی جهت تشخیص و اخطار در هنگام حواس‌پرتی رانندگان متمرکز شده است. استفاده از قابلیت‌های هوش مصنوعی جهت پردازش تصویر و داده می‌تواند به تسهیل این امر کمک کند.

**۴) تحلیل رفتار راننده:** مطالعه رفتار و حرکات راننده از جمله حرکات بدن راننده بر کنترل وسیله نقلیه و ایمنی هنگام رانندگی در جاده تأثیرگذار می‌باشد. این مطالعات می‌تواند برای تجزیه و تحلیل تأثیر خستگی و مصرف مشروبات الکلی بر عملکرد رانندگان در شرایط مختلف ترافیکی نیز مورد استفاده قرار گیرد. مدل‌سازی رفتار راننده اساساً برای پیش‌بینی هدف راننده، وسیله نقلیه و وضعیت راننده و عوامل محیطی جهت بهبود ایمنی حمل‌ونقل، کاهش ازدحام ترافیکی و افزایش راحتی رانندگی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۵) تحلیل رفتار عابر پیاده:** رفتارهای خطرناک و غیرعادی عابران پیاده عامل اصلی بسیاری از حوادث رانندگی است. به طور متوسط، در ایالات متحده یک عابر پیاده هر ۱/۶ ساعت کشته و هر ۷/۵ دقیقه در تصادفات رانندگی مجروح می‌شود. بیش از ۳۰ درصد از تعداد کل افرادی که در تصادفات رانندگی کشته شده‌اند، عابران پیاده بوده‌اند.

۶) **ماشین خودران**: وسایل نقلیه خودکار<sup>۱</sup> بر اساس تکنیک‌های یادگیری عمیق<sup>۲</sup> پیاده شده بر نرم‌افزارهای هوش مصنوعی تکیه نموده‌اند. این رویکرد با آموزش نحوه رانندگی در عین حفظ ایمنی مسیرهای پیش‌رو، رعایت نظم خطوط ترافیکی، کنترل مؤثر وسیله نقلیه و ... عمل می‌کند.

### ۳-۱-۴- حمل و نقل عمومی

داشتن تخمین درست از زمان در دسترس بودن خدمات حمل و نقل عمومی موجب تسهیل برنامه‌ریزی این مهم می‌گردد. همچنین، در صورتی که این تخمین‌ها در اختیار مسافران قرار گیرد، کاهش زمان انتظار و افزایش رضایت‌مندی مسافران را به همراه خواهد داشت.

۱) **برنامه‌ریزی اتوبوس‌های شهری**: اتوبوس به یکی از ابزارهای اصلی حمل و نقل در مناطق پرجمعیت شهری تبدیل شده است. با افزایش جمعیت شهرها شبکه‌های حمل و نقل درون‌شهری بزرگ‌تر شده و لذا برنامه‌ریزی عملیاتی کارا برای سیستم‌های حمل و نقل عمومی از اهمیت بیشتری برخوردار گشته است.

۲) **تخمین زمان ورود اتوبوس**: یکی از اجزای اصلی یک سیستم حمل و نقل هوشمند<sup>۳</sup>، سیستم اطلاع‌رسانی پیشرفته مسافران<sup>۴</sup> است. همچنین در سیستم‌های ATIS اطلاعات مربوط به مدت‌زمان سفر نقشی اساسی دارد. ارائه اطلاعات دقیق و به‌موقع زمان سفر، مسافران بیشتری را جلب کرده و رضایت خاطر آن‌ها را به همراه خواهد داشت. علاوه بر این، شرکت‌های حمل‌ونقل امکان شناسایی خودروهایی که مطابق برنامه عمل نکرده‌اند را خواهند داشت و به شیوه‌ای فعال واکنش نشان خواهند داد.

<sup>1</sup>Autonomous Vehicle (AV)

<sup>2</sup>Deep Learning (DL)

<sup>3</sup>Intelligent Transportation Systems (ITS)

<sup>4</sup>Advanced Traveler Information System (ATIS)



### ۳-۲- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حمل و نقل دریایی

با توجه به ماهیت پیچیده و عدم قطعیت‌های متعدد فرایندهای حوزه حمل و نقل دریایی، نیاز به فناوری‌های هوشمند جهت دستیابی به بازده و پایداری بیشتر و همچنین کاهش هزینه‌های عملیاتی احساس می‌شود. از آنجایی که داده‌ها عنصر اصلی برای کاهش عدم قطعیت‌ها هستند، تجزیه و تحلیل آن‌ها اطلاعات مفیدی را حاصل می‌کند. تاکنون، جمع‌آوری داده‌ها در زمینه حمل و نقل دریایی بسیار محدود بوده است؛ بنابراین، انطباق تکنیک‌های یادگیری ماشین در حمل و نقل دریایی در مقایسه با سایر صنایع محدود می‌باشد.

### ۳-۲-۱- مدیریت بندرگاه

با توجه به نقش بسیار پررنگ حمل و نقل دریایی در اقتصاد جهانی، مدیریت بندرگاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. عدم مدیریت صحیح بندرگاه موجب عدم توازن در ظرفیت و ورودی محموله‌ها به بندر خواهد شد؛ لذا نیاز است که تخمین‌های دقیقی از ظرفیت بندر و تقاضای حمل و نقلی وجود داشته باشد.

**۱) ظرفیت ورودی کانتینر:** حمل و نقل از طریق دریا بخش قابل توجهی از تجارت جهانی را شامل می‌شود و به همین جهت نقش به‌سزایی در اقتصاد جهانی دارد. برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب این چرخه عظیم منوط به داشتن دید و پیش‌بینی مناسب از ظرفیت‌های موجود در این زمینه می‌باشد. با توجه به فاکتورهای متعدد تأثیرگذار در این نوع از حمل و نقل، ایجاد الگوریتم‌های داده‌محور جهت پیش‌بینی پتانسیل‌های موجود می‌تواند به تسهیل این فرایند کمک شایانی نماید. تکنیک‌های هوش مصنوعی از جمله یادگیری ماشین با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده و سوابق موجود این امکان را فراهم خواهند آورد. تخمین ظرفیت ورودی کانتینر از جمله مواردی بوده که در این زمینه مورد توجه محققین قرار گرفته است.

**۲) پیش‌بینی جابه‌جایی بار:** یکی از زمینه‌های مورد توجه در حوزه حمل و نقل دریایی، پیش‌بینی جا به جایی‌های انواع محموله‌ها با توجه به نوع محموله و داده‌ها و سوابق موجود از گذشته و روندهای تغییر و تحولات نیاز و عرضه جهانی است. این موضوع توجه برخی از محققین را جلب نموده است.

۳) پیش‌بینی حجم محموله بندر به بندر: به‌طور کلی، حجم محموله حمل‌ونقل دریایی تا ۹۰ درصد از حجم تجارت جهانی را به خود اختصاص می‌دهد. درصد حمل‌ونقل کانتینری از ۲/۷۵ درصد در سال ۱۹۸۰ به ۶/۱۴ درصد در ۱۹۹۰، ۱۰/۴۹ درصد در سال ۲۰۰۰ و ۱۶/۰۲ درصد در سال ۲۰۱۰ افزایش یافته که نشان‌دهنده اهمیت روزافزون حمل‌ونقل دریایی است.

### ۳-۲-۲- برنامه‌ریزی

با توجه به سرمایه‌گذاری‌ها و مخارج قابل توجه سفرهای دریایی، برنامه‌ریزی مطلوب این سفرها موجب کاهش هزینه‌ها و پیامدها خواهد شد. ابزارهای هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، قادر به اتخاذ تصمیم‌های مطلوب در مسائل مربوط به سفرهای دریایی با پارامترها و متغیرهای بسیار زیاد خواهند بود.

۱) طراحی و معماری کشتی: از نظر معماری دریایی، طراحی یک کشتی یک وظیفه اساسی برای دستیابی به عملکرد مطلوب‌تر هیدرودینامیکی برای به حداقل رساندن مصرف سوخت است. طراحی کشتی متکی به تکنیک‌های پیچیده تجربی و محاسباتی برای ارزیابی عملکرد هیدرودینامیکی اندازه‌ها و اشکال بدنه متعدد و درعین حال به زمان قابل توجهی نیاز دارد. تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی<sup>۱</sup> یکی از روش‌های سنتی بوده که معمولاً در مراحل اولیه طراحی برای انتخاب ضرایب هندسی مربوط به شکل بدنه بر اساس عملکرد شناورهای موجود استفاده شده است. با این حال، این رویکرد ممکن است منجر به ناامیدی‌های متعدد در مراحل بعدی طراحی شود؛ چرا که یک رویکرد رگرسیون رابطه غیرخطی بین عملکرد و هندسه را در نظر نمی‌گیرد؛ لذا در مراحل بعدی تجربه و نظر کارشناسان نیز جهت طراحی دقیق دخیل خواهد شد. با توجه به این موضوع نظر کارشناسان می‌تواند در تعیین دقت طراحی بسیار تعیین‌کننده باشد. در همین راستا الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند به بهبود روند طراحی و کاهش دخالت عوامل انسانی در این فرایند کمک کنند.

**۲) کاهش آلاینده‌ها:** با توجه به انرژی قابل توجه مورد نیاز برای تردد کشتی‌های تجاری و باری بزرگ در دریا، موتورهای دیزلی منابع اصلی تأمین انرژی برای این منظور می‌باشند. پیش‌بینی می‌شود که در چند دهه آینده نیز این روند ادامه‌دار خواهد بود. این موتورها با نفت سنگین یا گازوئیل کار می‌کنند؛ به همین جهت، از نظر کاهش گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های منتشر شده راه‌حلی مناسب برای صنعت حمل‌ونقل نیستند؛ بنابراین، استفاده از روش‌هایی که موجب بهینه‌سازی کارایی موتورهای سنتی و کاهش آلاینده‌های خروجی گردد، همچنان یک مبحث تحقیقاتی ارزشمند است.

**۳) پیش‌بینی مصرف سوخت:** پیش‌بینی مصرف سوخت یکی از مهم‌ترین فرایندهای پیش‌بینی در مدیریت عملکرد و بهره‌برداری از کشتی‌ها در سفرهای دریایی است. این کاربرد خود به‌عنوان پیش‌نیاز کاربردهایی همچون تعیین مسیر بهینه سفر مطرح است. علاوه بر این، پیش‌بینی توان مورد نیاز و مصرف سوخت می‌تواند به تحلیل بهتر طرح‌های کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌ها و یا جایگزین‌سازی نوع حامل‌های انرژی کمک کند؛ لذا روش‌ها و پژوهش‌های متعددی در این زمینه توسط محققان و پژوهشگران فعال در این عرصه صورت پذیرفته است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین از جمله روش‌هایی بوده‌اند که در سال‌های اخیر برای این منظور مورد توجه قرار گرفته‌اند. این الگوریتم‌ها به دلیل قابلیت لحاظ نمودن داده‌های بزرگ، قابلیت مدل‌سازی اثر متغیرهای متعدد و تشخیص روابط غیرخطی میان آن‌ها، در مدت‌زمان بسیار کمتر و با دقت مطلوب نسبت به روش‌های سنتی عمل می‌کنند.

**۴) برنامه‌ریزی مسیر:** در سال‌های اخیر، جهت دستیابی به مزایای کاهش حوادث دریایی و همچنین بهینه‌سازی بهره‌وری انرژی، استفاده از برنامه‌های خودکار برنامه‌ریزی مسیرها افزایش یافته و در حال حاضر توسط سیستم‌های مسیریابی مبتنی بر آب و هوا و سیستم‌های راداری پشتیبانی می‌شود. در این رویکرد، عوامل محیطی مانند ارتفاع موج، جهت باد و جریان‌ها و همچنین چگالی و دمای هوا و آب در نظر گرفته می‌شود. همچنین، رادارها به طور معمول برای شناسایی سایر شناورها، موانع و مخاطرات امنیتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۳-۲-۳- عملیات

کنترل و پایش مداوم نحوه عملکرد اجزای کشتی در حین سفر موجب بهینه سازی فرایندها و پیش‌بینی خطاهای احتمالی خواهد شد. در این بخش موارد کاربرد کنترل پیش‌رانه و تعمیرات پیش‌بینانه دیده شده است.

**(۱) کنترل پیش‌رانه:** راندمان و بهره‌وری پیش‌رانه به دلیل تأثیر مستقیم در میزان مصرف سوخت کشتی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. با این وجود این مقدار در شرایطی که کشتی در حال حرکت و فعالیت است، مقدار ثابتی ندارد. تلاش برای کنترل راندمان پیش‌رانه در مقادیر بهینه با توجه به شرایط کاری و عوامل محیطی مورد توجه قرار گرفته است. در این زمینه به صورت جمع‌آوری داده‌های کافی و مطلوب، روش‌هایی نظیر یادگیری ماشین قادر به تسهیل فرایند به‌دست‌آوردن روابط میان عوامل مختلف و بازدهی بیشتر خواهند شد.

**(۲) تعمیرات پیش‌بینانه:** یکی از چالش‌های کلیدی در صنعت دریانوردی به‌حداقل‌رساندن زمان در حال تعمیر بودن و عدم استفاده از یک کشتی است؛ چرا که افزایش این زمان پیامدهای اقتصادی و غیر اقتصادی متعددی را به همراه دارد. در این زمینه عموماً تعمیرات از قبل زمان‌بندی شده و از طریق رویکردهای نگهداری و تعمیرات مدنظر قرار می‌گیرد که در بسیاری از موارد از نظر هزینه و زمان خرابی کارآمد نیست. تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه رویکرد دیگری است که برنامه زمان‌بندی تعمیر و نگهداری را به‌صورت بهینه ارائه می‌دهد و موجب افزایش طول عمر کشتی نیز خواهد شد. همچنین این رویکرد هزینه‌های تعمیرات و نگهداری را نیز کاهش خواهد داد.





### ۳-۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حمل و نقل هوایی

رشد سریع تقاضای ترافیک هوایی، سیستم حمل و نقل هوایی را که در حال حاضر برای مقابله با تقاضای فعلی در تلاش است، تحت فشار قرار خواهد داد. به دلیل افزایش گسترده تعداد هواپیماها در حریم هوایی محدود، تأخیر پروازها و ازدحام در مسیرها افزایش خواهد یافت. این موارد به افزایش تعداد سوانح هوایی خواهد انجامید. به همین دلیل افزایش سطح جمع‌آوری داده و ورود فناوری‌های نوین به صنعت هواپیمایی الزامی به نظر می‌رسد. هوش مصنوعی از جمله فناوری‌هایی است که می‌تواند به تحلیل بهتر، دقیق‌تر و سریع‌تر داده‌های بزرگ کمک کند.

### ۳-۳-۱- خدمات به مسافر

شرکت‌های هواپیمایی جهت افزایش سهم خود در بازار بزرگ حمل و نقل هوایی، اقدام به افزایش سطح و تنوع خدمات به مسافران نموده‌اند. هدف این اقدامات، برقراری تناسب خدمات با نیازهای مشتری و در نتیجه افزایش سطح رضایت مشتریان بوده است.

**۱) قیمت‌گذاری شخصی‌سازی شده خدمات جانبی:** خدمات جانبی به‌عنوان منبع درآمد برای شرکت‌ها و خطوط هوایی شناخته می‌شوند که به‌سرعت در حال رشد می‌باشد. از جمله خدمات جانبی خطوط هوایی می‌توان به سرویس‌های حمل چمدان و تحویل غذا در حین سفر اشاره نمود. با این حال، قیمت خدمات جانبی در حال حاضر با استفاده از قوانین سرانگشتی و به‌طور ثابت تعیین گشته و تنها کلاس‌بندی مشتریان در مقدار این قیمت‌ها تأثیرگذار خواهد بود. ارائه خدمات جانبی با قیمت‌های پویا و شخصی‌سازی شده بر اساس ویژگی‌های پرواز و نیازهای مشتری، می‌تواند علاوه بر افزایش درآمد خطوط هوایی، موجب رضایت بیشتر مشتری نیز گردد.

**۲) ارزیابی رضایت مشتری:** با توجه به رقابتی‌تر شدن تجارت حمل و نقل هوایی، شرکت‌های هواپیمایی اقدام به ترغیب و جذب مشتری می‌کنند؛ بنابراین، بازخورد مشتریان برای هر شرکت هواپیمایی بسیار مهم است. چندین راه ممکن برای جمع‌آوری بازخورد مشتری وجود دارد. ساده‌ترین و سنتی‌ترین راه، فرم بازخورد مشتری می‌باشد که در طول سفر در دسترس است. با این حال، اکثر مسافران هیچ علاقه‌ای به پرکردن فرم‌های بازخورد نشان نمی‌دهند. روش‌های سنتی فقط به پارامترهای خاصی محدود می‌شوند. راه راحت‌تر برای مسافر این است که بازخورد خود را همان‌طور

که می‌خواهد بیان کند؛ بنابراین، راحت‌ترین راه برای اشتراک‌گذاری نظرات مسافران، شبکه‌های اجتماعی به‌جای فرم بازخورد است.

### ۳-۳-۲- برنامه‌ریزی

جهت برنامه‌ریزی سفرهای هوایی، داشتن پیش‌بینی‌های مناسب از نیاز به سفرهای هوایی الزامی است. همچنین پیش‌بینی شرایط مسیر و مصرف سوخت در حین پرواز نیز برای برنامه‌ریزی مسیر پرواز ضروری است. در این راستا، هوش مصنوعی در موارد کاربرد پیش‌بینی تقاضای محموله هوایی، پیش‌بینی تأخیر پرواز، پیش‌بینی مصرف سوخت و برنامه‌ریزی مسیر دیده شده است.

**۱) پیش‌بینی تقاضای محموله هوایی:** با توجه به هزینه‌های زیاد انجام یک پرواز و ارسال محموله‌ها از این طریق، داشتن پیش‌بینی‌ها و تخمین‌های مناسب و درست از نیاز به انجام این پروازها می‌تواند موجب جلوگیری از انجام پروازهای بیش از حد و اتلاف بیهوده سرمایه و همچنین تأمین برنامه‌ریزی مناسب و کافی پروازها گردد. تخمین‌های مناسب امکان برنامه‌ریزی مناسب ناوگان هوایی و کیفیت خدمات را افزایش خواهد داد.

**۲) پیش‌بینی تأخیر پرواز:** با توجه به رشد تقاضا برای پروازهای هوایی، زمان‌بندی درست این پروازها نقشی حیاتی در برقراری نظم خطوط هوایی و انجام طبق برنامه پروازها دارد. با وجود همه تلاش‌ها در این زمینه، برخی از عوامل همچون شرایط آب و هوایی در ایجاد تأخیرها اجتناب‌ناپذیرند؛ لذا داشتن تخمینی از این موارد و پیش‌بینی میزان تأخیرها می‌تواند در کاهش پیامدهای منفی این موضوع نقشی سازنده داشته باشد.

**۳) پیش‌بینی مصرف سوخت:** اولین قدم جهت دستیابی به مکانیزم‌های بهتر مصرف سوخت و کاهش آن، داشتن پیش‌بینی مناسب از مصرف سوخت است. با توجه به متغیرهای متعدد تأثیرگذار بر مصرف سوخت هواپیما و همچنین وابستگی و غیرخطی بودن تأثیر متغیرها بر یکدیگر، روش‌های سنتی از امکان داشتن دقت‌های بالا برخوردار نخواهند بود. به همین دلیل ابزارهای هوش مصنوعی به‌خصوص یادگیری ماشین در این زمینه مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند.



**۴ برنامه‌ریزی مسیر:** یکی از لازمه‌ها و پیش‌نیازهای ابتدایی طراحی سیستم‌های هواپیماهای بی‌سرنشین و یا سیستم‌های هدایت هواپیمای خودکار، ایجاد قابلیت برنامه‌ریزی مسیر و ناوبری بلادرنگ خودکار می‌باشد. این فناوری‌ها به ویژه برای پهپادها جهت تعیین و ارائه مسیرهای ایمن و بهینه از اهمیت بالایی برخوردار است. تعیین مسیر با توجه به متغیرهای متعدد محیطی و زمان بسیار اندک و در لحظه بودن تصمیم‌گیری امری بسیار خفیه و حساس است.

### ۳-۳- عملیات

مدیریت شرایط عملیاتی خطوط هوایی و شرایط پروازی امری بسیار حساس است. هرگونه اشتباهی در این زمینه می‌تواند سوانحی فاجعه را به همراه داشته باشد. با توجه به داده‌های بسیار زیاد موجود در این زمینه، ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند به تحلیل بهتر داده‌ها کمک کند. در این زمینه، کاربردهای تعمیرات تجهیزات، پیش‌بینی مسیر، مدیریت ترافیک هوایی، مدیریت داده پرواز و ارزیابی واکنش خلبان آورده شده است.

**۱) تعمیرات تجهیزات:** پایش وضعیت و برنامه‌ریزی تعمیرات تجهیزات هواپیما، به‌خصوص موتور آن، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ چرا که هرگونه نقص کوچکی در هنگام پرواز امکان بروز مشکلات بیشتر و خسارات مالی و حتی جانی ناخواسته‌ای را خواهد داشت. به همین دلیل نصب سنسورها و پایش‌های مداوم و در لحظه اجزای مختلف هواپیما سال‌هاست که انجام می‌شود. با افزایش تعداد سنسورها و داده‌های جمع‌آوری شده، تجزیه و تحلیل این داده‌ها نیز دشوارتر شده است. جهت حل این مشکل به کارگیری روش‌های نوین با قابلیت‌های پردازش سریع‌تر و دقت بالاتر نسبت به روش‌های سنتی مورد توجه قرار گرفته است.

**۲) پیش‌بینی مسیر:** جهت تشخیص انحرافات احتمالی، پیش‌بینی مسیر پرواز هواپیماها با توجه به عواملی همچون مبدأ، مقصد، سرعت، موقعیت و ... اهمیت زیادی دارد. با توجه به داده‌های بسیار بزرگی که از مسیر هواپیماها در گذشته موجود است، امکان پیش‌بینی مسیر هواپیماهای در حال پرواز با توجه به ویژگی‌های سفر قابل انجام است. برای این منظور اتخاذ روش و الگوریتم‌های مناسب می‌تواند در میزان دقت پیش‌بینی‌ها بسیار تأثیرگذار باشد. الگوریتم‌های یادگیری ماشین از جمله روش‌هایی هستند که با قابلیت‌های متعدد در زمینه پردازش داده‌های بزرگ و تشخیص الگو، امکان به‌دست آوردن تخمین‌های مناسب را فراهم می‌نمایند.

**۳) مدیریت ترافیک هوایی:** همواره تلاش برای افزایش نفوذ تصمیم‌گیری هوشمند و خودکار در سیستم‌های مدیریت ترافیک هوایی ادامه داشته است. یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها ایجاد سیستم‌های قابل اطمینان‌تر از دید اپراتورها و کاهش احتمال اشتباه در تصمیم‌گیری‌های خودکار بوده است. راه حل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین از جمله پرکاربردترین و موردتوجه‌ترین روش‌ها برای حل این مسائل از دید محققین بوده است.

**۴) مدیریت داده پرواز:** اگرچه پردازش داده‌های عادی نیز از اهمیت برجسته‌ای برخوردار است، تأکید پایش داده‌های پرواز برای شناسایی رویدادهای غیرعادی است که به طور باورپذیری به یک حادثه تبدیل نشده اند، اما احتمال تبدیل شدن به یک سانحه هوایی در آن‌ها بسیار بالا بوده است. با توجه به حجم داده‌ها، استفاده از متخصصان انسانی برای بررسی تمام داده‌های ثبت شده غیرممکن است. همچنین در صورت استفاده از عوامل انسانی برای پردازش این داده‌ها، دقت محاسبات پایین آمده و حتی امکان تأثیرگذاری تحلیل‌ها، نظرات و سلايق انسانی در بررسی‌ها نیز وجود دارد. به همین جهت، استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای مدیریت و پردازش داده‌های بزرگ در حوزه حمل و نقل هوایی مورد توجه قرار گرفته است.

**۵) ارزیابی واکنش خلبان:** معرفی سیستم‌های خودکار در کابین هواپیما به طور قابل توجهی ایمنی پرواز را افزایش داده است. دسته‌ای از این سیستم‌های خودکار مربوط به سیستم‌ها و راه‌حل‌های شناختی کابین خلبان است که عملکرد خلبانان و در نتیجه ایمنی پروازها را تا حد زیادی بهبود و افزایش داده است. این سیستم‌ها پشتیبانی تطبیقی برای فرایندهای تصمیم‌گیری و کنترلی مربوط به هواپیما را فراهم می‌کنند. چنین راه‌حلی می‌تواند هم برای پروازهای نظامی و هم برای پروازهای مسافربری بسیار سودآور باشد. یکی از ویژگی‌های بسیار حیاتی چنین سیستم‌هایی، حذف خطاهای انسانی و پیشگیری از سوانحی است که ممکن است ناشی از آن‌ها باشد.



بخشی از امنیت پرواز مربوط به پیش‌بینی و کاهش ریسک سوانح هوایی و بخشی دیگر مربوط به امنیت سایبری می‌باشد. در بخش اول، هوش مصنوعی با پیش‌بینی فرایندها می‌تواند خطرات احتمالی را پیش‌بینی نموده و از آن‌ها بکاهد. در حوزه امنیت سایبری نیز به دلیل تعدد داده‌های مخابره شده در فرایند مدیریت پرواز، احتمال حملات سایبری و یا انتشار ناخواسته داده‌ها وجود خواهد داشت.

**(۱) پیش‌بینی ریسک سوانح هوایی:** با افزایش قابل توجه تقاضای پروازهای هوایی در دو دهه گذشته، امنیت حمل و نقل هوایی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار گشته است. افزایش شدید ترافیک خطوط هوایی فشار بیشتری را به سیستم‌های حمل‌ونقل هوایی وارد خواهد آورد و این در حالی است که هم اکنون نیز این سیستم‌ها در حال تلاش برای تأمین نیازهای موجود در این حوزه از حمل و نقل می‌باشند.

**(۲) امنیت سایبری:** سیستم‌های حمل و نقل به طور فزاینده‌ای به سیستم‌های اطلاعاتی و شبکه‌های به‌هم‌پیوسته وابسته هستند. از این رو، فضای سایبری ایجاد شده در آن‌ها در برابر تهدیدات بالقوه‌ای آسیب پذیر شده که می‌تواند بر صنعت حمل و نقل تأثیر منفی بگذارد. ظهور فناوری‌های الکترونیکی، صنعت هوانوردی را به یکی از یکپارچه‌ترین و پیچیده‌ترین سیستم‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات تبدیل کرده است. چنین سیستم‌های بسیار به‌هم‌پیوسته‌ای در طول دهه‌های گذشته با فعالیتهای مخربی روبرو بوده‌اند که از حملات رایج مانند بمب‌گذاری و هواپیما ربایی به تروریسم سایبری تبدیل شده است.

#### ۴- شرکت‌های داخلی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل

از بین شرکت‌های ایرانی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی، بر اساس اطلاعات موجود در سایت معاونت علمی و فناوری، ۳۳ شرکت در حوزه حمل و نقل شناسایی شد که سطح پوشش کاربردها توسط آن‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲: سطح پوشش کاربردهای خدمات هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل توسط شرکت‌های داخلی

عنوان مورد کاربرد	حمل و نقل زمینی	حمل و نقل دریایی	حمل و نقل هوایی	عنوان مورد کاربرد	حمل و نقل زمینی	حمل و نقل دریایی	حمل و نقل هوایی
مؤسسه سنجش آلوده به‌سیر	✓			پیشرو فی‌ان‌اچ‌آر پارس	✓		
شرکت تعاونی دانش و آموزش ائرا صنعت خلیج‌فارس	✓			نیک‌تام الکترونیک رایان	✓		
تجلیل ابزار طراحی تک	✓			آرنا گسترش سیمغ	✓		
گروه توسعه فرایند تک‌آر آسیا	✓			ماتا فناوری اوان گسترش	✓		
شرق توسع	✓			وزیر سیستم داده‌پرداز	✓		
پلی تک پردازش	✓			توسعه سلفله ماتا رایکا	✓		
پردازش تصویر گمان	✓			مکان پژوهش دانش گستر	✓		
گسترش راه‌آهن و چهار محور	✓			شرکت الماس شبکه‌داران	✓		
گروه توسعه فرایند تک‌آر آسیا	✓			تفنی پردازان ارتباطات	✓		
هوش افزار راهبر رایانه‌س	✓			واقعیت مطلوب پارس	✓		
سازه‌های اطلاعاتی رایانه‌س	✓			توسعه ارتباطات هوشمند	✓		
گروه توسعه فرایند تک‌آر آسیا	✓			توسعه فناوری اطلاعات		✓	
گروه توسعه فرایند تک‌آر آسیا	✓			تحلیل و تصویر داده شمارا	✓		
گروه توسعه فرایند تک‌آر آسیا	✓			راهکار سرویس هوشمند	✓		
فناوری امنیت	✓			راهکار سرویس هوشمند	✓		
				پروژه‌نگار اطلاعات	✓		
				پیران‌گران اطلاعات	✓		
				پیران‌گر	✓		
				عشق گمت اسفهان	✓		

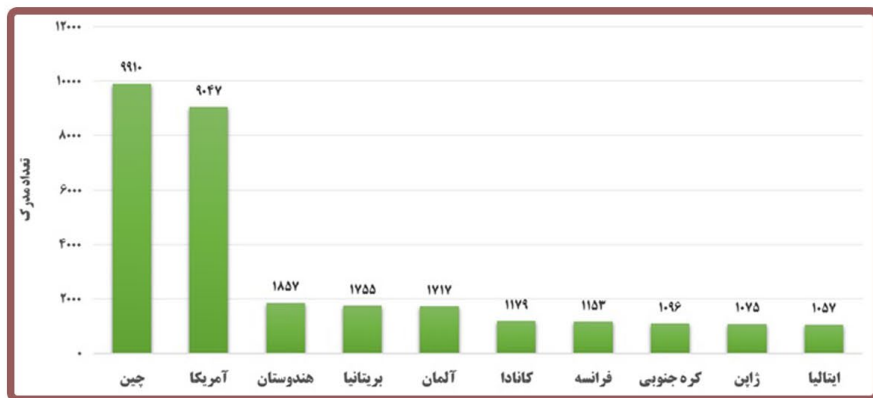
## ۵- علم‌سنجی و بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل» در ایران و جهان

یافته‌های حاصل از مطالعات سنجش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری از مهم‌ترین ابزارهای سیاست‌گذاری در هر کشور به شمار می‌رود. بهره‌گیری از ابزارهای سنجش علم بر پایه استفاده از روش‌های آماری، امکان تعیین معیارهای رشد و توسعه علوم و تأثیر آن بر جوامع بشری برای ارائه آخرین دستاوردهای علمی محققان را فراهم نموده است. در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های کمی ارزیابی علمی برای مقایسه کشورها، دانشگاه‌ها، مؤسسات علمی و نویسندگان بسیار مورد توجه سیاست‌گذارهای علمی قرار گرفته است. یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین روش‌های سنجش کمیّت و کیفیت تولید علم در جهان، روش علم‌سنجی است که فنون مختلف آن، از نیمه دوم قرن بیستم ارائه شده و در سطح وسیعی به کار برده می‌شوند. هدف این بخش به کارگیری ابزار علم‌سنجی جهت بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در ایران و جهان است. جامعه پژوهش شامل کلیه اسناد علمی است که در پایگاه «اسکوپوس» تا پایان سال ۲۰۲۰ نمایه شده‌اند. در ابتدا، کلیه اسناد مربوطه (شامل مقاله، کتاب، فصل کتاب، گزارش‌های علمی و ...) در این حوزه از پایگاه «اسکوپوس» استخراج شدند. در گام بعدی وضعیت اسناد بازبایی شده در این حوزه مابین سال‌های ۱۹۶۸ تا ۲۰۲۰ میلادی (۳۸۱۸۹ سند) و اسناد منتشر شده ایران در این حوزه مابین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ میلادی (۴۴۲ سند) در مواردی همچون کشورهای برتر، کشورهای برتر مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران (رقبای منطقه‌ای)، روند انتشار مقالات علمی در ایران و جهان، نهادهای تأمین مالی برتر در جهان و نویسندگان برتر ایران و جهان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین در رابطه با کشور ایران، به ترسیم نقشه‌های دانشی (زیر حوزه‌های موضوعی) و نقشه همکاری‌های بین‌المللی نیز اقدام شده است.

## ۵-۱- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل»

در این بخش، اسناد مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در جهان استخراج شده‌اند. برای این منظور و با استفاده از نظرات خبرگان و همچنین مطالعه ادبیات موجود، مهم‌ترین واژگان در این حوزه شناسایی شده و با جستجو در پایگاه استنادی اسکوپوس، تعداد ۳۸۱۸۹ سند (شامل مقاله، کتاب و...) مابین سال‌های ۱۹۶۸ تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی استخراج و بازبینی شده است که در ادامه به تحلیل نتایج به دست آمده پرداخته خواهد شد.

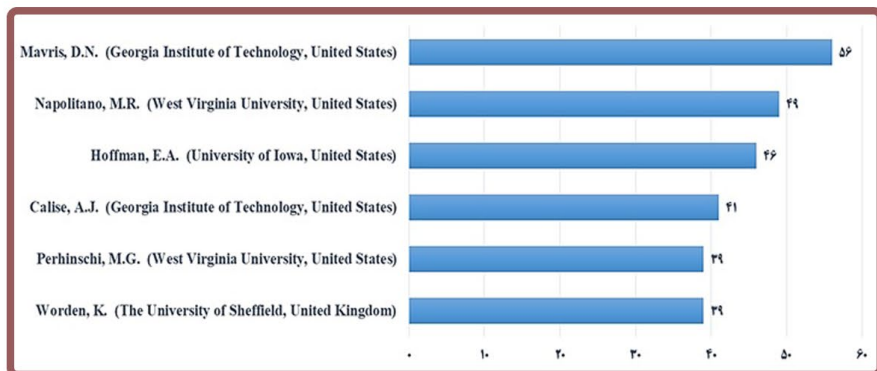
وضعیت رتبه‌بندی کشورهای دارای بیشترین سند منتشر شده در شکل ۳ نشان داده شده است. همان گونه که مشخص است کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا، هندوستان، بریتانیا و آلمان در صدر این رتبه‌بندی قرار دارند و از قاره آسیا نیز کشورهای چین، هندوستان، کره جنوبی و ژاپن در بین ۱۰ کشور برتر قرار دارند.



شکل ۳: کشورهای دارای بیشترین سند منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۸)

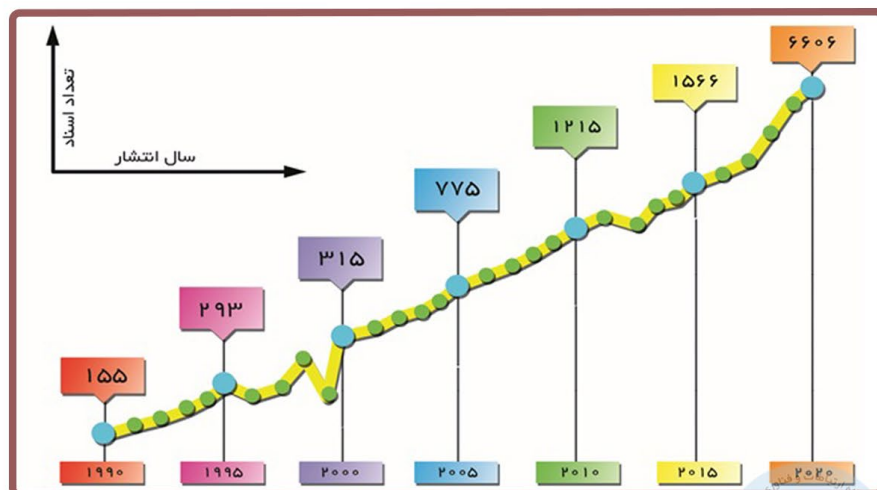


نویسندگان این حوزه در جهان، با بیشترین تعداد سند منتشر شده (۶ نویسنده برتر) نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: نویسندگان برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۱۹۶۸-۲۰۲۰)

روند و تعداد اسناد منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در شکل ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مذکور مشخص است، روند انتشار اسناد در این حوزه صعودی است که نشان‌دهنده جذابیت این حوزه و توجه ویژه پژوهشگران به آن است.



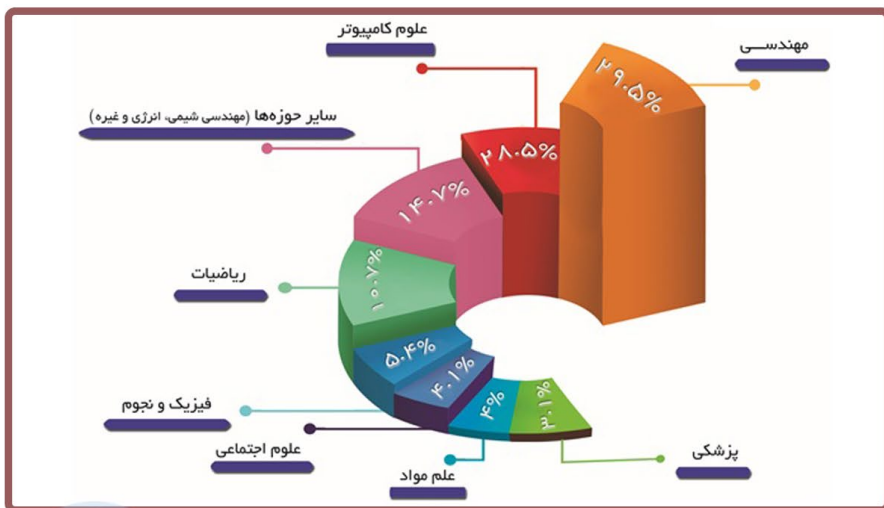
شکل ۵: روند اسناد منتشر شده جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل»

همچنین ۱۰ دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی که بیشترین تعداد سند را در این زمینه منتشر نموده‌اند در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: ده دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۸)

ردیف	نام دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی	تعداد سند منتشر شده
۱	دانشگاه بی‌هانگ	۶۴۲
۲	دانشگاه هوانوردی و فضاوردی نانجینگ	۵۴۱
۳	آکادمی علوم چین	۵۰۴
۴	دانشگاه پلی‌تکنیک نورث وسترن	۴۸۵
۵	دانشگاه چینخوا	۴۱۵
۶	اداره کل ملی هوانوردی و فضا	۳۵۸
۷	وزارت آموزش چین	۳۴۹
۸	دانشگاه هواپیمایی کشوری چین	۲۸۶
۹	مؤسسه فناوری جورجیا	۲۷۴
۱۰	دانشگاه جیاوتونگ پکن	۲۷۳

وضعیت و میزان اسناد منتشر شده در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل» نیز در شکل ۶ نشان داده شده است. همان گونه که در این شکل مشخص است، حوزه‌های مهندسی، علوم کامپیوتر و ریاضیات دارای بیشترین میزان سند منتشر شده در این حوزه هستند.



شکل ۶: درصد اسناد منتشر شده جهان در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۸)



در نهایت وضعیت نهادهای تأمین‌کننده مالی برتر در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» نیز در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق با اطلاعات جدول مذکور، اغلب نهادهای تأمین‌کننده مالی مربوط به کشور چین هستند.

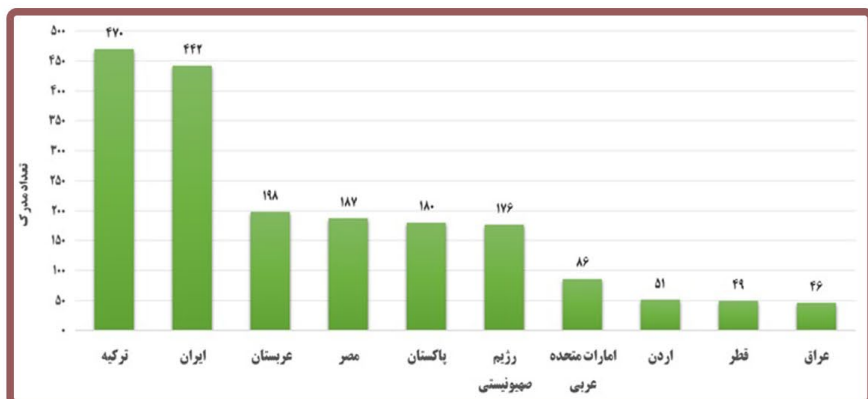
جدول ۴: نهادهای تأمین‌کننده مالی برتر در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۸)

ردیف	نهادهای	تعداد سند منتشر شده
۱	بنیاد ملی علوم طبیعی چین	۲۷۵۹
۲	بنیاد ملی علوم	۷۰۲
۳	بودجه تحقیقات بنیادی برای دانشگاه‌های مرکزی	۴۹۳
۴	کمیسیون اروپا	۴۴۹
۵	مؤسسه ملی سلامت	۳۶۸
۶	برنامه چارچوب افق ۲۰۲۰	۳۵۴
۷	وزارت آموزش چین	۳۵۲
۸	برنامه ملی تحقیق و توسعه چین	۳۳۰
۹	وزارت علم و فناوری چین	۲۹۴
۱۰	وزارت بهداشت و خدمات انسانی ایالات متحده	۲۸۲

## ۵-۲- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل»

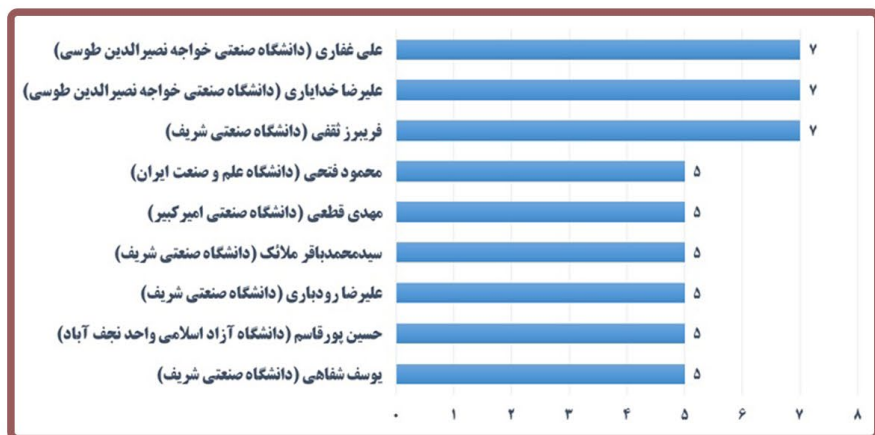
همان‌طور که در بخش قبل ذکر شد، ۳۸۱۸۹ سند در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل» از پایگاه اسکوپوس بازیابی شدند. پس از محدود نمودن این نتایج به کشور ایران، تعداد نتایج حاصله برابر با ۴۴۲ سند (شامل مقاله، کتاب و...) مابین سال‌های ۲۰۰۱ تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی می‌باشند که از این پایگاه بازیابی شده و در ادامه به تحلیل نتایج به دست‌آمده خواهیم پرداخت.

وضعیت و جایگاه ایران در میان رقبای مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران در شکل ۷ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل مذکور مشخص است، کشورهای ترکیه، ایران و عربستان کشورهای برتر منطقه در این حوزه به شمار می‌آیند.



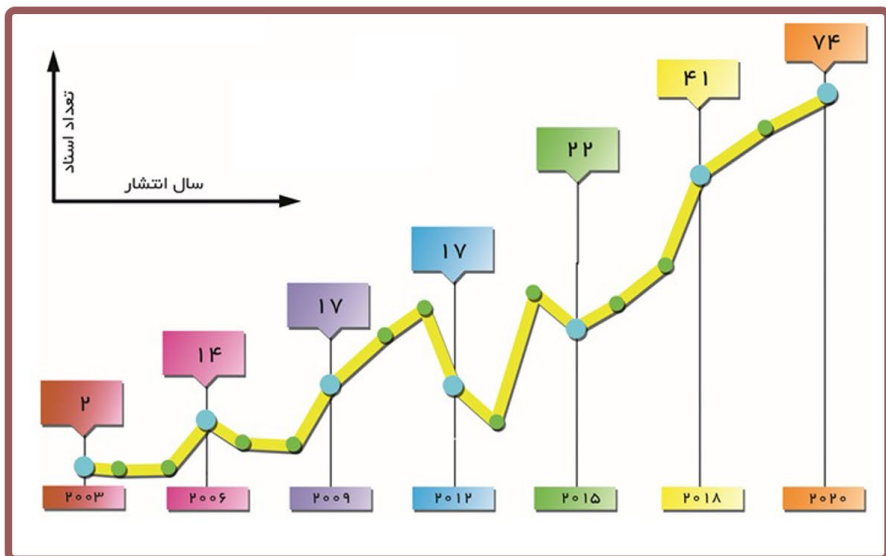
شکل ۷: جایگاه ایران در میان رقبای مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل» (سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۲۰)

نویسندگان این حوزه در ایران، با بیشترین تعداد سند منتشر شده (۹ نویسنده برتر) در شکل ۸ نشان داده شده است. مطابق با این شکل، علی غفاری، علیرضا خدایاری و فریبرز ثقفی نویسندگان برتر در کشور ایران هستند.



شکل ۸: نویسندگان برتر ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۲۰)

تعداد اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» و روند آن در شکل ۹ نشان داده شده است.



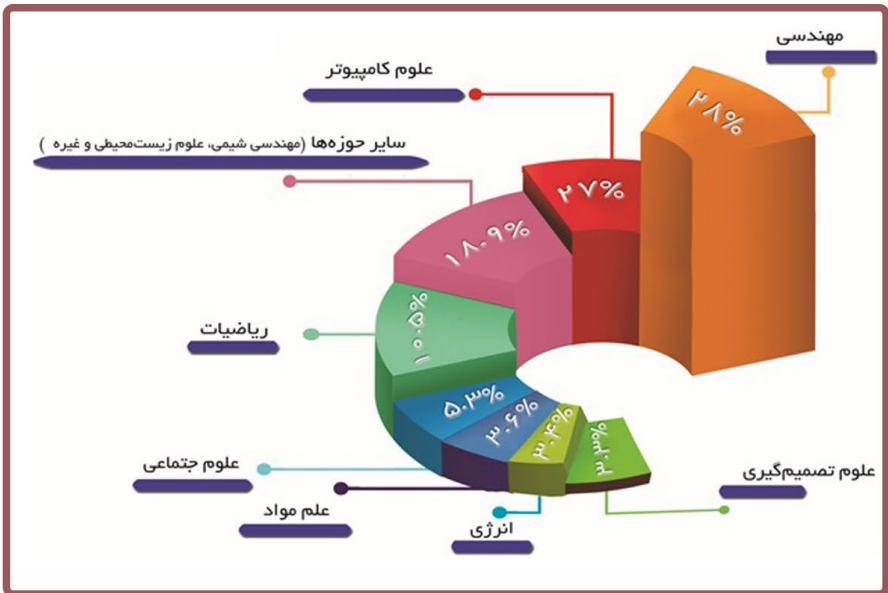
شکل ۹: روند اسناد منتشر شده ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل»

همچنین ۱۰ مؤسسه/دانشگاه/مرکز تحقیقاتی در ایران که بیشترین تعداد اسناد را در این زمینه منتشر نموده‌اند، در جدول ۵ نشان داده شده است. مطابق با جدول مذکور، دانشگاه آزاد اسلامی (کلیه واحدها)، دانشگاه تهران و دانشگاه صنعتی شریف رتبه‌های اول تا سوم را در میان دانشگاه‌های ایران به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۵: ده دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی برتر ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۱)

ردیف	نام دانشگاه/مؤسسه/انهاد	تعداد سند منتشر شده
۱	دانشگاه آزاد اسلامی (کلیه واحدها)	۱۰۲
۲	دانشگاه تهران	۶۸
۳	دانشگاه صنعتی شریف	۵۸
۴	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۵۲
۵	دانشگاه علم و صنعت ایران	۳۸
۶	دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی	۳۶
۷	دانشگاه تربیت مدرس	۱۶
۸	دانشگاه صنعتی اصفهان	۱۳
۹	دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر	۱۱
۱۰	دانشگاه صنعتی شاهرود	۱۱

وضعیت و میزان اسناد منتشر شده در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در ایران نیز در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، پژوهشگران ایرانی در حوزه‌های گوناگون و متنوعی (همچون مهندسی، علوم کامپیوتر، ریاضیات و ...) در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» فعالیت می‌کنند.



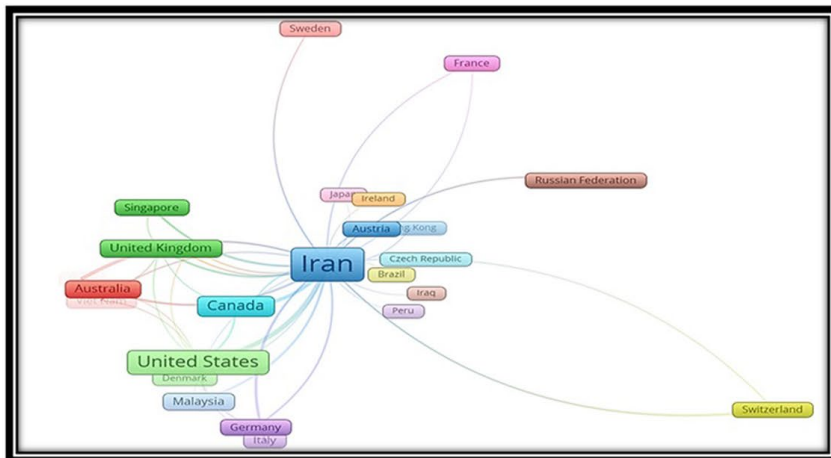
شکل ۱۰: درصد اسناد منتشر شده ایران در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۱)

مطابق با نتایج بدست آمده و همانطور که در جدول ۶ مشخص است، محققان کشور ایران با محققان کشورهای همچون آمریکا، کانادا، استرالیا، مالزی و بریتانیا بیشترین میزان همکاری در این حوزه را دارند.

جدول ۶: میزان مشارکت پژوهشگران کشورمان در زمینه تدوین مقالات «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» با پژوهشگران سایر کشورها (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۱)

ردیف	نام کشور	تعداد همکاری مشترک با ایران
۱	آمریکا	۳۷
۲	کانادا	۱۸
۳	استرالیا	۷
۴	مالزی	۷
۵	بریتانیا	۷
۶	آلمان	۴
۷	ایتالیا	۴
۸	سنگاپور	۴
۹	هلند	۴
۱۰	اتریش	۳
۱۱	کره جنوبی	۳

وضعیت ارتباطات و همکاری‌های میان ایران و سایر کشورها در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۱: نقشه ارتباطات بین‌المللی کشور ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۱)

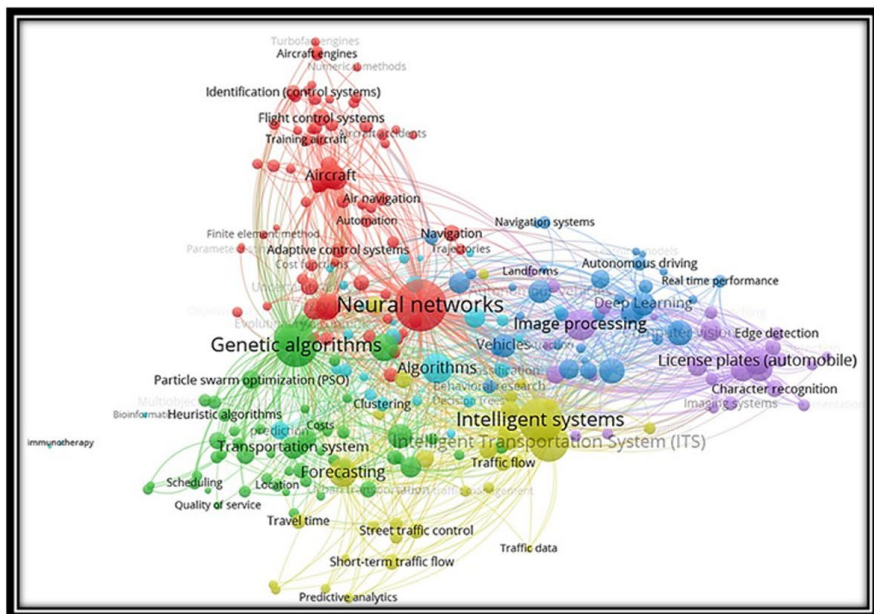
در ادامه و به منظور ترسیم ساختار حوزه دانشی «کاربرد هوش مصنوعی در زمینه حمل‌ونقل» در ایران، در ابتدا با استفاده از خروجی‌های حاصل از پایگاه «اسکوپوس» و با بهره‌گیری از نرم‌افزار Bibexcel، تحلیل واژگان مربوطه در ۴۴۲ سند انجام شده است. در این قسمت لغات با بیشترین تکرار، از لغات موجود در اسناد استخراج شده است. این کار باعث می‌شود که لغاتی که تکرار کمتری در این اسناد دارند، حذف شده و شبکه نیز فقط بر روی نمایش لغات مهم در این حوزه متمرکز شود. در جدول ۷ برخی از واژه‌های با تکرار بالا در اسناد ایران نشان داده شده است.

جدول ۷: پرتکرارترین واژگان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل» (مستخرج از اسناد کشور ایران) (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۱)

تعداد تکرار	واژه
۱۳۳	Neural networks
۱۰۲	Genetic algorithms
۷۶	Intelligent systems
۵۵	Intelligent Transportation System (ITS)
۴۳	Image processing
۴۲	Algorithms
۳۷	Forecasting
۳۶	Artificial intelligence
۳۴	aircraft
۳۴	Optimization



در ادامه، شبکه هم واژگانی برای تمامی کلمات کلیدی مطرح شده در اسناد علمی ایران ترسیم شده است. شکل ۱۲ میزان ارتباط و تکرار هر واژه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲: شبکه هم واژگانی کشور ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل» (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۱)

کوچک یا بزرگ بودن دایره‌ها در این شکل نشان‌دهنده این موضوع است که در این حوزه، هر واژه به چه میزان تکرار شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، واژگانی همچون "سیستم‌های حمل و نقل هوشمند"، "شبکه‌های عصبی" و "الگوریتم ژنتیک" چون دایره‌های بزرگ‌تری دارند، در واقع بیشترین تکرار در میان اسناد منتشر شده در این حوزه در ایران را به خود اختصاص داده‌اند.

## ۶- جمع‌بندی

نتایج به‌دست‌آمده در بخش علم‌سنجی نیز نشان می‌دهد که کشورهای چین، آمریکا و هند دارای بیشترین سند منتشر شده در این حوزه هستند. از طرفی ایران در میان کشورهای منطقه در این حوزه، جایگاه دوم را در تولید علم کسب کرده است. همچنین بیشترین میزان همکاری محققان ایرانی در این حوزه با محققان کشورهای آمریکا، کانادا و استرالیا بوده است. از طرفی بیشترین محققان فعال در این حوزه شامل اساتید و دانشجویان حوزه‌های مهندسی و علوم کامپیوتر هستند.

۱. فهرست شرکتهای دانش‌بنیان <https://daneshbonyan.isti.ir>
۲. صفری، احرام و همکاران، تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی، ۱۴۰۰، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات.
۳. پرتال مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی <https://ai-center.ir>



[www.ai-center.ir](http://www.ai-center.ir)  
[@aicenter.itrc.ir](mailto:@aicenter.itrc.ir)  
[ai-center@itrc.ac.ir](mailto:ai-center@itrc.ac.ir)  
[www.itrc.ac.ir](http://www.itrc.ac.ir)

آدرس: تهران، انتهای خیابان کارگر شمالی، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

اطلاعات تماس: ۸۸۰۰۵۰۲۰

نمبر: ۸۸۶۳۵۵۸۸