# شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه (مورد مطالعه: منطقه آزاد سیستان)

**مقاله علمی – پژوهشی**

علیرضا شهرکی*، دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
حمیدرضا اسماعیلی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: shahrakiuniversity@gmail.com

دریافت: ۱٤۰۳/۱۰/۱۷– پذیرش: ۱٤۰٤/۰۳/۰۱
صفحه ٤۷۰-٤٥٥

**چکیده**

*منطقه آزاد سیستان، به‌عنوان یکی از مناطق با پتانسیل‌های اقتصادی فراوان، جذابیت‌های خاصی برای صنعت لجستیک دارد. یکی از کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در حوزه خدمات لجستیک است. هدف از این مطالعه، شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندشاخصه است. روش تحقیق توصیفی و مقطعی است که در سال ۱٤۰۲ در خصوص منطقه آزاد سیستان صورت گرفته است. تعداد ۱۰ نفر از افراد خبره به عنوان اعضای پنل دلفی انتخاب گردیدند که به منظور وزن‌دهی ریسک‌ها از روش آنتروپی شانون و جهت رتبه‌بندی ریسک‌ها از روش تاپسیس استفاده گردید. در این مطالعه به‌منظور تعیین میزان اتفاق‌نظر میان اعضای پنل دلفی، از ضریب هماهنگی کندال استفاده شد که برای مرحله اول، دوم و سوم دلفی به ترتیب برابر با ۶/۳، ۷/۱ و ۷/۳ به دست آمد. وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از مراحل روش آنتروپی شانون و بر اساس سه شاخص شدت تأثیر (۰/۶۹)، احتمال وقوع (۰/٤۷) و احتمال کشف (۰/۶۸) انجام پذیرفت. سپس جهت رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده بر اساس روش تاپسیس مهم‌ترین ریسک‌ها به ترتیب زیرساخت‌های لازم (۰/۹٤٤)، نیاز به داده‌های دقیق و کامل (۰/۸۸۷) و بودجه (۰/۸۲۹) بودند. مدیران در حوزه لجستیک با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه قادر خواهند بود تا به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات در حوزه حمل‌ونقل بپردازند که این مهم از طریق برقراری همکاری و هماهنگی بین دولت و صنعت در جهت تسهیل فرایندهای لجستیک هوشمند کسب می‌گردد.*

**واژه‌های کلیدی:** حمل‌ونقل، رتبه‌بندی، لجستیک، مدیریت، هوش مصنوعی

## ۱-مقدمه

در دنیای امروز توانایی یک کشور در تجارت جهانی به موارد مهمی همچون دسترسی بخش تجاری آن به شبکه‌های لجستیکی جابه‌جایی محموله‌های باری در سطح جهان وابسته است (Xu et al.,2020). همچنین کفایت زنجیره‌های تأمین

یک کشور (از بُعد هزینه، زمان و قابلیت اطمینان) به ویژگی‌های مشخصی از اقتصاد داخلی آن کشور که با نام عملکرد لجستیکی معرفی می‌شود وابسته است و تسهیل‌سازی تجارت و عملکرد لجستیکی مناسب به نحو قابل‌توجهی با شکوفایی تجارت، تنوع صادرات، جذابیت برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی ارتباط دارد (Hastig and Sodhi.,2020).

بر اساس مطالعات صورت‌گرفته اخیر توسط بانک جهانی، از آن جایی که لجستیک تأثیر بسیاری بر فعالیت‌های اقتصادی کشورها دارد، ارتقای عملکرد لجستیک و بهبود آن به‌عنوان یکی از اهداف مهم توسعه کشورها مطرح گردیده است (Khadim et al.,2021). جنوب شرق کشور به لحاظ پتانسیل‌های اقتصادی دارای سه سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی است، تسلط این منطقه بر یکی از مهم‌ترین و استراتژیک ترین راه‌های آبی جهان، ۳۰۰ کیلومتر مرز آبی کرانه‌های عمان و هم‌جواری با دو کشور پاکستان و افغانستان ویژگی‌های خاصی به این منطقه بخشیده است (Malek Mahmoudi,2018). منطقه آزاد سیستان منطقه‌ای در شمال سیستان و بلوچستان شامل بخش‌هایی از شهرستان‌های زابل، هامون، زهک، هیرمند و نیمروز است. این منطقه با وجود مرز طولانی با پاکستان و افغانستان و دسترسی به دریاهای آزاد و اقیانوس‌های پهناور از طریق بندر چابهار، توانمندی زیادی در زمینه ترانزیت کالا و انرژی و همچنین قرارگیری در کریدور ترانزیت شمال – جنوب، قابلیت ایجاد منطقه آزاد را داشته و می‌تواند در آینده امنیت کشور و توسعه آن، نقش مهمی را ایفا کند. بنابراین، نقش لجستیکی منطقه آزاد سیستان و برخورداری از حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی و هوایی، قابلیت لجستیکی خاصی از نظر حمل‌ونقل به این منطقه بخشیده است (Kaskaoutis et al.,2015). مناطق آزاد مانند منطقه آزاد سیستان، مناطق ویژه اقتصادی هستند که برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی، ارتقای صادرات و افزایش رشد اقتصادی طراحی شده‌اند. خدمات لجستیکی با تسهیل حمل‌ونقل کالا و کاهش موانع تجارت، نقش مهمی در موفقیت این مناطق دارد؛ بنابراین، بررسی کیفیت خدمات لجستیکی در مناطق آزاد برای ارزیابی رقابت‌پذیری و جذابیت آن‌ها برای سرمایه‌گذاران حائز اهمیت است (pan et al.,2017). حمل‌ونقل در حوزه لجستیک به فرایند جابه‌جایی کالاها، مواد اولیه، محصولات نهایی و سایر اقلام از یک مکان به مکان دیگر اشاره دارد. این فرایند شامل برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل حرکت کالاها به‌منظور بهینه‌سازی زمان، هزینه و کارایی است. حمل‌ونقل می‌تواند شامل روش‌های مختلفی مانند حمل‌ونقل زمینی (کامیون، قطار)، حمل‌ونقل هوایی، حمل‌ونقل دریایی و حمل‌ونقل چندوجهی باشد. حوزه حمل‌ونقل و خدمات لجستیک در مناطق آزاد کارآمدتر و مقرون‌به‌صرفه‌تر از خدمات لجستیک در مناطق غیرآزاد است. این حوزه به طور مداوم در حال رشد و تکامل است و فرصت‌های سرمایه‌گذاری متنوعی مانند معافیت‌های مالیاتی، روش‌های ساده گمرکی و مقررات انعطاف‌پذیرتر را برای افراد با علایق و تجربیات مختلف ارائه می‌دهد. تقاضای دائمی، تنوع و رشد بالقوه به سرمایه‌گذاران خدمات لجستیک اجازه می‌دهد تا قیمت‌های کمتر و زمان تحویل سریع‌تر را به مشتریان خود ارائه دهند (Patella et al.,2020).

با این حال، کیفیت خدمات لجستیک بسته به منطقه آزاد خاص و ارائه‌دهنده لجستیک می‌تواند به طور قابل‌توجهی متفاوت باشد. برخی از مناطق آزاد دارای زیرساخت لجستیکی مستقر با ارائه‌دهندگان و خدمات متنوع هستند، درحالی‌که برخی دیگر ممکن است گزینه‌های محدودی داشته باشند و با چالش‌هایی مانند اتصال ضعیف حمل‌ونقل به مراکز شهری یا بنادر اصلی روبرو شوند؛ بنابراین، بررسی دقیق خدمات لجستیک در منطقه آزاد خاص موردعلاقه، بررسی عواملی مانند دردسترس‌بودن ارائه‌دهندگان لجستیک، تجربه و شهرت آن‌ها، کیفیت خدمات، قیمت‌گذاری و زیرساخت لجستیک کلی آن‌ها مهم است (Yang and Pan and Ballot,2017). تلاش در جهت افزایش کارایی سیستم حمل‌ونقل، گامی بزرگ در جهت اقتصادی‌تر کردن فعالیت‌های این حوزه است.

در این راستا کاهش مسیر طی شده توسط وسایل نقلیه در سیستم حمل‌ونقل که بر زمینه‌های مختلف اقتصادی (هزینهٔ مالی، مصرف انرژی، زمان و ...) تأثیر دارد یکی از مسائل مطرح در این حوزه است (Ganin et al.,2017).

در واقع مسئله‌ای که حائز اهمیت است، بحث ایجاد شهر لجستیک در منطقه آزاد سیستان باتوجه‌به وجود فرودگاه، راه‌آهن و بزرگراه است تا امکان ایجاد پایانه حمل ترکیبی ۳ وجهی فراهم گردد. مسئله مدیریت حمل‌ونقل در منطقه آزاد سیستان با بهره‌مندی از سیستم لجستیک، تسریع روند

ساخت راه‌آهن مسیر سیستان/ چابهار، تأسیس فرودگاه منطقه آزاد سیستان، تأسیس بزرگراه در منطقه آزاد سیستان است. امروزه، هوش مصنوعی به طور فزاینده‌ای در صنایع مختلف، از جمله حمل‌ونقل و لجستیک، به کار گرفته می‌شود. این فناوری پتانسیل‌های زیادی برای بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان در این حوزه دارد. صنعت لجستیک، به‌عنوان یکی از ستون‌های اصلی زنجیره تأمین، نیازمند بهبود مستمر و بهینه‌سازی فرایندهای خود است (Surden,2019). با این حال، استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک با ریسک‌های متعددی همراه است که می‌تواند تأثیرات منفی بر عملکرد و کارایی این سیستم‌ها داشته باشد. ریسک‌های مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در لجستیک شامل مسائل امنیتی، حریم خصوصی، قابلیت اطمینان، و پیچیدگی‌های فنی است. این ریسک‌ها می‌توانند بر عملکرد و قابلیت اطمینان عملیات لجستیک تأثیر بگذارند و شناسایی و رتبه‌بندی کامل برای کاهش اثرات منفی احتمالی را ضروری می‌سازند (Humayun et al.,2020).

رویکردهای تصمیم‌گیری چند شاخصه چارچوبی قوی برای ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها در محیط‌های پیچیده و چندبعدی ارائه می‌کنند. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه ارزیابی جامع و سیستماتیک ریسک‌ها را بر اساس معیارهای متعدد امکان‌پذیر می‌کند و تصمیم‌گیری آگاهانه را تسهیل می‌کند. با به کارگیری تصمیم‌گیری چند شاخصه، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند ریسک‌های مختلف را ارزیابی کرده و آن‌ها را بر اساس اهمیت رتبه‌بندی کنند و از این طریق استراتژی‌هایی را برای کاهش بحرانی ترین ریسک‌ها تدوین کنند. در جدول ۱ چندین مطالعه در سال‌های اخیر اثربخشی هوش مصنوعی را در حوزه لجستیک نشان داده‌اند.

**جدول ۱. مرور مطالعات پیشین**

| عنوان | یافته‌های کلیدی | منبع |
|---|---|---|
| کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین | هوش مصنوعی می‌تواند مزایای متعددی از جمله بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان را در زنجیره تأمین ارائه دهد. | (Pournader et al.,2021) |
| کاربردهای هوش مصنوعی در لجستیک و زنجیره تامین | هوش مصنوعی می‌تواند برای طیف گسترده‌ای از وظایف لجستیکی، از جمله برنامه‌ریزی مسیر، مدیریت انبار و پیش‌بینی تقاضا، استفاده شود. | (Soltani,2021) |
| آینده هوش مصنوعی و تاثیر آن بر مدیریت ریسک زنجیره تامین. یک بررسی سیستماتیک | ریسک‌های مرتبط با هوش مصنوعی در زنجیره تأمین شامل نگرانی‌های اخلاقی، مسائل امنیتی و چالش‌های مربوط به پذیرش کاربر است. | (Ganesh and Kalpana, 2022) |
| هوش مصنوعی در ارزیابی ریسک زنجیره تامین | رتبه‌بندی ریسک‌های هوش مصنوعی در زنجیره تامین بر اساس معیارهای مختلف مانند احتمال وقوع، شدت تاثیر و احتمال کشف انجام می‌شود. | (Jahin et al., 2023) |
| خدمات هوش مصنوعی و لجستیک (مروری بر ادبیات سیستماتیک) | ابزارهای هوش مصنوعی بر خدمات حمل‌ونقل تأثیر داشته و زنجیره تأمین را بهینه‌سازی می‌کنند. روند استفاده از هوش مصنوعی در خدمات حمل‌ونقل در اروپا، آسیا و ایالات متحده امریکا شمالی در حال توسعه است، به همین دلیل توصیه می‌شود که شرکت‌های ارائه دهنده خدمات حمل‌ونقل از ابزارهای هوش مصنوعی برای بهبود خدماتی که ارائه می‌دهند استفاده کنند. | (Villanueva-Eslava et al., 2023) |
| حمل‌ونقل چندوجهی: رویکردها، فرآیند شکل‌شگیری، | ایجاد سامانه حمل‌ونقل چندوجهی می‌تواند چابکی سازمان را بالا برده و در مواردی هزینه‌های ترابری را کاهش دهد. | (Hassanpour and Fatahi and Khalili,2024) |

در این مطالعه، به بررسی و تحلیل ریسک‌های استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل پرداخته و با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه، این ریسک‌ها را شناسایی و رتبه‌بندی خواهیم کرد. هدف اصلی این تحقیق، ارائه یک چارچوب جامع برای مدیریت ریسک‌های مرتبط با هوش مصنوعی در لجستیک و حمل‌ونقل است که می‌تواند به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها در این حوزه کمک کند. علی‌رغم اهمیت این موضوع، متأسفانه مطالعات کمی در این خصوص در ایران صورت‌گرفته است. در این تحقیق، ابتدا به بررسی مفاهیم هوش مصنوعی و مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل می‌پردازیم. سپس، ریسک‌های مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در این حوزه را شناسایی و دسته‌بندی می‌کنیم. در نهایت، از رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه برای رتبه‌بندی این ریسک‌ها استفاده خواهیم کرد. در این مطالعه منطقه آزاد سیستان در خصوص ریسک‌های ناشی از استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل به‌عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲-۱-هوش مصنوعی در لجستیک و حوزه حمل‌ونقل (تحول در زنجیره تأمین)

هوش مصنوعی به سرعت در حال دگرگونی صنعت لجستیک و حمل‌ونقل است و نوآوری‌های جدیدی را به ارمغان می‌آورد که به طور قابل‌توجهی کارایی، هزینه و رضایت مشتری را ارتقا می‌دهد. در این مقاله، به بررسی نقش هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف لجستیک و حمل و نقل می‌پردازیم و مزایا و چالش‌های استفاده از این فناوری را مورد بحث قرار می‌دهیم.

### مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در لجستیک و حوزه حمل‌ونقل

**برنامه‌ریزی و مسیریابی:** الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مسیرهای مختلفی را برای حمل‌ونقل کالا، با در نظر گرفتن عوامل مختلفی مانند ترافیک، آب و هوا و شرایط جاده، تعیین کنند. این امر به کاهش زمان و هزینه حمل‌ونقل و همچنین بهینه‌سازی مصرف سوخت کمک می‌کند.

**مدیریت ناوگان:** هوش مصنوعی می‌تواند برای نظارت بر وضعیت وسایل نقلیه، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری، و بهینه‌سازی استفاده از ناوگان به کار گرفته شود. این امر به افزایش طول عمر ناوگان، کاهش هزینه‌های عملیاتی و ارتقای ایمنی رانندگی کمک می‌کند.

**پیش‌بینی تقاضا:** هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل داده‌های تاریخی، الگوهای تقاضا را پیش‌بینی کند. این امر به کسب و کارها در برنامه‌ریزی بهتر تولید، موجودی و حمل و نقل کمک می‌کند و از کمبود یا مازاد کالا جلوگیری می‌کند (Enholm et al., 2022).

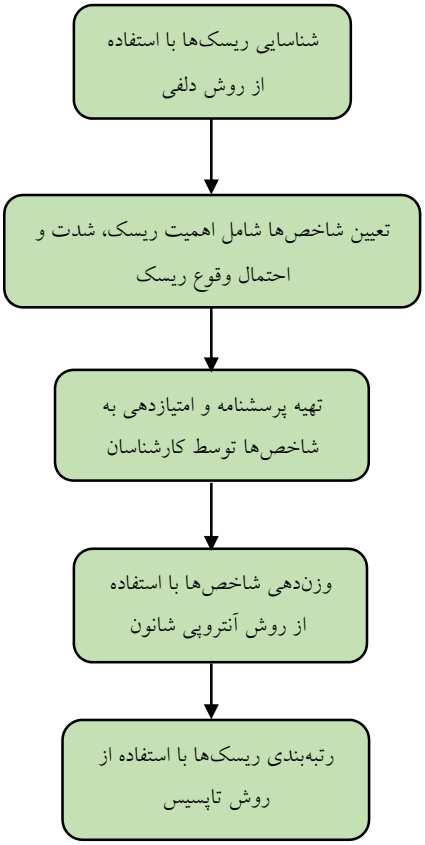
## ۲-۲- مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل

مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل فرایندی پیچیده و حیاتی است که شامل برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل جریان کالاها و اطلاعات از نقطه مبدأ تا نقطه مصرف نهایی می‌شود. هدف این فرایند، ارائه خدمات به مشتریان به نحوی کارآمد، مقرون به صرفه و باکیفیت بالا است. مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل نقشی حیاتی در موفقیت هر کسب‌وکاری ایفا می‌کند. با استفاده از فناوری‌های جدید، همکاری با ذی‌نفعان کلیدی و اجرای استراتژی‌های مؤثر، شرکت‌ها می‌توانند زنجیره تأمین خود را بهینه کرده و به مزیت رقابتی دست پیدا کنند. به طور خلاصه، مدیریت خدمات لجستیک در حمل‌ونقل شامل یک رویکرد چندوجهی است که فناوری‌ها و استراتژی‌های مختلف را برای بهینه‌سازی فرایندها، بهبود کیفیت خدمات و برآورده کردن تقاضاهای در حال تحول بازار یکپارچه می‌کند. مدیریت لجستیک مؤثر برای دستیابی به کارایی عملیاتی و حفظ مزیت رقابتی در بخش حمل‌ونقل ضروری است (Sirina and Zubkov,2021).

## ۳- روش تحقیق

روش تحقیق باتوجه‌به ماهیت موضوع و هدف، توصیفی و مقطعی است که در سال ۱۴۰۲ و در خصوص منطقه آزاد سیستان صورت گرفته است. در این تحقیق در ابتدا شناسایی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک براساس مطالعات پیشین و روش دلفی براساس نظرات خبرگان صورت می‌پذیرد. در مرحله بعدی برای رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده لازم است تا شاخص‌های رتبه‌بندی ریسک‌ها تعیین و سپس اهمیت و وزن آن‌ها مشخص شوند. در انتها با استفاده از وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌ها، رتبه‌بندی ریسک‌ها صورت می‌گیرد (شکل ۱). به‌منظور شناسایی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک بر اساس مطالعات پیشین و روش دلفی

بر اساس نظرات خبرگان، تعداد ۱۰ نفر از افرادی که در هر دو زمینه هوش مصنوعی و خدمات لجستیک، خبره به حساب می‌آمدند، به روش سرشماری به عنوان اعضای پنل دلفی انتخاب گردیدند. افراد خبره موردنظر، دارای مدرک کارشناسی یا بالاتر و دارای آگاهی لازم در زمینه هوش مصنوعی و لجستیک بودند.




**شکل ۱. فرآیند ارزیابی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک**

### ۳-۱- تشکیل و ترکیب پنل

شناسایی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک با استفاده از روش دلفی صورت پذیرفت. روش دلفی یک چارچوب فرایند پیش‌بینی در ارزیابی ریسک است که بر اساس نتایج دوره‌های متعدد پرسش‌نامه ارسال‌شده به خبرگان به‌عنوان پنل دلفی است. پس از هر دور، خلاصه‌ای از دور به خبرگان پنل دلفی ارائه می‌شود و به هر متخصص اجازه می‌دهد تا پاسخ‌های خود را باتوجه‌به پاسخ گروه تنظیم کند (Hohma et al.,2023). گزینش اعضای واجد شرایط برای پنل دلفی از مهم‌ترین مراحل این روش به حساب میآید؛ زیرا اعتبار نتایج کار بستگی به شایستگی و دانش این افراد دارد. این افراد برخلاف آنچه در پیمایش‌های کمی معمول است بر مبنای نمونه‌گیری احتمالی انتخاب نمی‌شوند؛ زیرا روش سازوکاری برای تصمیم‌گیری گروهی است و نیاز به متخصصان واجد شرایطی دارد که درک و دانش عمیقی از موضوع پژوهش داشته باشند روشن است که این افراد را نمی‌توان از این طریق انتخاب کرد.

**دور اول**

در ابتدا بر اساس مطالعات پیشین، اعضای پنل دلفی نظرات خود را در خصوص ۳۰ ریسک مشخص گردیده اعلام نمودند. همچنین از آنان خواسته شد که نظرات خود را درباره ریسک‌هایی که در این لیست قرار نگرفته است، ارائه کنند. در این دور طبق نظر اعضا ۵ ریسک حذف گردیدند و در مجموع ۲۵ ریسک جهت طبقه‌بندی انتخاب گردید.

**دور دوم**

در دور دوم دلفی، مجموعه ریسک‌هایی که در دور اول انتخاب شده بودند، به‌علاوه نمرات دور اول، در اختیار اعضای پنل قرار گرفت. در این دور، از میان ۲۵ ریسک مشخص گردیده، اعضاء ۱۵ مورد را حذف نمودند. پاسخگویان دلیل حذف این موارد را تشابه، عدم طبقه‌بندی مناسب و نامفهوم بودن برخی موارد ذکر نمودند. طبق نظر خبرگان ۵ عامل دیگر نیز

به ریسک‌ها افزوده گردید. در مجموع تعداد ۱۵ ریسک استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک شناسایی گردید. سپس لیست ریسک‌ها جهت تعیین اهمیت آن‌ها، در اختیار اعضای پنل دلفی قرار گرفت.

**دور سوم**

نظر اعضای پنل در دور سوم درباره ریسک‌هایی که در دوره‌های اول و دوم مهم تشخیص‌داده‌شده بودند، دوباره دریافت شد. پس از انجام دور سوم و دستیابی به‌اتفاق نظر بر اساس مقیاس کندال، روش دلفی پایان یافت. در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق‌نظر در بین اعضای پنل، از ضریب هماهنگی کندال استفاده شد. ضریب هماهنگی کندال مشخص می‌کند افرادی که ریسک‌ها را بر اساس اهمیت آن‌ها مرتب کرده‌اند، به طور اساسی شاخص‌های مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هریک از مقوله‌ها به کار برده‌اند و از این لحاظ با یکدیگر اتفاق‌نظر دارند. ضریب هماهنگی کندال از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

(۱)

$$w = \frac{s}{\frac{1}{12}k^2(n^3 - n)}$$

در این فرمول، پارامترها به شرح زیر هستند:

W= ضریب هماهنگی کندال. این ضریب عددی بین ۰ و ۱ است که میزان توافق بین رتبه‌بندی‌های مختلف را نشان می‌دهد. مقدار ۰ نشان‌دهنده عدم توافق کامل و مقدار ۱ نشان‌دهنده توافق کامل است.

S= حاصل جمع مربعات انحراف‌های $R_j$ها از میانگین $R_j$ها

$$S = \sum\left(R_j - \frac{\sum R_j}{N}\right)^2 \qquad (۲)$$

$R_j$= مجموع رتبه‌های مربوط به یک عامل

K= تعداد مجموعه‌های رتبه‌ها (تعداد داوران)

N= تعداد عوامل رتبه بندی شده

$$= \frac{1}{12}k^2\left(N^3 - N\right)$$

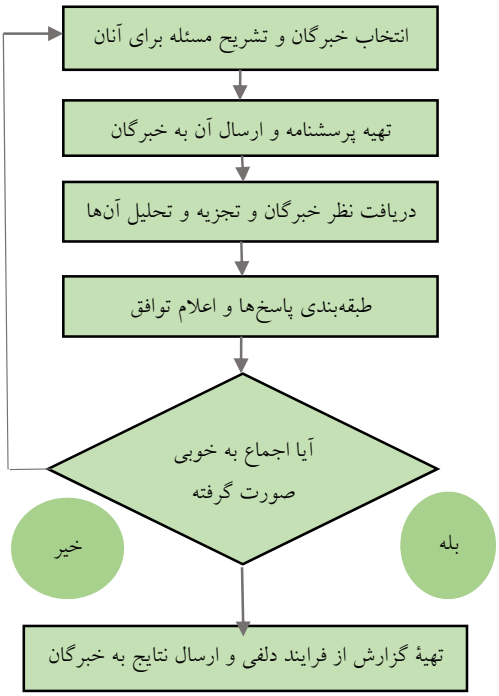
حداکثرحاصل جمع مربعات انحراف‌های از میانگین Rjها

(یعنی حاصل جمع S که در صورت وجود موافقت کامل بین K رتبه بندی مشاهده می‌شد)

نتیجهٔ ضریب کندال برای مرحله اول تا سوم دلفی به ترتیب برابر با ۰٫۶۳، ۰٫۷۱ و ۰٫۷۳ بود که چون این میزان در مرحله دوم و سوم از ۰٫۷ بیش‌تر است و نتایج این دو مرحله نزدیک به هم است، در دور سوم، روش دلفی پایان‌یافته و نتایج آن قابل‌استناد است. در شکل ۲ الگوریتم اجرای روش دلفی آورده شده است.

در مرحله اول ریسک‌های انتخابی برای رتبه‌بندی بر اساس روش دلفی به تعداد ۱۵ ریسک در پنج دسته ریسک‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، نظارتی و محیطی انتخاب شدند.

در مرحله دوم برای تجزیه‌وتحلیل و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده، لازم است تا شاخص‌های رتبه‌بندی ریسک‌ها، تعیین و سپس اهمیت و وزن آن‌ها مشخص شوند. در این مرحله ریسک‌های شناسایی‌شده بر اساس شاخص‌های شدت تأثیر، احتمال وقوع و احتمال کشف ریسک (شاخص‌های اصلی در برآورد اثرات وقوع ریسک در سیستم‌های مختلف) به‌صورت پرسش‌نامه در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان جهت امتیازدهی طبق جدول۲ قرار گرفت.




**شکل ۲. الگوریتم اجرای روش دلفی**

**جدول ۲. طیف امتیازدهی به شاخص‌ها**

| میزان اثر | امتیاز |
|---|---|
| بسیار زیاد | ۹ |
| زیاد | ۷ |
| متوسط | ۵ |
| کم | ۳ |
| بسیار کم | ۱ |

به‌منظور اولویت‌بندی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک با استفاده از روش تاپسیس، ابتدا از روش آنتروپی شانون، وزن شاخص‌های در نظر گرفته شده، تعیین و سپس ریسک‌ها بر اساس این شاخص‌ها اولویت‌بندی گردیدند.

### ۳-۲- روش آنتروپی شانون

این روش یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه جهت محاسبه وزن شاخص‌ها است(Odu, 2019). گام‌های این روش به شرح زیر است:

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس m گزینه (ریسک‌ها) و n شاخص بصورت رابطه (۲) نشان داده می‌شود که بیانگر ارزیابی گزینه m براساس شاخص n است.

$$A_{ij}=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12}\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}\cdots & a_{2n} \\ a_{m1} & a_{m2}\cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (۲)$$

گام ۲- محاسبه ماتریس تصمیم‌گیری نرمال ($p_{ij}$) که براساس رابطه (۳) صورت می‌گیرد.

$$P_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \quad (۳)$$

گام ۳- محاسبه مقدار آنتروپی برای هر شاخص ($E_j$) که بر اساس رابطه (٤) صورت می‌گیرد.

$$E_j=-k\sum_{i=1}^{m}[\,p_{ij}\ln\ p_{ij}\,]=\frac{1}{\ln(m)} \quad (٤)$$

گام ٤- محاسبه مقدار عدم‌اطمینان ($d_j$) برای هر شاخص که توسط رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$d_j=1-E_j \quad (۵)$$

گام ۵- محاسبه وزن هر شاخص ($W_j$) که توسط رابطه (٦) تعیین می‌شود.

$$w_j=\frac{d_j}{\sum_{i=1}^{n} d_j} \quad (٦)$$

### ۳-۳- روش تصمیم‌گیری تاپسیس

روش تاپسیس توسط هوانگ و یون (۱۹۸۱) پیشنهاد شد که یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است. این روش بر پایه این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین) و بیش‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین) داشته باشد (Hwang and Masud, 2012). مراحل این روش به شرح زیر است.

مرحله ۱- تشکیل ماتریس تصمیم گیری ($A_{ij}$) که m گزینه را براساس n شاخص ارزیابی می‌کند.

$$A_{ij}=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12}\cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}\cdots & a_{2n} \\ a_{m1} & a_{m2}\cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (۷)$$

مرحله ۲- در این مرحله بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری توسط رابطه (۸) انجام می‌شود.

$$n_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} {a_{ij}}^2}} \quad (۸)$$

مرحله ۳- ماتریس بی‌مقیاس مرحله ۲ با ضرب در ماتریس موزون حاصل از روش آنتروپی شانون با استفاده از رابطه (۹) به ماتریس بی‌مقیاس موزون (V) تبدیل می‌شود.

$$V=N\times W_{n\times n} \quad (۹)$$

$W_{n\times n}$ ماتریس قطری وزن‌ها است که از روش آنتروپی شانون به‌دست‌آمده است.

مرحله ٤- تعیین بهترین راه‌حل و بدترین راه‌حل ایده آل مثبت ($V_j$)، بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V و راه‌حل ایده آل منفی ($V_{j-}$)، بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس V بر اساس نوع شاخص است.

مرحله ٥- محاسبه فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت که توسط رابطه (١٠) و فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل منفی که از رابطه (١١) صورت می‌گیرد.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(V_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1,2,...,m \qquad (١٠)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(V_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1,2,...,m \qquad (١١)$$

مرحله ٦- تعیین نزدیکی نسبی یک مورد به راه‌حل ایده‌آل ($C_i$) که توسط رابطه (١٢) محاسبه می‌گردد.

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \qquad (١٢)$$

مرحله ٧- رتبه‌بندی موارد براساس مقدار $C_i$، به صورت نزولی ازمقادیر $C_i$ انجام می‌گردد.

## ٤- تجزیه و تحلیل داده‌ها

ریسک‌های انتخابی برای رتبه‌بندی بر اساس روش دلفی به تعداد ١٥ ریسک در پنج دسته ریسک‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، نظارتی و محیطی انتخاب شدند که در جدول ٣ نشان داده شده است.

**جدول ٣. ریسک‌ها و زیرریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل و نقل**

| ریسک‌های اصلی | نماد | زیر ریسک‌ها |
|---|---|---|
| **ریسک‌های فنی** | A١ | داده‌های دقیق و کامل |
| | A٢ | خطاهای پیش‌بینی |
| | A٣ | اشتباهات و نقص‌های ماشین |
| **ریسک‌های اقتصادی** | A٤ | بودجه |
| | A٥ | هزینه‌های پنهان مرتبط با پیاده‌سازی هوش مصنوعی |
| | A٦ | مزیت رقابتی |
| **ریسک‌های اجتماعی** | A٧ | از دست دادن شغل |
| | A٨ | مسائل اخلاقی مرتبط با رفتارهای هوش مصنوعی |
| | A٩ | آموزش و به‌روزرسانی پرسنل |
| **ریسک‌های نظارتی** | A١٠ | قوانین و مقررات |
| | A١١ | چالش‌های اجرایی |
| | A١٢ | حریم خصوصی و امنیت داده |
| **ریسک‌های محیطی** | A١٣ | زیرساخت‌های لازم جهت هوشمندسازی |
| | A١٤ | افزایش مصرف انرژی |
| | A١٥ | پایداری منابع و محافظت از محیط‌زیست |

پس از شناسایی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک، امتیازدهی به این ریسک‌ها بر اساس شاخص‌های شدت تأثیر، احتمال وقوع و احتمال کشف ریسک توسط کارشناسان انجام شد. (جدول ٤)

**جدول ٤. امتیازدهی به ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی براساس شاخص‌ها**

| ریسک | احتمال وقوع | شدت تاثیر | احتمال کشف | نمره نهایی |
|---|---|---|---|---|
| داده‌های دقیق و کامل | ۰/۸ | ۰/۷ | ۰/٦ | ۰/۳۳٦ |
| خطاهای پیش‌بینی | ۰/۷ | ۰/۸ | ۰/۵ | ۰/۲۸ |
| اشتباهات و نقص‌های ماشین | ۰/٦ | ۰/٦ | ۰/۷ | ۰/۲۵۲ |
| بودجه | ۰/۵ | ۰/۷ | ۰/۸ | ۰/۲۸ |
| هزینه‌های پنهان مرتبط با پیاده‌سازی هوش مصنوعی | ۰/٤ | ۰/٦ | ۰/۷ | ۰/۱٦۸ |
| مزیت رقابتی | ۰/۳ | ۰/۵ | ۰/۸ | ۰/۱۲ |
| ازدست دادن شغل | ۰/۲ | ۰/۸ | ۰/۷ | ۰/۱۱۲ |
| مسائل اخلاقی مرتبط با رفتارهای هوش مصنوعی | ۰/۱ | ۰/۹ | ۰/۸ | ۰/۰۷۲ |
| آموزش و به‌روزرسانی پرسنل | ۰/۲ | ۰/۷ | ۰/۹ | ۰/۱۲٦ |
| قوانین و مقررات | ۰/۳ | ۰/٦ | ۰/۸ | ۰/۱٤٤ |
| چالش‌های اجرایی | ۰/٤ | ۰/۵ | ۰/۷ | ۰/۱٤ |
| حریم خصوصی و امنیت داده | ۰/۵ | ۰/۹ | ۰/٦ | ۰/۲۷ |
| زیرساخت‌های لازم جهت هوشمندسازی | ۰/٦ | ۰/۸ | ۰/۵ | ۰/۲٤ |
| افزایش مصرف انرژی | ۰/۷ | ۰/٦ | ۰/٦ | ۰/۲۵۲ |
| پایداری منابع و محافظت از محیط زیست | ۰/۸ | ۰/۷ | ۰/۵ | ۰/۲۸ |

بدین ترتیب بر اساس ۱۵ ریسک شناسایی‌شده بر اساس به کارگیری روش دلفی به عنوان گزینه‌ها و سه شاخص شدت تاثیر، احتمال وقوع و احتمال کشف ریسک ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل و با استفاده از مراحل روش آنتروپی شانون، وزن‌دهی شاخص‌ها انجام که نتایج حاصل در جدول ۵ آمده است. سپس طبق مراحل روش تاپسیس، رتبه‌بندی ریسک‌ها بر اساس وزن‌های محاسبه شده از روش آنتروپی شانون برای هر ریسک، محاسبه گردید. مقادیر $C_i$ ریسک‌های شناسایی‌شده، جهت رتبه‌بندی به‌صورت صعودی به نزولی مرتب شدند و در نتیجه ریسک‌های با $C_i$ بیش‌تر، در اولویت بالاتری قرار دارند که نتایج در جدول ٦ نشان داده شده است.

**جدول ۵. وزن شاخص‌ها براساس روش آنتروپی شانون**

| شاخص‌ها | وزن‌ها |
|---|---|
| شدت تأثیر ($C_1$) | ۰/٦۹ |
| احتمال وقوع ($C_2$) | ۰/٤۷ |
| احتمال کشف ($C_3$) | ۰/٦۸ |

**جدول ٦. رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک**

| ریسک‌های اصلی | نماد | زیر ریسک‌ها | مقدار $C_i$ | رتبه |
|---|---|---|---|---|
| ریسک‌های فنی | $A_1$ | داده‌های دقیق و کامل | ۰/۸۸۷ | ۲ |
| | $A_2$ | خطاهای پیش‌بینی | ۰/٦٥٥ | ٦ |
| | $A_3$ | اشتباهات و نقص‌های ماشین | ۰/٤۲۹ | ۱۱ |
| ریسک‌های اقتصادی | $A_4$ | بودجه | ۰/۸۲۹ | ۳ |
| | $A_5$ | هزینه‌های پنهان مرتبط با پیاده‌سازی هوش مصنوعی | ۰/٥۹۷ | ۷ |
| | $A_6$ | مزیت رقابتی | ۰/۲۷۷ | ۱٥ |
| ریسک‌های اجتماعی | $A_7$ | از دست دادن شغل | ۰/٥۰٥ | ۹ |
| | $A_8$ | مسائل اخلاقی مرتبط با رفتارهای هوش مصنوعی | ۰/۳۹۱ | ۱۲ |
| | $A_9$ | آموزش و به‌روزرسانی پرسنل | ۰/۷۷۱ | ٤ |
| ریسک‌های نظارتی | $A_{10}$ | قوانین و مقررات | ۰/۳۱٥ | ۱٤ |
| | $A_{11}$ | چالش‌های اجرایی | ۰/۷۱۳ | ٥ |
| | $A_{12}$ | حریم خصوصی و امنیت داده | ۰/٤٦۷ | ۱۰ |
| ریسک‌های محیطی | $A_{13}$ | زیرساخت‌های لازم جهت هوشمندسازی | ۰/۹٤٤ | ۱ |
| | $A_{14}$ | افزایش مصرف انرژی | ۰/٥٥۱ | ۸ |
| | $A_{15}$ | پایداری منابع و محافظت از محیط‌زیست | ۰/۳٥۳ | ۱۳ |

اولویت‌بندی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک با استفاده از روش تاپسیس به شرح زیر به دست آمد:

$$A_{13} > A_1 > A_4 > A_9 > A_{11} > A_2 > A_5 > A_{14} >$$
$$A_7 > A_{12} > A_3 > A_8 > A_{15} > A_{10} > A_6$$

اولویت‌بندی انجام‌شده بیانگر مهم‌ترین ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک بر اساس سه شاخص شدت تأثیر، احتمال وقوع و احتمال کشف ریسک است. پس از محاسبه میانگین مقدار $C_i$ که عدد ۰/٥۷۸ به دست آمد، رتبه‌های ۱تا ۹ بالاتر از این مقدار قرار گرفتند و بنابراین بر اساس مقدار $C_i$ به دست آمده، مهم‌ترین ریسک‌ها در زمینه استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک به ترتیب شامل زیرساخت‌های لازم جهت هوشمندسازی با امتیاز ۰/۹٤٤، نیاز به داده‌های دقیق و کامل با امتیاز ۰/۸۸۷، بودجه با امتیاز ۰/۸۲۹، آموزش و بروزرسانی پرسنل با امتیاز ۰/۷۷۱، و چالش های اجرایی با امتیاز ۰/۷۱۳ بودند. باتوجه‌به اینکه زیرساخت‌های لازم جهت هوشمندسازی با امتیاز ۰/۹٤٤ اولویت اول ریسک‌ها را به خود اختصاص داد، لازم است برای کاهش خطر مواجه شدن با این ریسک با فراهم آوردن زیرساخت‌های مناسب برای استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک اقدام گردد که می‌تواند

شامل تأمین منابع فنی، سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، طراحی ساختار شبکه و ارتباطات و سیاست‌ها و راهکارهای مدیریتی باشد. نیاز به داده‌های دقیق و کامل با امتیاز ۰/۸۸۷در دومین مرتبه اهمیت ریسک‌ها قرار گرفته است که نشان از لزوم توجه به دسترسی به داده‌های دقیق و کامل در استفاده موثر از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک است. بنابراین، باید داده‌های مربوطه به موقع و دقیق و کامل جمع‌آوری و پردازش شوند. همچنین با توجه به این که بودجه با امتیاز ۰/۸۲۹رتبه سوم اولویت‌بندی ریسک‌ها را به خود اختصاص داده است بنابراین لزوم توجه بیش‌تر به تامین منابع مالی مناسب در استفاده موثر از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل را یاد آور می‌شود. داشتن منابع مالی متناسب منجر به توسعه، نگهداری و بروزرسانی سیستم‌ها و آموزش نیروهای انسانی مورد نیاز برای استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک می‌شود. این اولویت‌بندی ریسک‌ها می‌تواند به مسئولین ذی ربط کمک کند تا در استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک، به مسائل حائز اهمیت بیش‌تر توجه نموده و با نظارت و بودجه‌بندی مناسب، این ریسک‌ها را به حداقل برسانند. در این مطالعه از هوش مصنوعی برای شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در حوزه حمل‌ونقل در منطقه آزاد سیستان استفاده کردیم. این موضوع نوآورانه است، زیرا از هوش مصنوعی برای حل مشکلی استفاده می‌کند که قبلاً به طور سنتی حل می‌شدند. هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های زیادی را تجزیه و تحلیل کند و الگوهایی را شناسایی کند که انسان‌ها به تنهایی نمی‌توانند ببینند. این امر می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر و مؤثرتر ریسک‌ها کمک کند. همچنین از منطقه آزاد سیستان به عنوان مورد مطالعه استفاده کردیم که یک منطقه اقتصادی ویژه در ایران است که دارای یک سیستم حمل‌ونقل پیچیده است. این امر آن را به یک زمینه مناسب برای مطالعه استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت ریسک لجستیک تبدیل می‌کند. در مجموع، این مطالعه یک سهم ارزشمند در ادبیات مربوط به استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت ریسک لجستیک ارائه می‌دهد.

## بحث

وسعت زیاد کشور ایران و همچنین بازار مصرف وسیع، دسترسی به کشورهایی در شعاع مشخص جغرافیایی، وجود ارتباط کالایی بسیار بین کشورهای اطراف ایران که ترانزیت آن‌ها از ایران هم به لحاظ زمان و هم هزینه مقرون‌به‌صرفه‌تر است، همه بیانگر مزیت‌های لجستیکی منحصربه‌فرد ایران است (Hejazi and Taghizadeh and Mostafavi,2023). سازمان‌ها همواره در پی یافتن راه‌هایی جهت بهبود کیفیت خدمات خود هستند. هدف از این مطالعه، شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه است.

## ۵- نتیجه‌گیری

پس از شناسایی ریسک‌های مختلف استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک در پنج دسته ریسک‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، نظارتی و محیطی، بر اساس روش دلفی و استفاده از نظرات متخصصان شناسایی شدند. شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها می‌تواند به مدیران و تصمیم‌گیران کمک کند تا بهبودهای لازم را در طراحی، پیاده‌سازی و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در حوزه لجستیک ایجاد کنند.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از به‌کارگیری روش دلفی تعداد ۱۵ ریسک موثر بر استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک انتخاب شدند.

سپس رتبه‌بندی این ریسک‌ها براساس با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه آنتروپی شانون و تاپسیس انجام شد. نتایج نشان داد که به دلیل اهمیت وجود زیرساخت‌های لازم جهت هوشمندسازی، این ریسک در اولویت اول برای استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک قرار گرفته است. به منظور موفقیت در استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی، لازم است که زیرساخت‌های مورد نیاز برای جمع‌آوری، ذخیره، و پردازش داده‌ها فراهم شوند. این شامل زیرساخت‌های فناوری اطلاعاتی مطمئن، سیستم‌های حسگری و اینترنت اشیاء، زیرساخت‌های ابری و محاسبات ابری، و زیرساخت‌های تحلیل داده و هوش مصنوعی می‌شود. با ایجاد این زیرساخت‌ها و ارتقاء آن‌ها، می‌توان از توانایی‌های هوش مصنوعی بهره‌وری بیشتری را در مدیریت خدمات لجستیک

داشت. باتوجه‌به رتبه‌بندی ریسک‌ها، توجه به زیرساخت‌های لازم جهت استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک از طریق توسعه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، توسعه جمع‌آوری و ثبت دقیق داده‌های مرتبط، تأمین به‌موقع و به مقدار لازم منابع جهت تهیه و استقرار تجهیزات و آموزش پرسنل می‌تواند از مهم‌ترین پیشنهادها بر اساس نتایج تحقیق باشد. مطالعه محمد (۲۰۲۳) نتیجه مشابهی با مطالعه ما داشت که نشان از اهمیت زیرساخت‌های لازم برای استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی است. طبق نتایج این تحقیق سازمان‌ها ممکن است با در نظر گرفتن عوامل مختلف، راه‌حل‌های لجستیک هوشمند را انتخاب کرده و از آن‌ها استفاده کنند. تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها را امکان‌پذیر می‌کند، در حالی که قابلیت مشاهده در زمان واقعی، بینش‌هایی را در مورد جریان و قرار دادن کالاها ارائه می‌دهد. مدیریت مؤثر موجودی انبارها و موجودی مازاد را کاهش می‌دهد، در حالی که فناوری‌های اتوماسیون و روباتیک گردش کار را بهینه می‌کنند و بهره‌وری را افزایش می‌دهند. همکاری زنجیره تامین و بهینه‌سازی رضایت مشتری را بهبود می‌بخشد و عملیات روان را برای همه طرف‌های درگیر تسهیل می‌کند. به لطف مقیاس‌پذیری، انعطاف‌پذیری، امنیت و حفاظت از حریم خصوصی داده‌ها که از داده‌های حیاتی محافظت می‌کند، سازمان‌ها می‌توانند با نیازهای در حال تغییر کسب‌وکار سازگار شوند. ارزیابی بازده سرمایه گذاری، تعیین مزیت‌های عملی و مقرون به صرفه بودن فناوری‌های نوآورانه لجستیک را تسهیل می‌کند. سازمان‌ها ممکن است با اتخاذ تدارکات هوشمند، مزیت رقابتی به دست آورند، رضایت مشتری را افزایش دهند، دید زنجیره تامین را افزایش دهند و به برتری عملیاتی دست یابند (Mohamed, 2023). در دومین مرتبه اهمیت، ریسک نیاز به داده‌های دقیق و کامل قرار دارد که نشان می‌دهد که استفاده مؤثر از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک نیازمند دسترسی به داده‌های دقیق و کامل است. در دنیای پویای مدیریت لجستیک، داده‌های دقیق و کامل می‌توانند از منابع مختلفی مانند سیستم‌های حسگری، دستگاه‌های ردیابی، سیستم‌های مدیریت انبار و سایر منابع جمع‌آوری شوند. بااین‌حال، مواجهه با چالش‌هایی مانند ناهمگونی داده‌ها، عدم دسترسی به داده‌های کافی و کیفیت پایین داده‌ها می‌تواند توانایی استفاده مؤثر از هوش مصنوعی را محدود کند. برای حل این چالش‌ها، باید به توسعه و بهینه‌سازی فناوری‌های جمع‌آوری، ذخیره، و پردازش داده اهمیت داده شود. ایجاد استراتژی‌ها و فرایندهای مناسب برای تضمین کیفیت و دقت داده‌ها، و همچنین تأمین منابع کافی برای جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌ها از اقدامات اساسی در این راستا هستند. ریسک تأمین بودجه موردنیاز هوشمندسازی سومین دغدغه و ریسک استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت خدمات لجستیک است و نشان می‌دهد که لازم است دسترسی به بودجه‌های کافی و منابع مالی به‌منظور توسعه، نگهداری و به‌روزرسانی سیستم‌ها و آموزش نیروهای انسانی فراهم شود. نتایج اولویت‌بندی ریسک‌ها مشخص می‌سازد که ریسک‌های آموزش و به‌روزرسانی پرسنل، چالش‌های اجرایی، خطاهای پیش بینی و هزینه‌های پنهان مرتبط با پیاده‌سازی هوش مصنوعی در اولویت‌های ٤ تا ۷ قرار دارند. همچنین ریسک قوانین و مقررات و مزیت رقابتی کم‌ترین امتیاز را در این بررسی به خود اختصاص دادند. در مطالعه دیگری شفر (۲۰۱۸) مزایای هوشمندسازی حوزه لجستیک را اینگونه بیان نمود که در یک زنجیره تامین یکپارچه، سیستم ذخیره سازی باید بتواند به اطلاعات خروجی توسط هوش مصنوعی پاسخ دهد، در غیر این صورت تمام آنچه ایجاد می‌شود راه حل مستقل دیگری است. بنابراین، ادغام تدریجی فناوری‌های هوش مصنوعی در یک سیستم نرم افزاری لجستیک جامع و مقیاس‌پذیر بهترین استراتژی در حال حاضر به نظر می‌رسد. با انجام این روش، تا حد زیادی از اختلال جلوگیری می‌شود و عناصر اضافی را می‌توان گام به گام در سیستم گنجاند. این رویکرد همچنین تضمین می‌کند که کنترل سیستم از بین نمی‌رود. علاوه بر این، همیشه باید استراتژی‌های بازگشتی برای تغییرات غیرقابل پیش‌بینی وجود داشته باشد. تنها از این طریق می‌توان عملکرد مداوم انبار را تضمین کرد (SCHAEFER,2018). ژانگ (۲۰۱۹) در مطالعه خود بیان نمود که در حال حاضر، هنوز شکاف بزرگی بین صنعت لجستیک و نیازهای واقعی جمع‌آوری داده‌های پایه هوشمند و امکانات درک مانند کلان‌داده لجستیک و ابر لجستیک مربوط به لجستیک هوشمند وجود دارد و پوشش و دقت اینترنت لجستیک هنوز ناکافی است. صنعت لجستیک دارای داده‌های عظیم، سناریوهای تجاری غنی و بسیاری از مشکلات واقعی است. چیزی که بیش از همه به آن نیاز دارد، فناوری و استعداد است. عملیات مؤثر ترکیب هوش مصنوعی

و لجستیک بر اساس استانداردها و پروتکل‌های مشترک ایجاد می‌شود. با این‌حال، در حال حاضر، تفاوت‌های زیادی در کدگذاری داده‌ها، اسناد انتقال، واحدهای بلبرینگ و غیره وجود دارد. درعین‌حال، استفاده از هوش مصنوعی مدل روابط آشنای سنتی را در هم می‌شکند، روابط ناآشنا متعددی را حفظ می‌کند و معاملات عادی بازار را شکل می‌دهد(Zhang, 2019). در نهایت می‌توان گفت باتوجه‌به رتبه‌بندی ریسک‌ها، بهبود خدمات لجستیکی در منطقه آزاد سیستان می‌تواند با افزایش استفاده از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی در عملیات لجستیکی، از جمله ردیابی و مدیریت الکترونیکی سیستم‌ها، همچنین برقراری همکاری و هماهنگی بین دولت و صنعت در جهت تسهیل فرایندهای لجستیکی و حذف موانع احتمالی و نیز آموزش و ارتقا توانایی کارکنان لجستیکی در ارائه خدمات بهینه دستاوردهایی را به همراه داشته باشد.

## ٦- سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از افرادی که با کمال صبر و حوصله به پرسش‌نامه‌ها پاسخ دادند، کمال امتنان و سپاس را داشته باشند.

## ۷- مراجع

-Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2022). Artificial intelligence and business value: A literature review. *Information Systems Frontiers*, 24(5), 1709-1734.

**doi.org/10.1007/s10796-021-10186-w**

-Ganesh, A. D., & Kalpana, P. (2022). Future of artificial intelligence and its influence on supply chain risk management–A systematic review. *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108206.

**doi.org/10.1016/j.cie.2022.108206**

-Ganin, A. A., Kitsak, M., Marchese, D., Keisler, J. M., Seager, T., & Linkov, I. (2017). Resilience and efficiency in transportation networks. *Science Advances*, 3(12), e1701079. **doi: 10.1126/sciadv.1701079**

-Hassanpour, M., Fatahi, A., & Khalili, N. (2024). Multimodal transportation: Approaches, formation process, advantages, disadvantages, and limitations of implementation. *Supply Chain Management*, 25(81), 117-132.

**doi.org/10.1108/SCM-01-2023-001**

-Hastig, G. M., & Sodhi, M. S. (2020). Blockchain for supply chain traceability: Business requirements and critical success factors. *Production and Operations Management*, 29(4), 935-945. **doi: org/10.1111/poms.13147**

-Hejazi, S. J., Taghizadeh, A., & Mostafavi, H. (2023). Investigation of the needs and infrastructure of transportation and distribution of imported goods to Iran. *In National Conference of Applied Civil Engineering and New Achievements*, Karaj.

-Hohma, E., Boch, A., Trauth, R., & Lütge, C. (2023). Investigating accountability for artificial intelligence through risk governance: A workshop-based exploratory study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1073686. **doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1073686**

-Humayun, M., Jhanjhi, N. Z., Hamid, B., & Ahmed, G. (2020). Emerging smart logistics and transportation using IoT and blockchain. IEEE Internet of Things Magazine, 3(2), 58-62. **doi: 10.1109/IOTM.0001.1900097**

-Hwang, C. L., & Masud, A. S. M. (2012). Multiple objective decision making—methods and applications: a state-of-the-art survey (Vol. 164). *Springer Science & Business Media*. **doi: 10.1007/978-3-642-45511-7**

-Jahin, M. A., Naife, S. A., Saha, A. K., & Mridha, M. F. (2023). AI in Supply Chain Risk Assessment: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. *arXiv preprint arXiv:2401*.10895. **doi.org/10.48550/arXiv.2401.10895**

-Kaskaoutis, D. G., Rashki, A., Houssos, E. E., Mofidi, A., Goto, D., Bartzokas, A. & Legrand, M. (2015). Meteorological aspects associated with dust storms in the Sistan region,

-SCHAEFER, S. (2018). Artificial intelligence in logistics. *SSI Schafer IT Solutions GmbH Jacqueline Fauland.* **doi.org/10.1145/3331138**

-Sirina, N., & Zubkov, V. (2021). Transport services management on transport and logistic methods. *Transportation Research Procedia,* 54, 263-273.

**doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.072**

-Soltani, Z. K. (2021). The applications of artificial intelligence in logistics and supply chain. Turkish *Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT*), 12(13), 4488-4499.

**doi.org/10.17762/turcomat.v12i13.9617**

-Surden, H. (2019). Artificial intelligence and law: An overview. *Georgia State University Law Review*, 35(4).

**doi.org/10.31219/osf.io/gwv42**

-Villanueva-Eslava, A., Riega-Virú, Y., Nilupu-Moreno, K., & Salas-Riega, J. L. (2023, December). Artificial intelligence and logistics services: a systematic literature review. *In 2023 IEEE 3rd International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER)* IEEE. 1-4. **doi: 10.1109/ICALTER61411.2023.10372911**

-Xu, Z., Li, Y., Chau, S. N., Dietz, T., Li, C., Wan, L., & Liu, J. (2020). Impacts of international trade on global sustainable development. *Nature Sustainability*, 3(11), 964-971. **doi.org/10.1038/s41893-020-0572-z**

-Yang, Y., Pan, S., & Ballot, E. (2017). Mitigating supply chain disruptions through interconnected logistics services in the Physical Internet. *International Journal of Production Research*, 55(14), 3970-3983.

**doi.org/10.1080/00207543.2016.1223379**

-Zhang, Y. (2019, October). The application of artificial intelligence in logistics and express delivery. *In Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1325, No. 1. *IOP Publishing*. 012085-012086.

**doi: 10.1088/1742-6596/1325/1/01208**

southeastern Iran. *Climate Dynamics*, 45, 407-424.

**doi.org/10.1007/s00382-014-2208-3**

-Khadim, Z., Batool, I., Akbar, A., Poulova, P., & Akbar, M. (2021). Mapping the moderating role of logistics performance of logistics infrastructure on economic growth in developing countries. Economies, 9(4), 177. **doi.org/10.3390/economies9040177**

-Malek Mahmoudi, N. (2018). Capabilities and limitations of land development in the Makran region based on Iran's macro strategy. Maritime Transport Industry, 5(2), 75-82. **doi.org/10.22111/mtj.2018.25557**

-Mohamed, M. (2023). Toward smart logistics: hybrization of intelligence techniques of machine learning and multi-criteria decision-making in logistics 5.0. *Multicriteria Algorithms with Applications,* 1, 42-57. **doi.org/10.61356/j.mawa.2023.16261**

-Odu, G. O. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23(8), 1449-1457. **doi: 10.4314/jasem.v23i8.7**

-Patella, S. M., Grazieschi, G., Gatta, V., Marcucci, E., & Carrese, S. (2020). The adoption of green vehicles in last mile logistics: A systematic review. *Sustainability*, 13(1), 6.

**doi.org/10.3390/su13010006**

-Pan, S., Ballot, E., Huang, G. Q., & Montreuil, B. (2017). Physical Internet and interconnected logistics services: research and applications. *International Journal of Production Research*, 55(9), 2603-2609.

**doi.org/10.1080/00207543.2017.1302620**

-Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 241, 108250. **doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250**

# Identifying and Ranking the Risks of Using Artificial Intelligence in the Management of Logistics Services in the Field of Transportation Using a Multi-Criteria Decision-Making Approach

## Study Case: (Free Zone of Sistan)

*Alireza Shahraki, Associate Professor, Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran.*

*Hamidreza Esmaeili, M.Sc., Student, Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran.*

*E-mail: shahrakiuniversity@gmail.com*

Received: January 2025- Accepted: April 2025

**ABSTRACT**

Free Zone of Sistan, being one of the places with significant economic potential, provides distinct advantages for the logistics industry. This is one of the most common applications of artificial intelligence in logistics services. The purpose of this study is to identify and rate the risks of employing artificial intelligence systems to manage logistics services in the transportation sector, using a multi-criteria decision-making approach. Free Zone of Sistan study used a descriptive and cross-sectional research method and was done in 1402. The Delphi panel consisted of ten expert individuals, and the risks were weighted using the Shannon entropy approach and ranked using the TOPSIS method. In this study, the Kendall's coefficient of concordance was used to determine the amount of consensus among Delphi panel members, which was 0.63, 0.71, and 0.73 for the first, second, and third Delphi rounds, respectively. The indications were weighted using the Shannon entropy approach and three criteria: impact severity (0.69), likelihood of occurrence (0.47), and probability of discovery (0.68). The TOPSIS approach was then used to assess the identified hazards, with the necessary infrastructure (0.944), the necessity for precise and full data (0.887), and the money (0.829) ranking highest. Logistics managers will be able to detect and rate the risks associated with deploying artificial intelligence technologies to manage transportation services using multi-criteria decision-making methodologies. This can be accomplished by establishing collaboration and coordination between the government and industry to enable intelligent logistical procedures.

**Keywords**: Transportation, Ranking, Logistics, Management, Artificial Intelligence