

تحلیل داده‌محور هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین: مطالعه موردی

صمد سهراب^۱، وحید یادگاری^۲، وحید محمودیان^۳

^۱ کارشناس ارشد فناوری اطلاعات، مؤسسه آموزش عالی تعالی، قم، ایران
samad_sohrab@yahoo.com

^۲ دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران
v.yadegari58@yahoo.com

^۳ کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات و امنیت، دانشگاه امام باقر (ع)، تهران
mahmoudian.vahid@gmail.com

چکیده

در عصر دیجیتال، هم‌افزایی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا به‌عنوان دو فناوری کلیدی، نقشی حیاتی در بهینه‌سازی زنجیره تأمین ایفا می‌کند. این پژوهش به بررسی کاربردهای این فناوری‌ها در بهینه‌سازی زنجیره تأمین از طریق مطالعه موردی دو شرکت پیشرو، آمازون و المارت، پرداخته و به مزایا و چالش‌های آن‌ها می‌پردازد. روش تحقیق شامل تحلیل داده‌های ثانویه، مدل‌سازی ریاضی و شبیه‌سازی، و مطالعات موردی جامع از این شرکت‌ها است. یافته‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند دقت پیش‌بینی تقاضا را تا ۲۰ درصد افزایش و هزینه‌های حمل‌ونقل را تا ۲۲ درصد کاهش دهد. در همین حال، اینترنت اشیا با ایجاد شبکه‌ای از دستگاه‌های متصل، به بهبود ردیابی و نظارت بر وضعیت محصولات و کاهش زمان تأخیر کمک می‌کند. این مطالعه با شناسایی تعاملات مؤثر بین هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، به سازمان‌ها راهکارهای عملی برای بهره‌برداری بهینه ارائه می‌دهد و می‌تواند به موفقیت در رقابت‌های جهانی کمک کند.

کلمات کلیدی: هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بهینه‌سازی زنجیره تأمین، پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی، بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل، کیفیت خدمات.

۱ مقدمه

در زنجیره‌های تأمین امروزی، چالش‌هایی چون پیش‌بینی نادرست تقاضا، مدیریت ناکارآمد موجودی و هزینه‌های بالای حمل‌ونقل وجود دارد. فناوری‌های هوش مصنوعی و اینترنت اشیا با تحلیل داده‌های بلادرنگ و تاریخی، دقت پیش‌بینی تقاضا و مدیریت موجودی را بهبود می‌بخشند. اینترنت اشیا نیز امکان ردیابی بلادرنگ محصولات را فراهم کرده و به بهبود کارایی و کاهش تأخیر کمک می‌کند [۱]، [۲].

این مقاله به بررسی هم‌افزایی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین می‌پردازد و شرکت‌های پیشرو مانند آمازون و المارت را به‌عنوان مطالعه موردی مورد بررسی قرار می‌دهد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند دقت پیش‌بینی تقاضا را تا ۲۰ درصد افزایش و هزینه‌های حمل‌ونقل را تا ۲۲ درصد کاهش دهد. همچنین، این پژوهش به شناسایی و ارزیابی مزایا و چالش‌های استفاده از هوش مصنوعی و اینترنت اشیا پرداخته و راهکارهای عملی برای بهره‌برداری بهینه از آن‌ها ارائه می‌دهد که می‌تواند به موفقیت در رقابت‌های جهانی کمک کند.

۲ پیشینه تحقیق

تحقیقات اخیر بر روی کاربردهای هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین نشان می‌دهند که این فناوری‌ها می‌توانند به‌طور قابل‌توجهی کارایی و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را افزایش دهند. در این راستا، Chawla et al. (2023) به بررسی همزمان تأثیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و بلاک‌چین بر آینده زنجیره تأمین پرداخته‌اند [۳]. Sallam et al. (2023) و Argyropoulou et al. (2024) تأثیر اینترنت اشیا بر بهینه‌سازی و عملکرد زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار داده‌اند [۴]، [۵]. همچنین، Adesoga et al. (2024) و Nzeako et al. (2024) نشان داده‌اند که ترکیب هوش مصنوعی و اینترنت اشیا می‌تواند زنجیره‌های تأمین هوشمند و پویا ایجاد کند [۷]، [۶]. از سوی دیگر، Atadoga و Adenekan et al. (2024) et al. (2024) بر روی بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین با استفاده از هوش مصنوعی و ERP تمرکز کرده‌اند [۸]، [۹]. Zamani et al. (2023) و Taj et al. (2023) نیز به بررسی نقش تحلیل داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا در افزایش مقاومت زنجیره تأمین پرداخته‌اند [۱۱]، [۱۰]. Jum'a et al. (2024) و Odimarha et al. (2024) al. (2024) چالش‌ها و فرصت‌های استفاده از این فناوری‌ها را بررسی کرده‌اند [۱۲]، [۱۳]. در حالی که Zhang et al. (2023) و Petri and Yuqiuge (2022) به مرور سیستماتیک تحقیقات و موارد عملی ادغام هوش مصنوعی و اینترنت اشیا پرداخته‌اند [۱۵]، [۱۴]. در نهایت، Aljohani و M. Baha (2023) (2023) به تأثیر هوش مصنوعی بر عملکرد زنجیره تأمین و کاهش ریسک‌های لحظه‌ای پرداخته‌اند [۱۷]، [۱۶]. این تحقیقات نشان‌دهنده اهمیت تعاملات هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهبود فرآیندها و افزایش کارایی زنجیره تأمین هستند، با تأکید بر این که ترکیب این فناوری‌ها می‌تواند پاسخگویی به تغییرات سریع بازار را بهبود بخشد.

۳ روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع آمیخته^۱ (ترکیب روش‌های کمی و کیفی) استفاده می‌کند تا به‌طور جامع به بررسی هم‌افزایی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین بپردازد. این رویکرد این امکان را می‌دهد تا از داده‌های کمی برای تحلیل الگوها و روندها و از داده‌های کیفی برای درک عمیق‌تر تجربیات و کاربردهای عملی استفاده شود.

¹Mixed Method

۱.۳ روش‌های کمی

- تحلیل داده‌های ثانویه: داده‌های ثانویه از منابع معتبر علمی و صنعتی، شامل مقالات پژوهشی و گزارش‌های آماری مرتبط با زنجیره تأمین آمازون و والمارت، جمع‌آوری و تحلیل شدند. این داده‌ها به شناسایی الگوها و روندهای استفاده از هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهبود زنجیره تأمین کمک می‌کنند.
- مدل‌سازی ریاضی و شبیه‌سازی: با استفاده از نرم‌افزار متلب، مدل‌های ریاضی برای پیش‌بینی تقاضا و بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل ایجاد شدند. این مدل‌ها تأثیر هوش مصنوعی و اینترنت اشیا بر کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت پیش‌بینی‌ها را ارزیابی می‌کنند.

۲.۳ روش‌های کیفی

- مطالعات موردی: مطالعات موردی جامع آمازون و والمارت، فرایندهای زنجیره تأمین، فناوری‌های مورد استفاده و نتایج به‌کارگیری هوش مصنوعی و اینترنت اشیا را بررسی کرده است. داده‌های بلادرنگ حسگرهای اینترنت اشیا به طور مستقیم برای بهبود پیش‌بینی تقاضا و مدیریت موجودی استفاده می‌شوند؛ به عنوان مثال، اطلاعات لحظه‌ای از سطح موجودی و شرایط محیطی به سیستم‌های پیش‌بینی منتقل می‌شوند که دقت پیش‌بینی و سرعت واکنش به تغییرات بازار را افزایش می‌دهد. روش‌های مورد مطالعه در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. خلاصه روش‌های مورد مطالعه، به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱: خلاصه روش‌های مورد مطالعه

نوع روش	روش‌های مورد استفاده	هدف	پارامترهای مورد مطالعه
کمی	تحلیل داده‌های ثانویه	شناسایی الگوها و روندها	کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در زنجیره تأمین
	مدل‌سازی ریاضی شبیه‌سازی	ارزیابی تأثیرات بر کارایی زنجیره تأمین	بهبود پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی، بهینه‌سازی حمل‌ونقل
کیفی	مطالعات موردی	بررسی کاربردهای عملی	فرایندها و تکنولوژی‌های مورد استفاده در شرکت‌ها
	مصاحبه‌های عمیق	جمع‌آوری اطلاعات دقیق و جامع	تجربیات مدیران و کارشناسان در به‌کارگیری فناوری‌ها

این روش‌شناسی ترکیبی، با بهره‌گیری از داده‌های کمی و کیفی، به بررسی جامع و دقیق اثرات هم‌افزایی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین می‌پردازد و به ارائه راهکارهای عملی برای بهبود کارایی و اثربخشی این زنجیره‌ها کمک می‌کند.

۳.۳ مطالعه موردی

شرکت آمازون: آمازون به عنوان یکی از پیشگامان استفاده از فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین، از ربات‌های هوشمند برای بهینه‌سازی فرایند انبارداری استفاده می‌کند. این ربات‌ها قادر به جابه‌جایی سریع و دقیق کالاها در انبارها هستند که این امر به کاهش زمان پردازش سفارش‌ها و افزایش کارایی منجر می‌شود. علاوه بر این، آمازون از سیستم‌های پیشرفته پیش‌بینی تقاضا مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده می‌کند که با تحلیل داده‌های تاریخی و بلادرنگ، نیازهای آینده بازار را بادقت بالایی پیش‌بینی می‌کنند. این پیش‌بینی‌ها به کاهش موجودی‌های اضافی و بهینه‌سازی مدیریت منابع کمک می‌کنند.

شرکت والمارت: والمارت از حسگرهای اینترنت اشیا برای مدیریت دقیق موجودی در انبارها و فروشگاه‌ها استفاده می‌کند. این حسگرها به صورت بلادرنگ اطلاعاتی مانند سطح موجودی، مکان و شرایط محیطی محصولات را جمع‌آوری می‌کنند. داده‌های جمع‌آوری شده به سیستم‌های مرکزی ارسال می‌شوند که این امر به والمارت امکان می‌دهد تا به سرعت به تغییرات موجودی واکنش نشان دهد و از کمبود یا مازاد موجودی جلوگیری کند. علاوه بر این، والمارت از داده‌های بلادرنگ برای بهبود پیش‌بینی تقاضا و بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل استفاده می‌کند که این امر به کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت خدمات منجر می‌شود.

۴.۳ فرضیات تحقیق

فرضیات اصلی این تحقیق به شرح زیر است:

- ✓ فرضیه ۱: استفاده از هوش مصنوعی در زنجیره تأمین می‌تواند به بهبود پیش‌بینی تقاضا و مدیریت موجودی منجر شود.
- ✓ فرضیه ۲: استفاده از اینترنت اشیا در زنجیره تأمین می‌تواند به بهبود ردیابی و نظارت بر وضعیت محصولات منجر شود.
- ✓ فرضیه ۳: ترکیب هوش مصنوعی و اینترنت اشیا می‌تواند به بهبود کارایی و اثربخشی زنجیره تأمین منجر شود.

۴ کاربرد هوش مصنوعی در بهینه‌سازی زنجیره تأمین

هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، یادگیری عمیق^۲ و پردازش زبان طبیعی^۳ می‌تواند به بهینه‌سازی زنجیره تأمین کمک کند. این فناوری‌ها در زمینه‌های مختلفی از جمله پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی، بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل، بهبود کیفیت خدمات و اتوماسیون فرایندها مؤثر هستند. به‌طور کلی کاربردهای مختلف هوش مصنوعی در بهینه‌سازی زنجیره تأمین به صورت شکل شماره ۱ می‌باشد.

^۲Deep Learning

^۳Natural Language Processing



شکل ۱: فرایند زنجیره‌ای در مدیریت زنجیره تأمین

۵ نقش اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین

اینترنت اشیا به شبکه‌ای از دستگاه‌های متصل به اینترنت اطلاق می‌شود که قادر به جمع‌آوری و تبادل داده‌ها هستند. این فناوری با ایجاد ارتباطات بلادرنگ و جمع‌آوری داده‌های دقیق، به بهبود کارایی و شفافیت زنجیره تأمین کمک می‌کند.

۱.۵ ردیابی و نظارت بلادرنگ

حسگرهای اینترنت اشیا با جمع‌آوری اطلاعات دقیق محصولات به مدیریت موجودی و کاهش تأخیر کمک می‌کنند؛ والمارت از این روش برای افزایش کیفیت خدمات استفاده کرده است.

۲.۵ جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ

اینترنت اشیا داده‌های بلادرنگ از دستگاه‌ها را جمع‌آوری کرده و اطلاعات ارزشمندی درباره عملکرد و موجودی ارائه می‌دهد؛ آمازون با این رویکرد بهره‌وری انبارها را افزایش داده است.

۳.۵ بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل

حسگرهای اینترنت اشیا اطلاعات ترافیکی را برای بهبود برنامه‌ریزی مسیرها جمع‌آوری می‌کنند؛ آمازون با این داده‌ها هزینه‌های حمل‌ونقل را کاهش داده است.

۴.۵ بهبود مدیریت موجودی

اینترنت اشیا با ارائه اطلاعات دقیق از سطح موجودی، مدیریت موجودی را بهبود می‌بخشد؛ والمارت از این فناوری برای جلوگیری از کمبود و مازاد موجودی بهره می‌برد.

۵.۵ بهبود کیفیت خدمات

اینترنت اشیا با ارائه اطلاعات دقیق از وضعیت محصولات، کیفیت خدمات را ارتقا می دهد؛ آمازون از این روش برای شناسایی و حل مشکلات زنجیره تأمین استفاده کرده است.

۶ تحلیل تطبیقی کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه سازی زنجیره تأمین

هوش مصنوعی و اینترنت اشیا دو فناوری پیشرفته هستند که به طور قابل توجهی می توانند به بهینه سازی زنجیره تأمین کمک کنند. هر یک از این فناوری ها دارای ویژگی ها و کاربردهای منحصربه فردی هستند که می توانند به بهبود کارایی، اثربخشی و شفافیت زنجیره تأمین منجر شوند. در جدول شماره ۲، به تحلیل تطبیقی کاربردهای هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه سازی زنجیره پرداخته می شود.

جدول ۲: مقایسه کاربردهای هوش مصنوعی و اینترنت اشیا

کاربرد	هوش مصنوعی (AI)	اینترنت اشیا (IoT)
پیش بینی تقاضا	استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین برای پیش بینی دقیق تقاضا	جمع آوری داده های بلادرنگ از دستگاه ها و حسگرها برای بهبود پیش بینی تقاضا
مدیریت موجودی	تحلیل داده های تاریخی و بلادرنگ برای بهینه سازی سطح موجودی	جمع آوری اطلاعات دقیق از سطح موجودی در انبارها و فروشگاه ها
بهینه سازی مسیرها	استفاده از الگوریتم های بهینه سازی برای تعیین بهترین مسیرهای حمل و نقل	جمع آوری اطلاعات دقیق از وضعیت ترافیک و شرایط جاده
بهبود کیفیت خدمات	تحلیل داده های جمع آوری شده برای شناسایی مشکلات و ارائه راهکارهای بهبود	جمع آوری اطلاعات دقیق از وضعیت محصولات و شرایط محیطی
اتوماسیون فرایندها	استفاده از ربات های هوشمند و سیستم های اتوماسیون برای انجام خودکار فرایندها	ایجاد ارتباطات بلادرنگ بین دستگاه ها و سیستم های اتوماسیون

تحلیل ها نشان می دهند که هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، هر یک با ویژگی های منحصربه فرد خود، به بهبود کارایی و شفافیت زنجیره تأمین کمک می کنند. هوش مصنوعی از طریق تحلیل داده ها، پیش بینی تقاضا و مدیریت موجودی را بهینه می کند، در حالی که اینترنت اشیا با جمع آوری داده های بلادرنگ، بهره وری را افزایش می دهد. شرکت هایی مانند آمازون و والمارت با بهره گیری از این فناوری ها، زنجیره تأمین خود را بهینه سازی کرده و به مزیت رقابتی دست یافته اند.

۷ بحث و نتایج

این مطالعه به بررسی هم‌افزایی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهینه‌سازی زنجیره تأمین می‌پردازد و تأثیرات این فناوری‌ها بر بهبود کارایی و اثربخشی زنجیره تأمین را نشان می‌دهد. در این بخش، نتایج حاصل از کاربردهای هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در زمینه‌های کلیدی بررسی می‌شود:

۱.۷ پیش‌بینی تقاضا

الگوریتم‌های یادگیری ماشین در هوش مصنوعی دقت پیش‌بینی تقاضا را تا ۲۰٪ افزایش می‌دهند، به‌ویژه در شرکت آمازون که از سیستم‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده می‌کند. اینترنت اشیا با جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ به تحلیل رفتار مصرف‌کننده کمک می‌کند که منجر به کاهش موجودی‌های اضافی و بهبود مدیریت منابع می‌شود. نتایج کمی به‌دست‌آمده از این پیش‌بینی‌ها به شرح جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه نتایج کمی پیش‌بینی تقاضا

فناوری	دقت پیش‌بینی تقاضا	روش‌های بهبود
هوش مصنوعی	افزایش ۲۰٪	الگوریتم‌های یادگیری ماشین، تحلیل داده‌های تاریخی
اینترنت اشیا	بهبود از طریق داده‌های بلادرنگ	جمع‌آوری داده‌های مصرف‌کننده، تحلیل رفتار خرید

۲.۷ مدیریت بحران

هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های تاریخی و شبیه‌سازی، بحران‌ها را پیش‌بینی و مدیریت می‌کند، درحالی‌که اینترنت اشیا با ارائه داده‌های بلادرنگ، شناسایی سریع مشکلات را تسهیل می‌کند. خروجی نتایج کمی مدیریت موجودی به‌صورت جدول شماره ۴ می‌باشد.

جدول ۴: مقایسه نتایج کمی مدیریت موجودی

فناوری	نقش در مدیریت بحران	مزایا
هوش مصنوعی	پیش‌بینی بحران‌ها و شبیه‌سازی سناریوها	تصمیم‌گیری سریع و مؤثر
اینترنت اشیا	ارائه داده‌های بلادرنگ از وضعیت موجودی و حمل‌ونقل	شناسایی سریع مشکلات

۳.۷ بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل

هوش مصنوعی با الگوریتم‌های بهینه‌سازی، هزینه‌های حمل‌ونقل را تا ۲۲٪ کاهش می‌دهد و اینترنت اشیا با ارائه اطلاعات ترافیکی بلادرنگ، به انتخاب مسیرهای بهینه کمک می‌کند. خروجی نتایج کمی بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل به‌صورت جدول شماره ۵ می‌باشد.

جدول ۵: مقایسه نتایج کمی بهینه‌سازی مسیرهای حمل و نقل

فناوری	کاهش هزینه‌های حمل و نقل	روش‌های بهینه‌سازی
هوش مصنوعی	کاهش ۲۲	الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر
اینترنت اشیا	بهبود انتخاب مسیر	داده‌های بلادرنگ از ترافیک

۴.۷ بهبود کیفیت خدمات

هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های مشتری و ارائه پیشنهادهای شخصی‌سازی‌شده، کیفیت خدمات را ارتقا می‌دهد و اینترنت اشیا با ارائه اطلاعات دقیق از محصولات، تجربه مشتری را بهبود می‌بخشد. خروجی نتایج کمی بهبود کیفیت خدمات به صورت جدول شماره ۶ می‌باشد.

جدول ۶: مقایسه نتایج کمی بهبود کیفیت خدمات

فناوری	نقش در بهبود کیفیت خدمات	مزایا
هوش مصنوعی	تحلیل داده‌های مشتری و پیشنهادهای شخصی‌سازی‌شده	افزایش رضایت مشتری
اینترنت اشیا	ارائه اطلاعات دقیق از وضعیت محصولات	بهبود تجربه مشتری

۵.۷ اتوماسیون فرایندها

هوش مصنوعی با اتوماسیون فرایندهای تکراری، کارایی را افزایش و هزینه‌ها را کاهش می‌دهد، در حالی که اینترنت اشیا با داده‌های بلادرنگ، امکان اتوماسیون هوشمند را فراهم می‌آورد. خروجی نتایج کمی اتوماسیون فرایندها به صورت جدول شماره ۷ می‌باشد.

جدول ۷: مقایسه نتایج کمی اتوماسیون فرایندها

فناوری	نقش در اتوماسیون فرایندها	مزایا
هوش مصنوعی	اتوماسیون فرایندهای تکراری	افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها
اینترنت اشیا	فراهم کردن داده‌های بلادرنگ	اتوماسیون هوشمند

هوش مصنوعی و اینترنت اشیا هر کدام با مزایای خاص خود، به بهبود کارایی زنجیره تأمین کمک می‌کنند و ترکیب آن‌ها می‌تواند چالش‌های پیچیده را حل کند. شرکت‌هایی مانند آمازون و والمارت با این فناوری‌ها زنجیره تأمین خود را بهینه کرده‌اند.

۸ نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داده است که هم‌افزایی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا می‌تواند به طور قابل توجهی به بهینه‌سازی زنجیره تأمین کمک کند. یافته‌ها حاکی از آن است که هوش مصنوعی بادقت پیش‌بینی تقاضا تا

۲۰٪ و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل تا ۲۲٪، نقش مهمی در بهبود کارایی زنجیره تأمین ایفا می‌کند. اینترنت اشیا نیز با ارائه داده‌های بلادرنگ، به بهبود ردیابی و نظارت بر محصولات کمک کرده و زمان تأخیر را کاهش می‌دهد. این فناوری‌ها با ایجاد زنجیره‌های تأمین هوشمند و انعطاف‌پذیر، به سازمان‌ها امکان می‌دهند تا به تغییرات سریع بازار پاسخ دهند و در رقابت جهانی موفق‌تر عمل کنند.

با توجه به این یافته‌ها، سازمان‌ها باید به ادغام هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در فرایندهای زنجیره تأمین خود بپردازند و در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات سرمایه‌گذاری کنند. همچنین، برای بهره‌برداری کامل از این فناوری‌ها، توسعه مهارت‌های کارکنان و توجه به امنیت داده‌ها ضروری است. برای تحقیقات آینده، بررسی تعاملات میان هوش مصنوعی و اینترنت اشیا و توسعه مدل‌های ترکیبی برای بهینه‌سازی بیشتر توصیه می‌شود. این تلاش‌ها می‌توانند به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها در زنجیره تأمین منجر شوند و به سازمان‌ها کمک کنند تا به مزیت رقابتی دست یابند.

مراجع

- [1] H. M. Shah, B. B. Gardas, V. S. Narwane, and H. S. Mehta, "The contemporary state of big data analytics and artificial intelligence towards intelligent supply chain risk management: a comprehensive review", *Kybernetes*, vol. 52, no. 5, pp. 1643-1697, 2023.
- [2] D. Singh, "Internet of things", *Factories of the Future: Technological Advancements in the Manufacturing Industry*, pp. 195-227, 2023.
- [3] P. Chawla, A. Kumar, A. Nayyar, and M. Naved, *Blockchain, IoT, and AI technologies for supply chain management*. CRC Press, 2023.
- [4] K. Sallam, M. Mohamed, and A. W. Mohamed, "Internet of Things (IoT) in supply chain management: challenges, opportunities, and best practices", *Sustainable Machine Intelligence Journal*, vol. 2, pp. (3): 1-32, 2023.
- [5] M. Argyropoulou, E. Garcia, S. Nemati, and K. Spanaki, "The effect of IoT capability on supply chain integration and firm performance: an empirical study in the UK retail industry", *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 37, no. 3, pp. 875-902, 2024.
- [6] T. O. Adesoga, T. O. Ajibaye, K. C. Nwafor, U. T. Imam-Lawal, E. A. Ikekwere, and D. I. Ekwunife, "The rise of the 'smart' supply chain: How AI and automation are revolutionizing logistics", *International Journal of Science and Research Archive*, vol. 12, no. 2, pp. 790-798, 2024.
- [7] G. Nzeako, M. O. Akinsanya, O. A. Popoola, E. G. Chukwurah, and C. D. Okeke, "The role of AI-Driven predictive analytics in optimizing IT industry supply chains", *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, vol. 6, no. 5, pp. 1489-1497, 2024.
- [8] O. A. Adenekan, N. O. Solomon, P. Simpa, and S. C. Obasi, "Enhancing manufacturing productivity: A review of AI-Driven supply chain management optimization and ERP systems integration", *International Journal of Management And Entrepreneurship Research*, vol. 6, no. 5, pp. 1607-1624, 2024.

- [9] A. Atadoga, O. C. Obi, F. Osasona, S. Onwusinkwue, A. I. Daraojimba, and S. O. Dawodu, "AI in supply chain optimization: A comparative review of USA and African Trends", International Journal of Science and Research Archive, vol. 11, no. 1, pp. 896-903, 2024.
- [10] E. D. Zamani, C. Smyth, S. Gupta, and D. Dennehy, "Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review", Annals of Operations Research, vol. 327, no. 2, pp. 605-632, 2023.
- [11] S. Taj, A. S. Imran, Z. Kastrati, S. M. Daudpota, R. A. Memon, and J. Ahmed, "IoT-based supply chain management: A systematic literature review", Internet of Things, vol. 24, p. 100982, 2023.
- [12] A. C. Odimarha, S. A. Ayodeji, and E. A. Abaku, "The role of technology in supply chain risk management: Innovations and challenges in logistics", Magna Scientia Advanced Research and Reviews, vol. 10, no. 2, pp. 138-145, 2024.
- [13] L. Jum'a, M. Ikram, and C. J. C. Jabbour, "Towards circular economy: A IoT enabled framework for circular supply chain integration", Computers And Industrial Engineering, vol. 192, p. 110194, 2024.
- [14] G. Zhang, Y. Yang, and G. Yang, "Smart supply chain management in Industry 4.0: the review, research agenda and strategies in North America", Annals of operations research, vol. 322, no. 2, pp. 1075-1117, 2023.
- [15] P. Helo and Y. Hao, "Artificial intelligence in operations management and supply chain management: An exploratory case study", Production Planning And Control, vol. 33, no. 16, pp. 1573-1590, 2022.
- [16] B. M. Mohsen, "Impact of artificial intelligence on supply chain management performance", Journal of Service Science and Management, vol. 16, no. 1, pp. 44-58, 2023.
- [17] A. Aljohani, "Predictive analytics and machine learning for real-time supply chain risk mitigation and agility", Sustainability, vol. 15, no. 20, p. 15088, 2023.