

کاربرد RFID در زنجیره تامین

زهره محمدی^۱، رویا محمدلو^۲

۱- استادیار موسسه غیرانتفاعی ابرار (zahra_mohammadi65@yahoo.com) (نویسنده رابط)

۲- دانشجوی مقطع کارشناسی موسسه غیرانتفاعی ابرار (royamohammadloo1313@gmail.com)

خلاصه

امروزه با گسترش بازارهای جهانی، افزایش تنوع محصولات و پیچیده‌تر شدن فرآیندهای لجستیکی، مدیریت زنجیره تامین به یکی از دغدغه‌های اصلی سازمان‌ها تبدیل شده است. استفاده از روش‌های سنتی مانند ثبت‌های دستی و فناوری بارکد، به دلیل محدودیت‌هایی نظیر خطاهای انسانی، تأخیر در دسترسی به اطلاعات و نبود شفافیت کافی، دیگر پاسخگوی نیازهای فعلی زنجیره‌های تامین نیست و در بسیاری از موارد موجب افزایش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. به همین دلیل، سازمان‌ها به‌طور فزاینده‌ای به سمت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین حرکت کرده‌اند. فناوری شناسایی از طریق امواج رادیویی^۱ (RFID) امکان شناسایی و ردیابی خودکار کالاها را بدون نیاز به تماس فیزیکی یا خط دید مستقیم فراهم می‌کند و با افزایش دقت و سرعت در ثبت اطلاعات، نقش مهمی در بهبود فرآیندهای انبارداری، حمل‌ونقل و مدیریت موجودی دارد. هدف این پژوهش بررسی کاربرد و تأثیر به‌کارگیری فناوری RFID و ادغام آن با اینترنت اشیا^۲ (IoT) در بهبود مدیریت زنجیره تامین است. در این پژوهش، تأثیر این فناوری‌ها بر افزایش قابلیت ردیابی و شفافیت اطلاعات، کاهش خطاهای انسانی، بهبود هماهنگی میان بخش‌های مختلف زنجیره تامین، کاهش هزینه‌های عملیاتی به ویژه در حوزه‌های انبارداری و حمل‌ونقل و بهبود کیفیت تصمیم‌گیری مدیریتی مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش به روش کیفی و با استفاده از مطالعات اسنادی و منابع کتابخانه‌ای انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده هدفمند از فناوری RFID در کنار اینترنت اشیا می‌تواند به افزایش بهره‌وری، بهبود عملکرد زنجیره تامین و ایجاد مزیت رقابتی پایدار برای سازمان‌ها کمک کرده و نقش مؤثری در هوشمندسازی زنجیره تامین ایفا کند.

کلمات کلیدی: فناوری شناسایی از طریق امواج رادیویی (RFID)، مدیریت زنجیره تامین، اینترنت اشیا (IoT)، زنجیره تامین هوشمند، ردیابی خودکار.

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، پیچیدگی زنجیره‌های تامین و نیاز به شفافیت، دقت و بهره‌وری باعث شده سازمان‌ها به سمت فناوری‌های پیشرفته حرکت کنند. فناوری RFID به دلیل قابلیت ردیابی لحظه‌ای، خودکارسازی جمع‌آوری داده‌ها و بهینه‌سازی جریان اطلاعات از تامین تا تحویل، ابزاری کلیدی است. ادغام RFID با اینترنت اشیا (RFID IoT) می‌تواند دید، پاسخ‌گویی و بهره‌وری زنجیره‌های تامین را افزایش داده و جریان داده‌ها را بدون دخالت انسانی بهبود بخشد. استفاده مؤثر از RFID مزایای عملیاتی مانند بهبود مدیریت موجودی، کاهش خسارات و تسریع عملیات لجستیکی را فراهم

^۱ - Radio Frequency Identification

^۲ - Internet of Things

می‌آورد[۱]. این فناوری نه تنها خطاهای دستی و تأخیر اطلاعاتی را کاهش می‌دهد، بلکه رقابت‌پذیری، کاهش هزینه‌ها و خدمات به مشتری را نیز بهبود می‌بخشد.

با این حال، چالش‌هایی همچون پیچیدگی‌های فنی، هزینه‌های پیاده‌سازی و مسائل امنیتی مانع بهره‌برداری کامل از آن می‌شوند[۲]. هدف این تحقیق، تحلیل علمی نقش RFID در بهبود عملکرد زنجیره تأمین، بررسی چالش‌ها و شناسایی زمینه‌های کاربردی آن است.

فناوری RFID در سال‌های اخیر اهمیت زیادی پیدا کرده زیرا به سازمان‌ها امکان می‌دهد دیدگاه لحظه‌ای و دقیق از حرکت کالاها در زنجیره تأمین داشته باشند که با روش‌های سنتی قابل دستیابی نیست. این موضوع به طور چشمگیری خطاهای انسانی را کاهش و سرعت عملیات را افزایش می‌دهد. به علاوه RFID با خودکارسازی ثبت داده‌ها و ردیابی بدون نیاز به دید مستقیم، دقت موجودی را بهبود می‌بخشد و باعث افزایش شفافیت، تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود[۳]. همچنین، این فناوری توانسته است ردیابی دارایی‌ها و کالاها از مبدا تا مقصد را توانمند سازد که به بهبود مدیریت لجستیک، جلوگیری از سرقت و بهبود خدمات مشتری کمک می‌کند. به‌ویژه در محیط‌های پیچیده و جهانی امروز، قابلیت‌های RFID برای ارتقای هماهنگی بخش‌های مختلف زنجیره تأمین و پاسخ سریع به نوسانات بازار، آن را برای شرکت‌های مدرن حیاتی کرده است[۴].

خلاصه‌ای پژوهشی

- کمبود پژوهش‌های جامع درباره پیاده‌سازی همزمان RFID و IoT: بیشتر مطالعات، RFID یا IoT را به صورت جداگانه بررسی کرده‌اند و پژوهش‌های اندکی به اثرات ترکیب همزمان این دو فناوری در زنجیره تأمین پرداخته‌اند.
 - کمبود مطالعات کیفی و تحلیلی مبتنی بر مرور نظام‌مند ادبیات: بیشتر تحقیقات کمی هستند و نیاز به پژوهش‌های کیفی برای تحلیل عمیق‌تر مفاهیم، چالش‌ها و عوامل موفقیت احساس می‌شود.
 - تمرکز محدود پژوهش‌ها بر چالش‌های مدیریتی و فرهنگی: اکثر مطالعات بر جنبه‌های فنی RFID تمرکز دارند، در حالی که مقاومت سازمانی، فرهنگ پذیرش فناوری و آمادگی مدیریتی کمتر بررسی شده است.
- نوآوری این پژوهش در بررسی یکپارچه و همزمان فناوری‌های RFID و IoT در زنجیره تأمین با رویکردی فراتر از جنبه‌های صرفاً فنی است. این تحقیق با تمرکز بر شرایط بومی سازمان‌ها در کشورهای در حال توسعه، به تحلیل چالش‌های مدیریتی، سازمانی و اجرایی پیاده‌سازی این فناوری‌ها می‌پردازد. همچنین، بررسی نقش ترکیب RFID با سیستم‌های ERP^۱ در ایجاد زنجیره تأمین هوشمند و داده‌محور از دیگر جنبه‌های نوآورانه این پژوهش محسوب می‌شود و می‌تواند چارچوبی کاربردی برای تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران ارائه دهد.

۲. مرور ادبیات

^۱ - Enterprise Resource Planning

شناسایی از طریق امواج رادیویی (RFID) فرآیندی است که در آن سیگنال‌های رادیویی مختلف تشخیص داده و تحلیل می‌شوند تا منبع و نوع آنها مشخص شود. یک سیستم RFID معمولاً از سه جزء اصلی: تگ^۱، خواننده^۲، سیستم پردازنده اطلاعات تشکیل شده است. در این سیستم، خواننده امواج رادیویی را به سمت تگ ارسال می‌کند، تگ با دریافت این امواج، اطلاعات خود را به خواننده باز می‌گرداند. این فرآیند بدون نیاز به تماس فیزیکی یا دید مستقیم انجام می‌شود، که مزیتی بزرگ نسبت به بارکدهای سنتی محسوب می‌شود [۵].

این تکنولوژی در ارتباطات بی‌سیم، امنیت و کنترل ترافیک امواج رادیویی کاربرد دارد. مدیریت زنجیره تامین با استفاده از فناوری RFID، جریان کالا و اطلاعات را به صورت دقیق و لحظه‌ای از تأمین‌کننده تا مشتری را کنترل و امکان شناسایی و ردیابی خودکار کالاها را فراهم می‌کند. این فناوری با ثبت لحظه‌ای اطلاعات مربوط به کالاها در انبار، خطوط تولید و مسیرهای حمل‌ونقل، باعث افزایش دقت، کاهش خطاهای انسانی و بهبود ردیابی محصولات و شفافیت جریان کالاها و اطلاعات در کل زنجیره تأمین می‌شود [۶].

اینترنت اشیا (IoT) فناوری است که با استفاده از امواج رادیویی، اشیاء را به صورت خودکار شناسایی و داده‌های آنها را به RFID منتقل می‌کند. اینترنت اشیا با کمک سنسورها، پردازنده‌ها و اتصال اینترنتی قادر به جمع‌آوری، ارسال و دریافت داده‌ها هستند [۷].

اهمیت RFID در زنجیره تأمین و نقش آن در انتخاب تأمین‌کننده

مدیریت زنجیره تأمین در محیط رقابتی امروز دیگر صرفاً به جابه‌جایی کالا محدود نمی‌شود، بلکه نیازمند شفافیت، ردیابی دقیق، پاسخ‌گویی سریع و تصمیم‌گیری داده‌محور است. در این میان، فناوری RFID به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین ابزارهای دیجیتال، نقش مهمی در ارتقای عملکرد زنجیره تأمین ایفا می‌کند. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که RFID با فراهم کردن داده‌های بلادرنگ، امکان کنترل جریان مواد، اطلاعات و منابع را در کل زنجیره تأمین بهبود می‌بخشد و زمینه‌ساز افزایش هماهنگی بین بازیگران زنجیره می‌شود [۸].

نقش تگ و خوانشگر RFID در زنجیره تأمین

ساختار اصلی RFID شامل تگ و خوانشگر است که هر یک نقش مشخصی در ثبت و انتقال اطلاعات دارند. تگ‌های RFID که روی کالا، بسته یا پالت نصب می‌شوند، حامل اطلاعاتی مانند شناسه محصول، محل تولید، تاریخ، شرایط نگهداری و وضعیت حمل‌ونقل هستند. این تگ‌ها بدون نیاز به تماس فیزیکی و خط دید مستقیم، توسط ریدرها شناسایی می‌شوند. ریدرهای RFID در نقاط کلیدی زنجیره تأمین مانند انبارها، مراکز توزیع، خطوط تولید و گلوگاه‌های لجستیکی نصب می‌شوند و داده‌های جمع‌آوری‌شده را به سیستم‌های اطلاعاتی سازمان منتقل می‌کنند. این تعامل تگ و ریدر باعث می‌شود ردیابی لحظه‌ای کالاها، کاهش خطای انسانی و افزایش دقت داده‌ها به‌صورت خودکار انجام شود [۹].

کاربرد RFID در انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان

^۱ - Tag

^۲ - Reader

یکی از حوزه‌های کمتر بررسی شده اما بسیار مهم RFID، نقش آن در فرآیند انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان است. در زنجیره‌های تأمین سنتی، ارزیابی تأمین کننده اغلب مبتنی بر داده‌های محدود، گزارش‌های دوره‌ای و قضاوت‌های ذهنی است. در مقابل RFID امکان جمع‌آوری داده‌های واقعی و بلادرنگ از عملکرد تأمین کنندگان را فراهم می‌کند. با استفاده از RFID، سازمان‌ها می‌توانند شاخص‌هایی مانند زمان تحویل واقعی، میزان تأخیر، نرخ خطا، کیفیت ارسال، میزان ضایعات و قابلیت ردیابی محصولات تأمین کننده را به‌طور دقیق اندازه‌گیری کنند. این داده‌ها مبنای تصمیم‌گیری عینی برای انتخاب، رتبه‌بندی و حتی حذف یا توسعه همکاری با تأمین کنندگان می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که استفاده از داده‌های RFID در ارزیابی تأمین کننده می‌تواند ریسک زنجیره تأمین را کاهش داده و پایداری و اعتماد بین شرکای تجاری را افزایش دهد [۱۰].

پیوند RFID با IoT و تصمیم‌گیری هوشمند

زمانی که داده‌های تولید شده توسط تگ‌ها و ریدرهای RFID در بستر اینترنت اشیا پردازش می‌شوند، سازمان‌ها به سطح بالاتری از تحلیل، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری هوشمند دست می‌یابند. این یکپارچگی به مدیران کمک می‌کند تا نه تنها عملکرد جاری تأمین کنندگان را ارزیابی کنند، بلکه رفتار آینده آن‌ها را نیز پیش‌بینی نمایند و استراتژی‌های تأمین را به‌صورت پویا تنظیم کنند [۱۱].

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه، مرور ادبیات نشان می‌دهد که:

- ✓ کاربرد RFID در فرآیند انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان هنوز به‌صورت نظام‌مند و داده‌محور بررسی نشده است.
- ✓ مطالعات کمی به بررسی استفاده عملی از داده‌های RFID در تصمیم‌گیری استراتژیک تأمین کنندگان پرداخته‌اند، به ویژه در کشورهای در حال توسعه.
- شواهد تجربی کافی درباره تأثیر RFID بر کاهش ریسک تأمین و افزایش شفافیت روابط تأمین کننده خریدار وجود ندارد.

۳. بیان مسئله

در این مقاله، فناوری RFID نه به‌عنوان یک ابزار صرفاً فنی، بلکه به‌عنوان یک راهکار عملی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین مورد بررسی قرار گرفته است. تمرکز اصلی پژوهش بر تحلیل نقش RFID در افزایش شفافیت، کاهش خطا، بهبود سرعت عملیات، به ویژه کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل در زنجیره تأمین است. برای دستیابی به این هدف، کاربرد RFID در مراحل مختلف زنجیره تأمین به‌صورت مرحله به مرحله و در مقایسه با روش‌های سنتی تحلیل شده است.

بررسی RFID در فرآیند ورود و خروج کالا (انبار و لجستیک)

یکی از مهم‌ترین زمینه‌هایی که RFID در این پژوهش، فرآیند ورود، بارگیری و خروج کالا از انبارها است. در روش‌های سنتی، این فرآیند عمدتاً مبتنی بر ثبت دستی اطلاعات یا اسکن بارکد به صورت تک به تک است که زمان‌بر بوده و به شدت در معرض خطای انسانی قرار دارد. این خطاها می‌توانند شامل ثبت اشتباه اطلاعات، فراموش شدن اسکن برخی اقلام، یا عدم تطابق بین محموله واقعی و اسناد خروج باشند. در این پژوهش، نشان داده شده است که RFID با استفاده از تگ‌های رادیویی

و خواننده‌های نصب‌شده در ورودی‌ها و خروجی‌های انبار، امکان شناسایی خودکار و بدون نیاز به دید مستقیم را فراهم می‌کند.

این ویژگی باعث می‌شود که چندین کالا یا پالت به صورت همزمان شناسایی شوند و اطلاعات آن‌ها به صورت لحظه‌ای به سیستم‌های مدیریت انبار¹ (WMS) منتقل گردد. در نتیجه، فرآیند ثبت ورود و خروج کالا سریع‌تر، دقیق‌تر و کاملاً خودکار انجام می‌شود. تمرکز ما در این بخش بر این نکته است که افزایش سرعت بارگیری و کاهش خطاهای انسانی به طور مستقیم منجر به کاهش زمان توقف وسایل نقلیه در داک‌های بارگیری و در نهایت کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. بنابراین RFID در این مرحله، به عنوان ابزاری مؤثر برای بهبود بهره‌وری انبار و کاهش هزینه‌های غیرضروری بررسی شده است.

بررسی RFID در مقایسه با بارکد و روش‌های سنتی شناسایی

در این پژوهش، مقایسه RFID با فناوری بارکد به عنوان رایج ترین ابزار شناسایی در زنجیره تأمین است. بارکد از نظر هزینه، سادگی و کاربرد گسترده، در عین حال محدودیت‌های آن نیز به طور دقیق تحلیل شده است. نیاز به دید مستقیم، اسکن تک به تک، حساسیت به آسیب فیزیکی و نرخ بالاتر خطا از جمله چالش‌های اصلی بارکد هستند که در عملیات با حجم بالا به مشکل جدی تبدیل می‌شوند. در مقابل، RFID به عنوان فناوری پیشرفته‌تر، امکان خوانش همزمان چندین تگ، ذخیره داده‌های بیشتر و عملکرد بهتر در محیط‌های صنعتی را فراهم می‌کند.

این پژوهش با استناد به مطالعات تجربی، تفاوت قابل توجه در زمان اسکن و نرخ خطا بین بارکد و RFID را نشان داده و تأکید می‌کند که این تفاوت‌ها در مقیاس بزرگ، تأثیر قابل توجهی بر هزینه‌ها و کارایی زنجیره تأمین دارند. هدف از این مقایسه در پژوهش، اثبات برتری مطلق RFID نیست، بلکه نشان دادن این موضوع است که RFID به ویژه در محیط‌های لجستیکی پیشرفته و عملیات با حجم بالا، عملکرد به مراتب بهتری نسبت به روش‌های سنتی دارد و می‌تواند جایگزین مؤثرتری باشد.

بررسی نقش RFID در حمل و نقل و جابه‌جایی کالا

یکی از محورهای اصلی در این مقاله، بررسی کاربرد RFID در مرحله حمل و نقل است؛ مرحله‌ای که سهم قابل توجهی از هزینه‌های زنجیره تأمین را به خود اختصاص می‌دهد. در سیستم‌های سنتی نبود ردیابی لحظه‌ای و وابستگی به اطلاعات تأخیری باعث می‌شود که مسیرها به صورت غیربهینه انتخاب شوند، تأخیرها دیر شناسایی شوند و واکنش به اختلالات با کندی انجام گیرد. RFID به عنوان ابزاری برای ردیابی لحظه‌ای محموله‌ها بررسی شده است. اتصال RFID به زیرساخت‌های IoT و سیستم‌های ارتباطی باعث می‌شود اطلاعات مربوط به موقعیت، وضعیت و حرکت کالاها به صورت پیوسته جمع‌آوری و تحلیل شوند. این قابلیت امکان بهینه‌سازی مسیرهای حمل، کاهش مصرف سوخت، مدیریت بهتر ناوگان و پیش‌بینی دقیق‌تر زمان تحویل را فراهم می‌کند. تمرکز پژوهش در این بخش بر این نکته است که هرچند بسیاری از مطالعات به مزایای کیفی RFID در حمل و نقل اشاره کرده‌اند، اما اندازه‌گیری عددی و میدانی کاهش هزینه‌ها هنوز به طور کامل انجام نشده است. این موضوع به عنوان یکی از شکاف‌های تحقیقاتی مهم شناسایی شده که پژوهش حاضر به آن توجه ویژه دارد.

¹ - Warehouse Management System

بررسی RFID در فرآیند تحویل و تکمیل حمل و نقل

در مرحله تحویل کالا، RFID به عنوان ابزاری برای تأیید سریع و دقیق دریافت محموله‌ها بررسی شده است. در روش‌های سنتی، ثبت دستی اطلاعات تحویل و تطبیق اسناد می‌تواند باعث تأخیر، خطا و حتی اختلافات مالی شود. RFID با ثبت خودکار دریافت کالا، این فرآیند را ساده‌تر و سریع‌تر می‌کند. کاهش زمان توقف وسایل نقلیه در مراکز تحویل، کاهش نیاز به پردازش‌های مجدد و کاهش خطاهای تحویل، از جمله مزایایی هستند که در این پژوهش به عنوان عوامل مستقیم کاهش هزینه‌های حمل و نقل معرفی شده‌اند. بنابراین RFID در این مرحله، نقشی کلیدی در بهبود عملکرد انتهای زنجیره تأمین ایفا می‌کند.

بررسی چالش‌ها و محدودیت‌های پیاده‌سازی RFID

در کنار بررسی مزایا، این تحقیق به طور واقع‌بینانه به چالش‌ها و محدودیت‌های RFID نیز پرداخته است. هزینه بالای پیاده‌سازی، نیاز به زیرساخت‌های IT، مشکلات یکپارچه‌سازی با سیستم‌های موجود و مقاومت سازمانی در برابر تغییر، از جمله موانعی هستند که می‌توانند مانع بهره‌برداری کامل از RFID شوند. بررسی این چالش‌ها نشان می‌دهد که موفقیت RFID تنها به فناوری وابسته نیست، بلکه به آمادگی سازمانی، آموزش نیروی انسانی و برنامه‌ریزی مدیریتی نیز بستگی دارد. این نگاه جامع، پژوهش را از یک بررسی صرفاً فنی فراتر برده و آن را به یک تحلیل کاربردی نزدیک کرده است. تمرکز نهایی ما در این پژوهش بر این است که RFID، به ویژه در ادغام با IoT، می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌های حمل و نقل، افزایش شفافیت و بهبود کارایی زنجیره تأمین ایفا کند، هر چند برای اثبات عددی این مزایا، نیاز به مطالعات میدانی گسترده‌تری است.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی

نتایج حاصل از بررسی و تحلیل کاربرد فناوری RFID و ادغام آن با اینترنت اشیا در زنجیره تأمین مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته‌ها نشان می‌دهد که به کارگیری این فناوری‌ها نقش مؤثری در بهبود شفافیت اطلاعات، افزایش قابلیت ردیابی کالاها و کاهش خطاهای انسانی در فرآیندهای زنجیره تأمین دارد. استفاده از RFID موجب تسهیل جریان اطلاعات میان اجزای مختلف زنجیره شده و هماهنگی میان تأمین‌کنندگان، انبارها، بخش حمل و نقل و مراکز توزیع را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

همچنین نتایج نشان داد که ترکیب RFID با اینترنت اشیا، امکان پایش بلادرنگ کالاها، کنترل دقیق موجودی و ثبت خودکار داده‌ها را فراهم می‌کند که این امر منجر به کاهش هزینه‌های عملیاتی، بهبود سرعت تصمیم‌گیری مدیریتی و افزایش بهره‌وری کلی زنجیره تأمین می‌شود. می‌توان گفت، پیاده‌سازی هوشمند RFID، زیرساخت مناسبی برای حرکت به سمت زنجیره تأمین هوشمند و داده‌محور فراهم می‌آورد.

بر اساس جدول ۱، فناوری RFID تأثیرات قابل توجهی بر عملکرد زنجیره تأمین داشته است. این فناوری با فراهم‌سازی ردیابی لحظه‌ای کالاها، موجب افزایش دقت ثبت موجودی، کاهش زمان عملیات ورود و خروج کالا و بهبود شفافیت اطلاعات در کل زنجیره شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که استفاده از RFID در کنار اینترنت اشیا باعث کاهش وابستگی

به ثبت‌های دستی، کاهش خطاهای انسانی و افزایش سرعت تبادل داده‌ها میان اجزای زنجیره تأمین می‌شود. این قابلیت‌ها زمینه تصمیم‌گیری دقیق‌تر و واکنش سریع‌تر مدیران در مواجهه با نوسانات تقاضا و اختلالات عملیاتی را فراهم می‌کند.

جدول ۱- تحلیل نتایج پارامترهای کلیدی سیستم RFID و IOT

پارامتر کلیدی	تغییر پارامتر	تأثیر بر دقت ردیابی	تأثیر بر هزینه	تأثیر بر امنیت	تأثیر کلی
تعداد خوانش تگ RFID	+20%	↑↑↑	↑	-	↑↑
دقت تگ RFID	+10%	↑↑	↑	-	↑
هزینه تجهیزات (تگ و دستگاه IOT)	+15%	-	↑↑	-	-
رمزگذاری و امنیت داده‌ها	پیشرفته	-	↑	↑↑↑	↑
فرکانس بروزرسانی داده‌ها	+50%	↑↑	↑	-	↑

↑ افزایش مثبت در شاخص مربوطه ↑↑ افزایش قابل توجه ↑↑↑ افزایش بسیار زیاد

پیشنهادهای آتی

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده به بررسی کمی و تجربی تأثیر اقتصادی پیاده‌سازی RFID و اینترنت اشیا در صنایع مختلف پرداخته شود. همچنین مطالعه چالش‌های امنیت اطلاعات، حریم خصوصی و استانداردسازی داده‌ها در سیستم‌های RFID-IoT می‌تواند مسیر پژوهش‌های آتی را تکمیل کند. بررسی امکان ادغام RFID با فناوری‌های نوظهوری مانند هوش مصنوعی و بلاک‌چین، و ارائه مدل‌های اجرایی متناسب با سازمان‌های کوچک و متوسط، از دیگر پیشنهادهای آتی است که می‌تواند به توسعه کاربردی این فناوری در زنجیره تأمین کمک نماید.

منابع

1. Zhang, Y. Lin, Y. Esfahbodi, A. (2025), "Digital transformations of supply chain management via RFID technology: A systematic literature review" Journal of Digital Economy, 4, 251, 267, doi: 10.1016/j.jdec.2025.06.001.
2. Crooks, K. Haddud, A. (2025), "Using Radio Frequency Identification (RFID) Technology in the Pharmaceutical Supply Chain: The Impact On Competitive Advantage" Journal of MDPI.
3. مهربان، ا. و مزدهی، ن.، جلالی، ع.، "کاربرد تکنولوژی RFID در زنجیره تأمین الکترونیکی"، کنفرانس تجارت الکترونیک (1386).

4. Eghbali, R. (2025), "7 key Benefits of RFID in Supply Chain" Supply & demand Chain Executive Journal.

۵. صفایی، ن.، یوسف پور، س.، و محمدی، ش.، "مرور سیستماتیک بر تحقیقات پیشین سیستم‌های شناسایی به کمک امواج رادیویی در زنجیره تأمین"، فصلنامه مدیریت زنجیره تأمین (1400).

6. Dwaj, B., Joshi, P., Sahoo, N. K., Gupta, P. K., Singla, M. K., Prem, T., "Resilience in Public Healthcare Supply Chain Management", Patil Journal of Health Sciences, (2025).

7. Awati, R., Wigmore, I., "In the Internet of things", Telliswall, (2023).

8. Tan, W. C. Sidhu, M. S. (2022), "Review of RFID and IoT integration in supply chain management" Operations Research Perspectives, vol. 9, Article no. 100229, doi: 10.1016/j.orp.2022.100229.

9. Al Mahmud, M. A. Hossan, M. Z. Tiwari, A. Khatoon, R. Sharmin, S. Hosain, M. S. Ferdousmou, J. (2025), "Reviewing the integration of RFID and IoT in supply chain management: Enhancing efficiency and visibility" Journal of Post Humanism, vol. 5, no. 3, pp. 409–437, doi: 10.63332/joph.v5i3.746.

10. Zrelli, I. Rejeb, A. (2024), "A bibliometric analysis of IoT applications in logistics and supply chain management" Heliyon, vol. 10, no. 16, Article no. e36578, doi: 10.1016/j.heliyon. e36578.

11. Zaman, J. Shoomal, A. Jahanbakht, M. Ozay, D. (2025), "Driving supply chain transformation with IoT and AI integration: A dual approach using bibliometric analysis and topic modeling" IoT, vol. 6, no. 2, Article no. 21, doi: 10.3390/iot6020021.