نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و سوم، شماره ۷۱، تابستان ۱۴۰۰؛ ص ۳۲- ۱۵

علمی – مروری

مروری سیستماتیک بر تحقیقات پیشین سیستم‌های شناسایی به کمک امواج رادیویی در زنجیره‌تامین

ناصر صفایی[1*]، سینا یوسف‌پور[2]، شهریار محمدی[3]

۱- استادیار، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، ۳- دانشیار، دانشکدهٔ مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، تهران

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۷، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۵)

چکیده

با توجه به همه‌گیر شدن سیستم‌های اطلاعاتی و فناوری در دنیا، این سیستم‌ها کاربردهای متنوعی در زندگی با ابعاد مختلف دارد. از این رو صنعت‌های مختلف ازجمله صنعت انبارداری و حمل و نقل و مدیریت لجستیک و زنجیره‌تامین نیز از فناوری‌های مختلف بهره‌های زیادی برده‌اند. سیستم شناسایی به کمک امواج رادیویی که یک سیستم شناسایی و ردیابی کالاهای مختلف می‌باشد نیز یکی از این سیستم‌ها است. در این تحقیق ابتدا سعی بر معرفی و چگونگی کارکرد این سیستم هاست. هدف این مقاله مرور کاربردهای سیستم شناسایی با امواج رادیویی در لجستیک و زنجیره‌تامین طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۲۰ می‌باشد که از این حین ۱/۵٪ مقالات بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ و ۵٪ بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ و ۲۱٪ بین ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ و ۹٪ بین ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ و در نهایت ۶۴٪ مقالات طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ می‌باشند. این مقالات زمان انتشار آن‌ها تقسیم‌بندی شده است و این مقاله به گستردگی کاربرد این سیستم در لجستیک و زنجیره‌تامین خصوصاً طی سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ پی برده‌است و در انتها با به‌دست آوردن تعداد رویکردهای حل، به رویکردهایی که کمتر کار شده‌است رسیده که می‌تواند زمینه‌ای برای تحقیقات آتی باشد.

واژه‌های کلیدی: ردیابی اطلاعات، سیستم شناسایی با امواج رادیویی، انبارداری در زنجیره‌تامین، مدیریت لجستیک، رهگیری کالاها

۱- مقدمه

طی دهه‌های گذشته، در عصر ارتباطات بی‌سیم، مفهوم شناسایی توسط امواج رادیویی (RFID) اولین بار توسط لئون ترمن در زمان جنگ جهانی دوم برای دولت شوروی سابق به جهت جاسوسی نه شناسایی ارائه شد و بعدازآن در جنگ بریتانیا از آن برای سیستم شناسایی دوست از دشمن برای هواپیماها استفاده کرد.

بعد از آن توسط کاردولو در سال ۱۹۷۳ که به‌عنوان دستگاه RFID با حافظه بود ارائه شد و در سیستم‌های حمل و نقل، امنیت، بانکداری و پزشکی از آن استفاده شد [۱].

RFID[1] نوعی پیشرفته بارکد می‌باشد که باعث سریع‌تر شدن ردیابی اقلام و پردازش سریع‌تر داده‌ها در سیستم می‌شود و از این سیستم نیز می‌توان در مدیریت انبار استفاده کرد به‌طوری‌که شامل ثبت اطلاعات ورود و دریافت، طبقه‌بندی، جانمایی و مدیریت نگهداری، برداشت و تحویل، خروج و انتقال محصولات انبار باشد.

در زنجیره تأمین، انبار عضو مهمی برای اتصال اجزای زنجیره محسوب می‌شود و برای افزایش بازدهی و کاهش هزینه، سامانه‌هایی برای مدیریت انبار طراحی‌شده‌اند. فناوری‌های شناسایی خودکار مانند شناسایی فرکانس رادیویی یکی از این سامانه‌ها می‌باشد که امکان جمع‌آوری داده‌های مربوط به اشیای فیزیکی برچسب‌گذاری شده را فراهم می‌آورند تا توسط قرائت‌گرها در نقاط مختلف زنجیره‌تامین جمع‌آوری شوند. این داده‌ها با استفاده از مدیریت سیستم‌ها قابل ردیابی در انبار هستند تا به بهبود زنجیره کمک کند. یک سیستم با قابلیت ردیابی باید به‌اندازه کافی برای تعداد زیادی شی فیزیکی که در زنجیره‌تامین جاری هستند، عمل کند.

در این تحقیق با توجه به هزینه‌بر بودن انبارداری قصد بر معرفی سیستم RFID است که این هزینه‌ها را کاهش دهد و سرعت عمل انبارداری را افزایش دهد. یکی از اصلی‌ترین حوزه‌ها در زنجیره‌تامین، انبارداری می‌باشد که می‌توان با استفاده از این سیستم در انبار، هزینه‌های انبارداری را در اشتراک گذاری اطلاعات کاهش داد. هدف از این تحقیق پیدا کردن موضوعاتی است که در این حوزه کار نشده است. علت انتخاب این موضوع همه‌گیرشدن حوزه IT[2] است و همچنین هدف بیشتر سیستم‌های

* رایانامه نویسنده مسئول: nsafaie@kntu.ac.ir

[1] Radio Frequency Identification

[2] Information Technology

خودکار شناسایی، افزایش کارایی، کاهش خطاهای ورود داده‌ها در سیستم و کم کردن نیروی انسانی است و برای انجام کارهایی با ارزش‌افزوده بیشتر مانند ارائه خدمات به مشتریان، فناوری‌هایی موجود هستند که در شناسایی خودکار به ما کمک می‌کند مانند: کدهای بارکد، کارت‌های هوشمند، تشخیص صدا، برخی از فناوری‌های بیومتریک، شناسایی کاراکترهای نوری و شناسایی فرکانس رادیویی ازجمله این سیستم‌ها می‌باشند. همچنین می‌توان با به‌دست‌آوردن ROI[1] اقتصادی بودن این طرح را بررسی نمود. در سال‌های اخیر، بسیاری از فروشندگان سعی در معرفی سیستم RFID برای بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره‌تامین را دارند. با استفاده از این سیستم، آن‌ها می‌توانند اطلاعات محصولات را بلافاصله شناسایی کرده و فرآیند ارسال آن اطلاعات را در لحظه کنترل کنند [۱].

برای پی بردن اهمیت این سیستم نسبت به سیستم‌های دیگر می‌توان به مزایای این سیستم اشاره کرد. درواقع RFID از دسته فناوری‌های ADC[2] می‌باشد که امواج رادیویی را برای ارسال دیتا بین یک ریدر و آیتمی که موقعیت مکانی آن تغییرپذیر است، مورد استفاده قرار گیرد. این فناوری، سریع و با اطمینان است و نیازی به دید فیزیکی یا تماس بین ریدر و آیتم موردنظر نمی‌باشد. بارکد نیز از دسته تکنولوژی‌های ADC می‌باشد.

با این‌حال این سیستم برتری‌های زیادی نسبت به بارکد دارد. مدیریت زنجیره‌تامین باعث مدیریت جریان اطلاعات می‌شود و استفاده از RFID باعث افزایش دقت و صحت بالا در تمامی مراحل زنجیره‌تامین می‌شود تا بتوان با اعتماد بر اطلاعات دریافتی، تصمیم‌های مرتبط با انبارداری را اتخاذ نمود و چالش‌های مرتبط با زنجیره‌تامین را کاهش داد [۲]. از آنجاکه در صنایع بزرگ انبارهای گسترده و متراکمی وجود دارد، مدیریت آن‌ها با چالش‌هایی نظیر افزایش میزان موجودی انبار به‌دلیل پیش‌بینی نامناسب تقاضا و افزایش هزینه‌های انبارداری و حمل و نقل می‌باشد، این صنایع می‌توانند با بهره‌وری از این فناوری هزینه‌های کمتری را متحمل شوند [۲].

می‌توان این سیستم را برای به اشتراک گذاشتن اطلاعات میان تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان، خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان با هدف صرفه‌جویی در وقت، کم‌کردن هزینه‌ها، توزیع سریع‌تر و افزایش کارایی سیستم لجستیک انتخاب کرد [۳].

با پیاده‌سازی RFID توسط برنامه‌نویسی در C++ و XML می‌توان حمل و نقل در انبار را اتوماتیک کرد تا به بررسی میزان دقت خواندن تگ‌ها پرداخت [۴].

می‌توان این سیستم را بر روی نوارنقاله‌های موجود در انبار پیاده کرد تا با استفاده از آن، اطلاعات کالاها را به‌صورت پیوسته به دیگر توزیع‌کنندگان به اشتراک گذاشت [۵]. پیدایش کلی و تکامل سیستم‌های شناسایی با امواج رادیویی به جنگ جهانی دوم بر می‌گردد که در آن زمان از این سیستم‌ها به‌عنوان ابزار جاسوسی در شوروی سابق استفاده می‌شد و سپس بریتانیا و آمریکا از این سیستم‌ها استفاده کردند و پس از مدت‌ها از این سیستم در شرکت‌های بزرگ از جمله آمازون استفاده شد [۶]. شکل (۱) تکامل سیستم RFID در طول زمان را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در رابطه با این سیستم، مرور ادبی جدیدی نسبت به سال‌های اخیر انجام نشده‌است پس در این مقاله سعی بر پرداختن در مرور این موضوع در سال‌های اخیر و فهمیدن موضوعات جدید در راین رابطه شده‌است.

ساختار این مقاله به چهار بخش تقسیم شده‌است. بخش دوم به متدولوژی تحقیق پرداخته شده‌است. بخش سوم به مرور ادبی که شامل تعاریف اولیه این سیستم، تاریخچه و مرور مسائل جدیدی است که این سیستم در سالاهای اخیر به وجود آورده‌است، شده‌است. در بخش سوم به تقسیم‌بندی رویکردها و مجلات پرداخته شده‌است و از آنجا این مقاله به موضوعات کمتر کار شده پی برده‌است و در بخش انتهایی آن موضوعات به‌عنوان پیشنهاد آورده شده‌است.

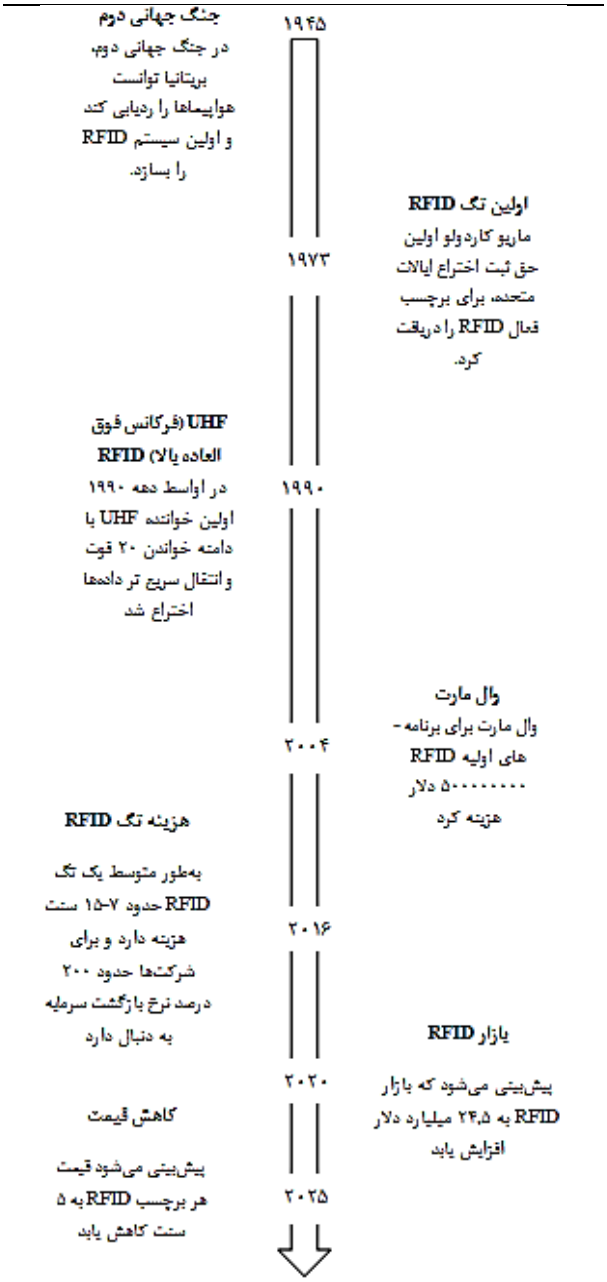
پیش از پرداختن به هدف اصلی این پژوهش ابتدا شباهت و تفاوت آن با یکی از مقالات مشابه در همین حوزه که اخیرا چاپ شده است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مقاله، نویسنده توسط نرم‌افزار R، طیف گسترده‌ای از مقالات حوزه‌ی RFID از سال ۲۰۰۱ را از پایگاه‌های علمی بررسی و جمع‌آوری کرده است [۷]. هدف اصلی دنبال شده شناسایی بخش‌هایی از رنجیره تامین می‌باشد که در آن‌ها بیشتر فناوری RFID مورد استفاده قرار گرفته و مورد توجه محققین بوده است. همچنین، نویسنده با استفاده از فناوری‌های خوشه‌بندی و ارجاعات مقالات، سعی بر دسته‌بندی مقالات این حوزه داشته است تا نویسندگان، منابع و کشورهای مطرح در بحث مطالعات مربوط به RFID را شناسایی کند. این در حالی است که در پژوهش حاضر، مقالات مورد بررسی ابتدا بر اساس زمان انتشار دسته‌بندی شده و سپس با بررسی ویژگی‌های مقالات مانند حیطه تحقیق ، روش حل، شرایط قطعیت یا عدم قطعیت، نوع داده‌های استفاده شده (گسسته یا پیوسته) و ابعاد مسئله (تک یا چند سطحی)، حوزه‌های کمتر بررسی شده معرفی شده است. از دیگر تفاوت‌های بارز این دو تحقیق، نحوه‌ی انتخاب مقالات می‌باشد. در این تحقیق، مقالات ابتدا مورد مطالعه قرار گرفته است و مرتبط‌ترین پژوهش‌ها برای تحلیل و بررسی برگزیده شده‌اند تا بتوان به‌صورت دقیق‌تر پیشنهاداتی برای مطالعات آتی ارائه کرد. اما، همانطور که

[1] Return On Investment
[2] Automatic Data Capture

پیش‌تر اشاره شد، نویسنده مقاله مذکور صرفا بر اساس کلمات کلیدی مقالات آن‌ها را از منابع علمی اینترنتی استخراج کرده است. بنابراین اگرچه از نظر ویژگی هر دو پژوهش تفاوت‌هایی دارند اما در اصل موضوع که شناسایی شکاف‌های علمی موجود و شناسایی بخش‌های بیشتر مورد توجه RFID در لجستیک و زنجیره تامین، مشابه هستند.

تکامل RFID

از اوایل جنگ جهانی دوم RFID (شناسایی فرکانس رادیویی) به طرز خارق العاده‌ایی تکامل یافته است. این فناوری در بسیاری از شرکت‌ها در سراسر جهان به یک ضرورت در زنجیره‌تامین تبدیل شده‌است.



شکل (۱): سیر تکامل RFID

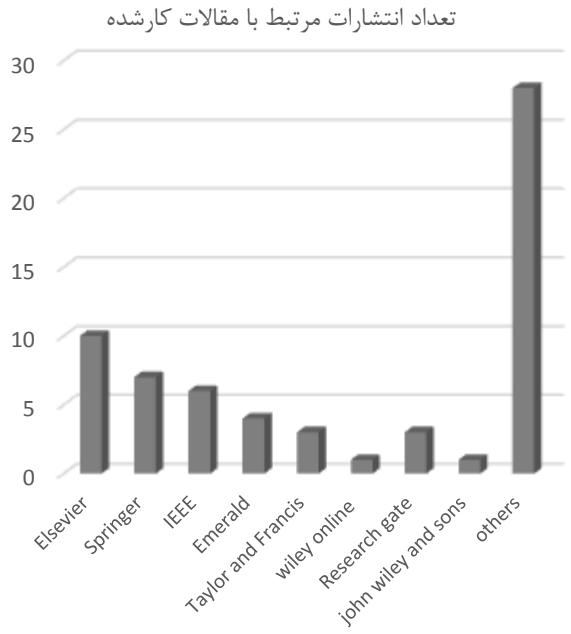
۲- متدلوژی تحقیق

این تحقیق برای پاسخ به پرسش‌هایی چون پرسش‌های زیر مطرح گردیده‌است:

- این سیستم چه کاربردهایی دارد؟
- استفاده از این سیستم در لجستیک و زنجیره‌تامین چه مسائلی را مطرح می‌کند؟
- از چه رویکردهایی در این زمینه کمتر استفاده شده است؟

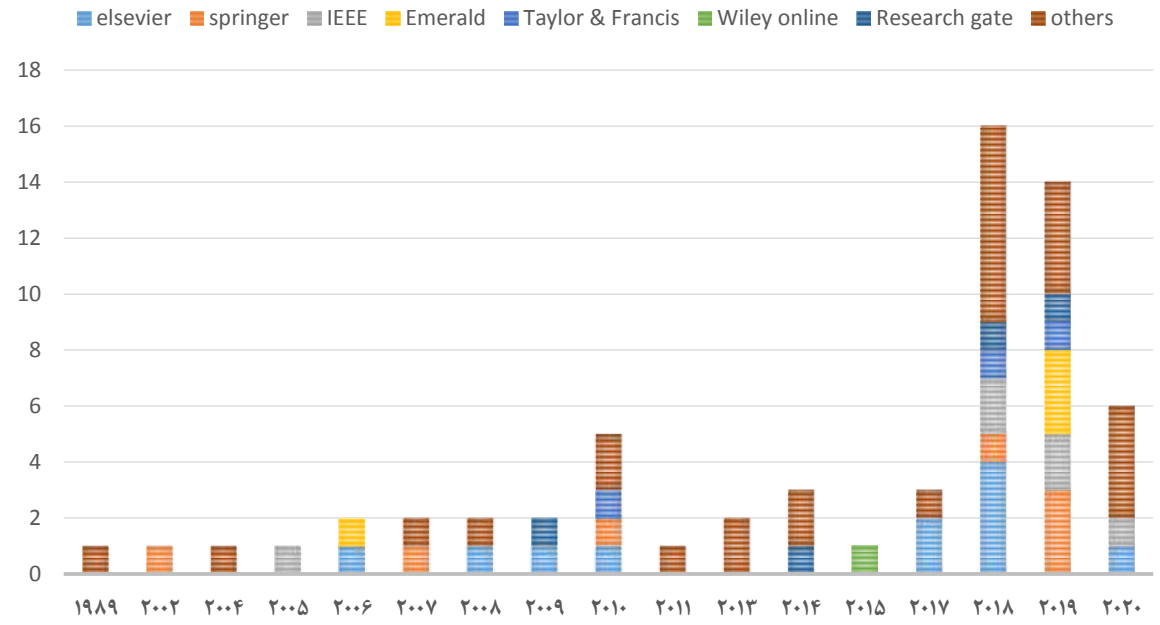
که برای پاسخ به آن‌ها ابتدا این سیستم و اجزای آن تعریف شده‌است سپس به کاربردهای کلی این سیستم اشاره شده‌است. سپس بر اساس مقالات موضوعات مطرح شده در مقالات مرتبط با زنحیره‌تامین تقسیم بندی شده‌اند و در انتها رویکردهای حل مسائل تقسیم‌بندی شده‌است که می‌توان از آن موضوعات کمتر کار شده پی برد.

این تحقیق بر طبق جست و جو تعدادی واژگان کلیدی در مرورگر تحقیقاتی گوگل بهره برده‌است که این واژگان شامل سیستم‌های شناسایی خودکار با امواج رادیویی، مدیریت لجستیک و زنجیره‌تامین و انبارداری می‌باشد و درنهایت منجر به پیدا کردن ۶۶ مقاله مرتبط سیستم شناسایی خودکار با امواج رادیویی در لجستیک و زنجیره‌تامین شده‌است. بر اساس این جست و جو، مقالاتی در زمینه‌های مختلف این موضوع طی سال‌های مطرح شدن این سیستم در مجلات مختلف می‌باشد که شکل (۲) تعداد مجلات آن مشخص گردیده است:



شکل(۲): تعداد انتشارات

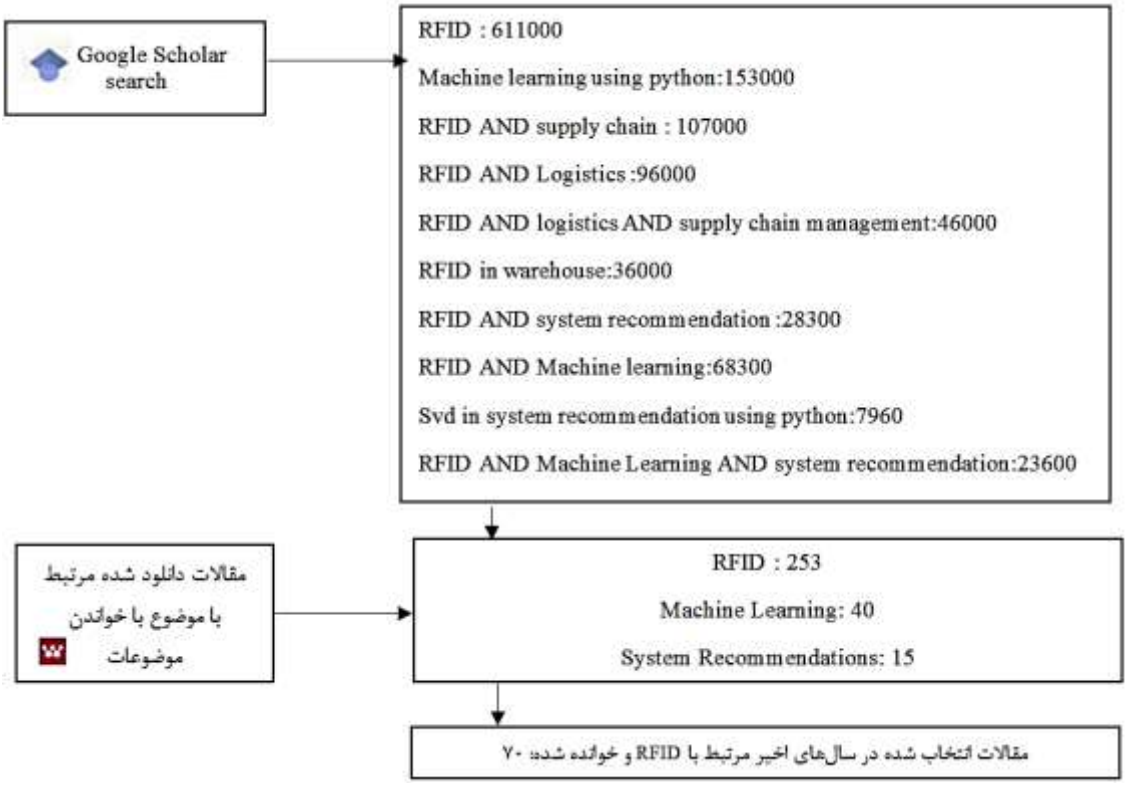
شکل (۳) تعداد مقالات در هر انتشارات طی سال‌های مطرح شدن این سیستم آورده شده‌است:



شکل(۳): تعداد مقالات مرتبط با موضوع کارشده در هر انتشارات طی سال‌ها

همانطور که مشخص شد اکثر مقالات کارشده مرتبط با موضوع در طی سال‌های ۲۰۱۸ به بعد کار شده‌اند و مبحث جدید تر و کاربردی‌تری از آن در نظر گرفته شده‌است.

روش تحقیق همراه با تعداد مقالات پیداشده، مطابق شکل (۴) می‌باشد:



شکل(۴): روش تحقیق

۳- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

طبق سیر تکاملی بخش قبل، در مقالات نیز اولین کاربردهای این سیستم اواخر دهه ۹۰ میلادی در صنعت بروز داده شد و از آن به بعد در صنعت‌های مختلف از این سیستم استفاده گردید و قبل از آن از انعکاس سیستم‌های رادیویی برای شناسایی استفاده می‌کردند و قبل از آن بیشتر مقالات در رابطه با بالا بردن عملکرد فیزیکی این سیتم متمرکز بودند [۸].

رویکرد این مقاله بررسی موضوعات کارشده مرتبط با سیستم معرفی شده در زنجیره‌تامین طی سال‌های اخیر یعنی ۲۰۱۸ به بعد می‌باشد که به گستردگی موضوعات در این زمینه پی خواهد برد.

"مدیریت زنجیره‌تامین مجموعه اقداماتی است که طی آن سعی می‌شود عرضه‌کنندگان خدمات و کالا، تولیدکنندگان، انبارها و فروشندگان به‌طوری ادغام می‌شوند که محصولات به مقدار بهینه تولید شوند" [۹].

۳-۱- روش‌های مختلف شناسایی خودکار

"اصولا به هر سیستمی که قادر به خواندن و تشخیص اطلاعات افراد یا کالاها باشد سیستم شناسایی گفته می‌شود " که انواع مختلفی دارد از جمله نوارهای مغناطیس، شناسایی نوری الفبا، فرکانس رادیویی، تشخیص صوت، بینایی مصنوعی، کارت‌های هوشمند، بار کد [۶].

ردیابی به‌معنی توانایی، پیداکردن منشاء و ویژگی‌های یک محصول طبق یک یا چند معیار معین در هر نقطه از زنجیرهٔ تأمین است و پیگیری، توانایی یافتن موقعیت محصولات طبق یک یا چند معیار معین در هر نقطه از زنجیره تأمین می‌باشد [۱۰].

برخلاف روش اسکن بارکد، شناسایی فرکانس رادیویی برای شناسایی یک شی با ارسال یک کد منحصر به فرد که حاوی اطلاعات این شیء است صورت می‌گیرد و هر شیء با برچسب این سیستم منفعل (حاوی یک تراشه سیلیکون) و یک خواننده می‌تواند در یک پایگاه داده کامپیوتری انبار آپلود شود تا اطلاعات مربوط به این مورد را بررسی کند. برخی از این سیستم‌ها از برچسب‌های فعال و نیمه فعال استفاده می‌کنند که با باتری کار می‌کنند تا با خواننده ارتباط برقرار کنند. با این رویکرد که فاصله زمانی انتقال سیگنال بین یک RFID فعال و یک خواننده می‌تواند بسیار طولانی‌تر از برچسب‌های غیرفعال باشد. همچنین به عنوان یک روند، دیده شده‌است که این سیستم‌ها ممکن است جایگزین سیستم‌های بارکد در آینده شوند. با این نوع فن‌آوری، انبار می‌تواند با دقت بیشتری در یک روش ساده، به موقع و کارآمدتر، منجر به کاهش قابل‌توجه زمان پردازش داده و هزینه کار شود، در حالی که هر بارکد باید به صورت جداگانه اسکن شود که یک فرآیند زمان‌بر است. یک برچسب همچنین می‌تواند اطلاعات مورد نیاز از پیش تعریف‌شده توسط کاربر را ذخیره کند ولی در بارکدها تنها اطلاعاتی که خود سیستم نیاز دارد را به سیستم می‌دهد [۹].

داده‌های RFID در یک پایگاه انبار داده ذخیره می‌شوند. نرم‌افزارهای پشتیبانی برای پایگاه داده‌های مبتنی بر RFID می‌توانند با استفاده از Oracle، SQL Server، postgresSQL، یا MySQL ایجاد شوند. یک برچسب RFID معمولی شامل یک چیپ کوچک نیز هست که به آن IC گفته می‌شود و این برچسب‌ها می‌توانند به شیءای که باید پی‌گیری شود، متصل شوند. چیپ هر برچسب شامل یک شماره سریال از پیش برنامه‌ریزی‌شده یا شناسه منحصر به فرد است که همراه با حافظه تخصیص داده می‌شود که شامل یک شناسه ردیابی منحصر به فرد است و به همراه کد محصول الکترونیکی منحصر به فرد (EPC)[1] و دیگر داده‌های مربوط به حافظه موجود در آن ذخیره می‌شود که آن را قادر به خواندن و پی‌گیری می‌سازد [۱۰]. به عنوان مثال، برخی از کاربردهای این سیستم، به پرستاران اجازه دسترسی به اطلاعات قفسه‌های دارو و ردیابی موجودی دارو، تجهیزات و کارکنان را می‌دهد [۱۱].

کاربرد دیگر این سیستم‌ها در سوپرمارکت‌ها و فروشگاه‌های بزرگ است که به موجب آن برچسب‌های کوچک RFID به هر شیء در هر قفسه اختصاص داده می‌شوند، به طوریکه سوپر مارکت قادر به ردیابی موجودی از کارخانه و زنجیره توزیع تا چرخ‌دستی مشتریان است.

انواع مختلفی از برچسب‌های RFID، بسته به نوع کاربردهای آن وجود دارد. برچسب‌ها می‌توانند با الزامات طراحی مختلف مطابق با انواع مواردی که برچسب‌ها به آن‌ها ضمیمه خواهد شد (به عنوان مثال، مچبند، دکمه‌ها، جواهرات) تطبیق داده شوند. مقدار اطلاعات هر برچسب می‌تواند بسته به ظرفیت حافظه چیپ کامپیوتر آن تغییر کند. نوع داده منتقل‌شده توسط هر برچسب نیز متفاوت است [۱۲].

سه نوع برچسب مطابق با الزامات خاص کاربرد وجود دارد. این برچسب‌ها شامل برچسب‌های غیر فعال، فعال و نیمه فعال می‌باشد. برچسب‌ها همراه با چند آنتن می‌توانند موانع را نادیده گرفته و خوانایی آن‌ها را افزایش دهد، به شرطی که با طراحی چیپ منطبق باشد [۱۳].

[1] Electronic Product Code

آنتن‌ها، جریان الکتریکی را به امواج الکترومغناطیسی تبدیل کرده و آن‌ها را در محیط اطراف منتشر می‌کنند. زمانیکه این امواج به آنتن تعبیه شده در تگ‌ها می‌رسند، مجدد به جریان الکتریکی تبدیل می‌شود و تگ با استفاده از آن جریان الکتریکی به کار می‌افتد و اطلاعات خود را منتشر می‌کند. آنتن‌ها نیز دارای انواع مختلفی هستند و انتخاب آنتن باید بر اساس شرایط محیطی و کاربرد مورد نظر باشد.

گاهی اوقات نیاز می‌شود تا اطلاعات تگ‌ها را خارج از محیط کار مشاهده کرد و یا تغییر داد. برهمین اساس بازخوان‌های قابل حمل نیز تولید و عرضه گشته‌اند.

بنابراین اگر لازم به تغییر و مشاهده در محیط کار با اطلاعات تگ‌ها بود باید از بازخوان‌های ثابت استفاده کرد و اگر لازم به ویرایش تگ در خارج از محیط کار اطلاعات بود باید از بازخوان‌های قابل حمل استفاده کرد. ریدرها بر حسب محیط، کارکرد، فرکانس، تعداد تگ‌هایی که در هر لحظه می‌باید شناسایی شوند و داشتن نیاز به آنتن و ... دارای اشکال و قابلیت‌های مختلفی می‌باشند.

کنترل‌کننده در هر شبکه، اغلب یک کامپیوتر شخصی و یا یک ایستگاه کاری است که بر روی آن بانک اطلاعاتی و یا سیستم نرم‌افزاری اجراء شده‌است (و یا شبکه‌ای از این ماشین‌ها).

کنترل‌کننده بر اساس اطلاعات دریافتی قادر به انجام عملیات مختلفی با توجه به نوع سیستم RFID می‌باشد از جمله نگهداری و به‌هنگام‌سازی موجودی کالا و اعلام اتوماتیک به واحد تدارکات (در مواردی که موجودی یک کالا از سقف تعیین شده کاهش پیدا می نماید)، ردیابی جابه‌جایی اشیاء در یک سیستم و حتی تغییر مسیر آنان (نظیر سیستم تسمه نقاله در یک برنامه صنعتی)، بررسی هویت و اعطاء مجوزها، به روز رسانی حساب کاربران [۱۴].

در جدول (۱) تعریف بخش‌های مختلف سیستم شناسایی با امواج رادیویی آورده شده‌است:

جدول (۱): تعاریف

بخش‌ها	تعاریف	
RFID	یک روش شناسایی اتوماتیک است که می‌تواند اطلاعات هویت یک شی یا فرد را با استفاده از امواج رادیویی بی‌سیم ردیابی کند [۸]	
برچسب‌ها	**فعال**	برچسب‌های فعال یک فرستنده و منبع قدرت خود (معمولا یک باتری) دارند. منبع قدرت برای اجرای مدارهای میکروچیپس‌ها به‌کار می‌رود و سیگنال را به خواننده منتقل می‌کند [۱۴]
	نیمه‌فعال	تگ‌های نیمه فعال از یک باتری برای تامین جریان الکترونیکی میکروچیپ IC استفاده می‌کنند، اما برای برقراری ارتباط از امواج الکترومغناطیسی قرائت‌گر یا کارت خوان یا آنتن استفاده می‌کنند [۸]
	غیر فعال	برچسب غیرفعال برچسبی است که شامل باتری نمی‌باشد؛ قدرت برق توسط قرائت‌گر تامین می‌شود ". هنگامی که امواج رادیویی از قرائت‌گر با یک برچسب فعال برخورد می‌شود، آنتن‌های مارپیچ درون برچسب، میدان مغناطیسی را تشکیل می‌دهند [۱۵]
آنتن‌ها	آنتن‌های RFID با کمک قرائت‌گرها قابلیت استفاده دارند و برای ارتباط با برچسب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند	
قرائت‌گرها	یکی از مهمترین اجزای سیستم‌های مبتنی بر RFID، بازخوان اطلاعات تگ‌ها می باشد که بر اساس کاربرد، انواع مختلفی دارد اما مهمترین وظیفه این دستگاه‌ها ارسال امواج جهت شناسایی تگ، دریافت اطلاعات تگ، ثبت اطلاعات جدید روی تگ، ارسال اطلاعات به کامپیوتر می‌باشد	
کنترل‌گرها	کنترل‌کننده‌ها به منزله مغز متفکر یک سیستم RFID عمل می‌نمایند. از این دستگاه‌ها به منظور اتصال شبکه‌ای چندین بررسی کننده و تمرکز در پردازش اطلاعات استفاده می‌گردد [۱۶]	

منظور از مدیریت موجودی، مدیریت مواد اولیه، محصولات حین تولید و محصولات تولیدشده می‌باشد [۱۷].

گوتمیر و همکاران[1] [۱۶] بر کاربردهای این سیستم در زنجیره‌تامین مطالعاتی انجام دادند که مطالعات قبلی را به چند بخش در رابطه با متودولوژی حل که شامل تحقیقات آماری، شبیه‌سازی و تجربی ویا تئوری و بر اساس محتوا که شامل عوامل پذیرش RFID، مدیریت موجودی و انبارداری، مدیریت لجستیک و زنجیره‌تامین و بهبود کارایی تقسیم کردند.

این سیستم می‌تواند اطلاعاتی راجع به مواد اولیه، اجناس و محصولات در حین تولید را ثبت کند. یکپارچه کردن این سیستم با زنجیره‌تامین می‌تواند خدمات جدیدی از جمله حفظ امنیت در محصولات و ثبت صف محصولات را ایجاد نماید. در سیستم‌های کنترل زنجیره‌تامین این سیستم‌ها تاثیر به سزایی در جریان اطلاعات دارند. RFID در چرخه عمر محصولات برای کاهش زمان پیداکردن محصول جدید استفاده می‌شود [۱۷].

[1] Gotmare

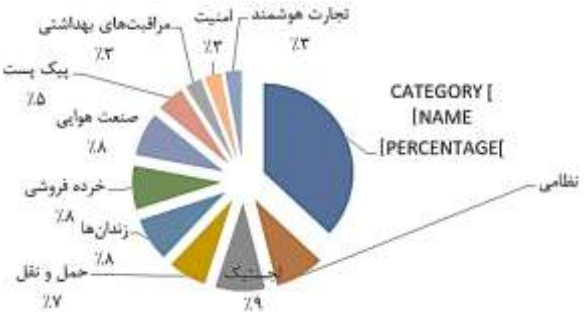
در ارتباط با موضوع، ویجایارامن و اسیک[1] [۱۸] یک مطالعه تجربی در صنایع مختلف انبارداری انجام دادند و در این نظرسنجی تعدادی علاقه‌مند به استفاده از این سیستم و تعدادی تمایل کمتری به دلیل تردید بر عدم بازگشت نرخ سرمایه در استفاده از این سیستم را داشتند.

RFID نیز برای یکپارچه‌سازی و مدیریت اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۹].

سیستم بی درنگ سیستمی است که در سرویس سیستمی دیگر جهت سرویس‌دهی به‌موقع و سریع در آن جای گرفته‌است [۲۰].

یکپارچه‌سازی مبتنی بر RFID برای مدیریت بلادرنگ در فرایندهای تولید پویا یکی از کاربردهای آن می‌باشد [۲۰]. حتی می‌توان این سیستم را با سیستم B2B[2] ادغام کرد [۲۱]. در بخش‌های تولیدی، برخی از شرکت‌ها از این فن‌آوری برای ردیابی اجزا یا قطعات در هر مرحله از وضعیت تولید استفاده کرده‌اند، سپس داده‌های مبادله‌شده از این تراکنش می‌تواند در سیستم ERP[3] ذخیره شود که در دسترس مدیران و تصمیم‌گیرندگان قرار می‌گیرد. ماخیجا[4] [۲۲] در مقالهٔ مروری خود مطالعه‌ای در ۵۲ کارخانه بر تاثیر این سیستم در اشتراک‌گذاری اطلاعات انجام داد و فهمید که این سیستم دامنهٔ وسعی در صنعت تولید داراست.

شکل (۵) درصد استفاده از RFID را به‌صورت تفکیک‌شده نشان می‌دهد:



شکل (۵): کاربرد RFID در این مقالات

ساراک و همکاران[5] [۲۳] روی کارکرد این سیستم‌ها بر اثر شلاقی و همچنین از منظر اقتصادی بودن این سیستم به تحلیل نرخ بازگشت سرمایه در پیاده‌سازی آن پرداختند. انبارهای نسل آینده ممکن است به عنوان مراکز توزیع متمرکزتری طراحی و پیاده‌سازی شوند که تاحدودی جایگزین فروشگاه‌های سنتی و فروشگاه‌های‌خرده‌فروش شوند. درنتیجه، این تامین‌کنندگان و خرده‌فروشان نیاز به مراکز توزیع کارآمدتر دارند که انبارهای خودکار مجهز به تجهیزات گران قیمت از جمله ربات‌ها، سیستم‌های جمع‌آوری سفارشات، وسایل نقلیه هدایت خودکار، قفسه‌های ذخیره‌سازی‌گردان، سیستم‌های ذخیره‌سازی خودکار و سیستم‌های بازیابی هستند. در آن‌ها، طراحی جدید سیستم‌های ذخیره و بازیابی خودکار به‌طور فزاینده‌ای مطلوب است. این امکانات می‌توانند تا حدی جایگزین نیروی انسانی برای انجام عملیات جمع‌آوری و قرار دادن آیتم‌ها و بهینه کردن فضای انبار شوند. علاوه بر این، اجرای قابلیت‌های IT نیز پتانسیل بیشتری برای پیشرفت در در کنترل موجودی نشان داده‌است. این قابلیت IT را می‌توان با استفاده از برچسب‌های هوشمند مثل بارکدها، شناسایی فرکانس رادیویی و سنسورهای شناسایی خودکار، همراه با شبکه‌های مخابراتی بی‌سیم و یا سیستم‌های مدیریت یکپارچه انبار اجرا کرد. در چنین طراحی جدیدی از مکانیسم ذخیره‌سازی و بازیابی، شیءای که به تگ RFID وصل‌شده باشد می‌توان آن را ردیابی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی در یک روش کنترل بلادرنگ کرد اما این مورد می‌تواند به‌طور رندوم وارد سیستم شده و به قفسه‌های کالاها را به‌صورت تصادفی توزیع و انبار کرد [۲۴].

دالگوی و همکاران[6] [۲۵] بین زنجیره‌تامین حالت کلی حلقه بسته بدون استفاده از این فناوری و با استفاده از آن را قیاسی انجام دادند و فهمیدند که این سیستم‌ها بسیار توانا و سودآور برای شرکت‌ها هستند و تا حدود بسیاری می‌تواند از کمبود جلوگیری کند.

در مقاله‌ای دیگر یک شبکه زنجیره‌تامین حلقه بسته مبتنی بر RFID طراحی شده‌است تا تعداد توزیع‌کنندگان وتعداد بازتولیدکنندگان با هدف کاهش هزینه‌های شبکه برای سرمایه گذاری در این سیستم مشخص گردد و با روشی تقریبی و پیوسته همراه با فناوری‌های برنامه‌ریزی غیرخطی به نتیجه مفید بودن این سیستم در شرکت‌ها رسیدند [۲۶].

در مقاله‌ای دیگر یک سیستم مدیریت منابع لجستیکی مبتنی بر RFID برای مدیریت عملیات انتخاب سفارشات در انبار مدل‌سازی کردند و هدف این مدل کاهش هزینه‌های انبار با حداکثر کردن پوشش آنتن‌های RFID برای خوانش اطلاعات کالاها می‌باشد [۲۷].

در پژوهشی دیگر از این سیستم جهت گرفتن اطلاعات پیشرفت برنامه تولید استفاده کرده‌اند و با استفاده از آن اطلاعات و بررسی و طبقه‌بندی آن‌ها یک استراتژی دوره‌ای موجودی با مدل تقاضای موجودی بافر برای بهینه‌کردن ارائه خدمات دقیق

[1] Vijayaraman
[2] Business to Business
[3] Enterprise Resource Management
[4] Makhija
[5] Sarac
[6] Dolgui

تشکیل دادند تا به مشتری سریعتر پاسخگو و برآوردکنندهٔ تقاضای آن‌ها باشند [۲۸].

سیستم‌های شناسایی با امواج رادیویی نویدبخش افزایش حمایت در مدیریت زنجیره‌تامین هستند و تاثیرات بسزایی در امنیت و یکپارچه‌سازی عملیات زنجیره‌تامین حین اشتراک‌گذاری اطلاعات دارند [۲۹].

در تحقیقی دیگر سیستم RFID را برای جمع‌آوری اطلاعات جهت کنترل موجودی اقلام در انبار معرفی نمودند [۳۰].

در مقاله‌ای دیگر یک سیستم موجودی انعطاف‌پذیر با قفسه‌های متحرک مبتنی بر RFID را معرفی کردند و یک الگوریتم اکتشافی با اطلاعات این سیستم برای ردیابی و مکان‌یابی آیتم‌ها را پیاده‌سازی کردند تا باعث بهبود عملکرد انبار و کاهش هزینه‌های سفر کالاها تا مشتری شوند [۳۱].

در تحقیقی دیگر با ترکیب دو سیستم RFID و UWB[1] در سیستم مدیریت انبار سیستمی هوشمند در انبار پیاده کردند و از آن‌ها برای رد یابی اطلاعات کالاها و مکانیابی لیفتراک استفاده کردند به همراه شبیه‌سازی با الگوریتم جدید می‌تواند خطا را نسبت به دیگر الگوریتم‌ها کاهش دهد [۳۲].

ژنگ و همکاران[2] [۳۳] یک الگوریتم فیلتر بیزی را برای مکانیابی تگ‌های RFID در انبارها، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان با هدف افزایش اثربخشی مدیریت زنجیره‌تامین نوشتند.

۳-۲- مرور ادبیات RFID در زمینه‌های مختلف دیگر

اینترنت اشیا برای ارتباط همه‌چیز با هم از جمله انسان‌ها، ماشین‌آلات، منابع طبیعی و ... در یک شبکه جهانی یکپارچه طراحی شده‌است [۳۴].

آن‌ها با تلفیق هوش مصنوعی و اینترنت اشیا منجر به تولید سیستم‌های خودکاری شدند که خود را با اطلاعات بلادرنگ تطبیق می‌دهد و توسط سیستم‌های خودکار لجستیکی با دریافت اطلاعات بلادرنگ درباره‌ی کمبود و اختلالات تامین‌کننده، تصمیم به تغییر دادن تامین‌کننده درحالت خودکار می‌گیرند و از سنسورهای RFID برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده کردند [۳۴].

یکی از معمول‌ترین ویژگی‌های عملکرد زنجیره‌تامین، چابکی است. به طور کلی، این قابلیت به زنجیره‌تامین اجازه می‌دهد تا سریع‌تر به تقاضای بازار واکنش نشان دهد. لازم است که یک طبقه‌بندی برای انتخاب استراتژی‌های زنجیره‌تامین جهانی را مطرح کرد تا از قابلیت پیش‌بینی تقاضا برای محصولات جدید و پیش‌بینی زمان تحویل استفاده کرد که هوش مصنوعی به چابک سازی این زنجیره‌تامین کمک می‌کند [۳۴].

هر سازمانی برای مراقبت از تدارکات و تحویل به موقع کالا به مشتری به موجودی نیاز دارد. اینترنت اشیا و مدیریت موجودی به جلوگیری از نوسانات تقاضا، جلوگیری از ریسک و حفظ قیمت کمک می‌کند [۳۵].

فنگ و همکاران[3] [۱] فهمیدند که این سیستم کمک شایانی به کم کردن هزینه‌های مدیریت موجودی می‌کند و برای اثبات این موضوع به صورت عملی پروژه را اجرا نکردند و مدل فازی کنترل موجودی را ارائه کردند.

ریمارچیگ و کلوسکی[4] [۳۶] از سیستم هوش مصنوعی در مراکز لجستیک استفاده کرده‌اند. حمل و نقل کانتینرها را توسط منطق فازی والگوریتم ژنتیک تخمین زده‌اند و یک راه حلی بهینه برای مسیر وسیله حمل و نقل خودران توسط الگوریتم هوش مصنوعی و سیستم شناسایی با امواج رادیویی در هریک از کانتینرها را پیدا کردند.

ابتدا باید به‌طور تصادفی با الگوریتم ابتکاری، چند جواب برای مساله پیدا کردند. این جواب را جمعیت اولیه نامیدند و هر جواب نیز یک کروموزوم. سپس با عملگرهای الگوریتم جهش و تقاطع کروموزوم‌ها را با هم ترکیب کردند و جهشی در آن‌ها ایجاد کردند و جمعیت جدیدی را ایجاد کردند. در نهایت نیز جمعیت فعلی را با جمعیت جدیدی که از تقاطع و جهش در کروموزوم‌ها حاصل کرده بودند را ترکیب کردند و بهترین آن را تا برقراری توقف شرط مسئله جواب مسئله دانستند.

این مسئله نشان‌دهنده این است که از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی مسیر حمل‌ونقل در مرکز لجستیک استفاده کردند [۳۶].

ایلدیز و همکاران[5] [۳۷] از روش تاپسیس نوع ۲ فازی برای انتخاب مناسب‌ترین قرائت‌گر در مدیریت زنجیره تامین یک کارخانه تولیدی استفاده کردند. برای این کار، ابتدا معیارهای موثر برای خرید قرائت‌گر را تعیین کردند و سپس قرائت‌گرهای جایگزین را معرفی کردند.

در درجه اول، وسایل RFID به‌طور سیستماتیک در هر وسیله حمل‌ونقل مستقر می‌شوند تا داده‌های بلادرنگ را جمع‌آوری کنند. سپس، این داده‌ها برای نظارت بر پیشرفت کار در حالات مختلف پردازش می‌شوند که برای مدیریت فرآیندهای تولید مفید است. برای مقابله با اختلالات غیر منتظره، تصمیماتی

[1] Ultrawideband
[2] Zhang
[3] Fang
[4] Rymarczyk
[5] Yildiz

پویا جهت تولید و حمل‌ونقل با انعطاف‌پذیری و کارایی بالا به کمک این سیستم اتخاذ می‌شوند. علاوه‌براین، یک مدل اولیه توسط مقاله‌ای دیگر توسعه‌یافته است و همچنین امکان‌سنجی این سیستم نیز مورد بررسی قرار گرفته‌است و مدل‌های پیشنهادی از طریق داده‌های بلادرنگ از شرکت به اجرا در می‌آید. این نشان می‌دهد که سامانه RFID می‌تواند تولید را بهبود بخشد و همچنین می‌توان از این اطلاعات برای شفاف سازی اطلاعات بین شرکت‌های مختلف را استفاده کرد [۳۸].

در ابتدا اینترنت اشیا را توسط دستگاه‌های تشخیص و ابزار شناسایی توسعه داد. دوم از ربات‌ها و تجهیزات اتوماسیون که می‌توانند به طور موثر ذخیره‌سازی، حمل و نقل، تخلیه، بسته‌بندی و تحویل با توجه به توابع منحصر به فرد مرکز لجستیکی را انجام دهند، استفاده‌کرد تا از فناوری برای پیشرفت صنعت ۴ را استفاده کرده باشد و RFID یکی از آن فناوری‌ها می‌باشد [۳۹].

کلان داده فناوری‌ی است برای استخراج ویژگی‌ها از مجموعه‌ای از اطلاعات که می‌توان از آن ویژگی‌ها برای پیش‌بینی آینده جهت تصمیم‌گیری هوشمندانه، استفاده کرد [۴۰].

چو [۳۹] یک سیستم مدیریت انبار برای بهینه‌کردن عملیات مرکز لجستیک را تعریف کرد که نیازمند سیستمی هوشمند است و این سیستم شامل فناوری هوش مصنوعی با استفاده از فناوری کلان داده‌ها است.

سیافرودین و همکاران[1] [۴۰] از اینترنت اشیا به‌عنوان پیگیری اطلاعات در کارخانه تولیدی استفاده کردند تا از آن اطلاعات برای پیش‌بینی اختلالات در حین تولید در مدل درخت تصادفی استفاده کرده باشند.

در مطالعه‌ای دیگز، آن‌ها یک سیستم نظارت بلادرنگ ایجاد کردند که از حسگرهای مبتنی بر اینترنت اشیا، پردازش داده‌های بزرگ و یک مدل پیش‌بینی فرا ابتکاری بهره می‌برد. انتظار می‌رود که مدل پیشنهادی به مدیران در نظارت بر وضعیت فرآیند خط مونتاژ و شناسایی عیب در فرآیند کمک کند، در نتیجه می‌توان از خسارت‌های غیرمنتظره ناشی از خطاها را جلوگیری کرد. از طریق پژوهشی دیگر، نشان دادند که یکپارچه‌سازی حسگرهای مبتنی بر اینترنت اشیا با یک سیستم پردازش داده بزرگ برای پردازش و تحلیل مقادیر زیاد داده‌ها موثر است [۴۰].

"مدیریت جریان مواد، اطلاعات و هماهنگی در سراسر زنجیره تامین را با درنظر گرفتن سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیطی را زنجیره تامین پایدار گویند " [۴۱].

نتایج حاصل از توضیحات پژوهشی دیگر در این زمینه، تهیه فهرستی از شاخص‌های اختصاص‌داده‌شده به RFID است که بسته به پیچیدگی فناوری‌ای که اجرا می‌شود ممکن است برای ارزیابی پایداری این فناوری مناسب باشد [۴۱]. در پژوهشی دیگر مدل مکانیابی جهت انتخاب تعداد بهینه بازخوان‌ها برای پوشش محدوده‌ی انبار ارائه کردند تا هزینه انتخاب برچسب‌ها به حداقل برسد [۴۲].

در مقاله‌ای دیگر، یک مدل مکان‌یابی جهت ردیابی توسط یک آنتن که از قبل تنظیم شده‌است و برچسب‌های متعددی که به اشیا متصل شده‌اند، پیشنهاد شده‌است [۴۳]. سیستم‌های ردیابی غیرفعال RFID به دلیل قیمت ارزان، نگهداری پایین و عاری بودن از باتری دارای پتانسیل بالایی می‌باشند. این ویژگی‌های امیدوارکننده باعث شد تا آن‌ها در طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی یک پایگاه راساس برچسب‌های غیرفعال جهت مکانیابی را اجرا و ارزیابی کنند [۴۴].

یک زنجیره‌بلوکی[2] شامل مجموعه‌ای از اطلاعات است که زنجیروار به هم ارتباط دارند مانند معاملات بانکی

آن‌ها در پژوهشی دیگر با سیستم زنجیره‌بلوکی که از اینترنت اشیا الهام گرفته‌است را برای زنجیره‌تامین و حمل و نقل مواد غذایی همراه با یکپارچه‌سازی از RFID استفاده کردند تا بر داده‌ها، نظارتی با کیفیت شود [۴۵].

به عدم صحت در مقایسه با سطح موجودی انبار و سطح موجودی که در سیستم ثبت شده‌است را عدم صحت موجودی می‌گویند [۴۶].

در تحیقی دیگر یک مدل یکپارچه برای مدیریت زنجیره‌تامین متشکل از اطلاعات مربوط به شناسایی فرکانس رادیویی و سیستم‌های تعیین موقعیت جهانی (GPS[3]) ارائه شده‌است، مدل عملیات لجستیکی و مسیریابی و برنامه‌ریزی را بهینه می‌کند و داده‌های RFID و GPS به ما موقعیت‌ها و پیشرفت‌های عملیات را می‌دهند [۴۶]. هدف در تحقیقی دیگر سرمایه‌گذاری بر کنترل سطح موجودی و کنترل اثر شلاقی توسط این سیستم در زنجیره‌تامین است که با رویکرد مدل شبیه‌سازی، دقت موجودی نسبت به مدل‌های سنتی بالاتر رفته است [۴۷]

در ابتدا یک مدل سه لایه برپایه سیستم ابری که مرکز جمع‌آوری اطلاعات بلادرنگ است را ساختند تا با بررسی و استخراج آن اطلاعات به عملکرد با کیفیت بالای کارگاه هدف

[1] Syafrudin

[2] Blockchain

[3] Global Positioning System

گذاری شود و در آخر یک نمونه از آن مدل را در شرکت نساجی پیاده سازی کردند [۴۸].

در مطالعه‌ای دیگر، پیاده‌سازی اولین سیستم ردیابی غیرفعال در برابر سیستم ردیابی بلادرنگ در این سیستم برای اشیای روی کمربند نوار نقاله را ارائه می‌دهد [۳۱].

مطالعه‌ای دیگر یک سیستم نظارت بر قابلیت شناسایی فرکانس رادیویی برای یک شبکه تولید و زنجیره‌تامین گوشت را ارائه می‌دهد تا از کیفیت محصولات گوشتی آن اطمینان حاصل کند. همچنین این مطالعه شامل سه مدل بهینه‌سازی چند هدفه است که به استقرار تسهیلات RFID در محل‌های کاندید با اهداف کمینه‌کردن هزینه و افزایش ظرفیت و پوشش بیشترین تقاضا با مدل‌های فازی کمک می‌کند و سپس به بررسی امکان‌سنجی راه‌اندازی انبار مجهز به سیستم RFID می‌پردازد [۴۹].

در تحقیقی دیگر به بررسی تاثیرا ین سیستم در نقطه سفارش موجودی و جبران کمبود موجودی با هدف کم کردن هزینه‌ها در انبار می‌پردازد و در انتها نویسندگان این مقاله جواب را با مدل بدون در نظرگرفتن این سیستم مقایسه کردند [۵۰].

در این مورد آن‌ها به علت وجود داده‌های بسیار از فناوری خوشه‌بندی با درجه نزدیکی بالا به پیدا کردن ناهنجاری‌ها استفاده کردند [۵۱].

نتایج آزمایش نشان داد که مدل‌های یادگیری ماشینی[1] را با دقت بالا می‌توان طبقه‌بندی کرد و تشخیص برون نهاد با مدل‌های یادگیری ماشین، دقت طبقه‌بندی را بهبود بخشیده‌است. آن‌ها نشان دادند که مدل طبقه‌بندی پیشنهادی می‌تواند برای پایش اطلاعات بلادرنگ RFID به‌کار گرفته شود [۵۲].

آن‌ها یک سیستم زنجیره‌تامین را در نظر گرفتند که شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش است که نیاز به فن‌آوری شناسایی با امواج رادیویی برای حذف خطاهای فهرست موجودی دارد [۵۳].

با استفاده از داده‌های RFID و یادگیری ماشینی با طبقه‌بندی داده‌ها سعی بر پیدا کردن داده‌های دور از انتظار را داشتند و توانستند با ارائه مدل بر محصولات تحویل داده‌شده نظارت کنند و سیستم مدیریت انبار را بهبود بخشند [۵۴].

مقاله‌ای دیگر به توسعه مدل سطح سیگنال RFID با استفاده از سری‌های طمانی برای یک سیستم خودکار برای کنترل و شناسایی محصولات صنعتی پرداخته‌است [۵۵].

در پژوهشی دیگر برای توصیف سیستم RFID در مدیریت خرده‌فروشی جهت دوباره پرکردن قفسه‌ها از روش شبیه‌سازی استفاده شده‌است تا موثر بودن این سیستم را در بهینه‌سازی خرده‌فروشی را نشان دهد [۵۶] .

در مقاله‌ای دیگر با یک روشی ساختاریافته برای پیدا کردن شکاف تحقیق سعی بر مطالعه تحقیقات پیشین بر صنعت و لجستیک ۴ شد و با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره (AHP)[2] برای ارزیابی روش‌های کاربردهای این سیستم در صنعت ۴.

۳-۳- RFID در ایران

شروع استفاده از RFID در ایران از صنعت خودروسازی می‌باشد چراکه خودروسازان با استفاده از این فناوری توانسته‌اند پارکینگ های خودروها را مدیریت کنند. به تدریج استفاده از RFID در دیگر صنایع و حوزه‌ها نیز مورد توجه قرار گرفت. به طور مثال وزارت بازرگانی برای کنترل آسان‌تر و بهتر کشتی‌ها در حمل و نقل‌های دریایی یا سازمان‌های راه‌سازی برای تسهیل پرداخت عوارض راه‌داری از RFID بهره گرفته است. صدا و سیما برای کنترل ورودی و خروجی و مدیریت انبارهای خود در پی استفاده از این فناوری می‌باشد. برخی دیگر از سازمان‌ها نیز مانند اتوبوسرانی و مترو نیز قدم‌هایی در جهت پیاده‌سازی این سیستم برداشته‌اند [۷۰]. اما به‌طور کلی به علت هزینه‌های زیاد، عدم وجود زیرساخت‌های مناسب و همچنین نیاز به مطابق‌سازی این فناوری برای استفاده در زمینه‌های گوناگون، تا حدی از استفاده گسترده در زنجیره تامین صنایع مختلف جلوگیری کرده است. این در حالی است که از نظر تئوری مقالات و مطالعات زیادی در این حوزه توسط محققین ارائه شده است. به عنوان مثال پژوهشایی برای پیاده‌سازی و بررسی مزیت‌های فناوری RFID در ردیابی خودروها، مدیریت حمل و نقل شهری، بهینه‌سازی و مدیریت جمع‌آوری پسماند، سیستم‌های بهداشت و درمان و قفسه‌بندی انبار توسط محققین صورت گرفته است [۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵].

در ادامه جدول دسته‌بندی مطالعات انجام شده در ادبیات موضوع آورده شده‌است:

[1] Machine Learning

[2] Analytic Hierarchy Process

جدول (۲): مقالات از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۷

موضوعات	مقالات	سال
هوش مصنوعی، اطلاعات بی‌درنگ	ددهیوالا و همکاران	۱۹۸۹
طراحی سیستم RFID	وگت(۲۰۰۲)	۲۰۰۰
تفاوت بارکد با RFID	مک کشیه(۲۰۰۴)	
مدیریت موجودی	کنگ (۲۰۰۴)	
تاریخچه RFID	لنث(۲۰۰۵)	۲۰۰۵
مدیریت موجودی	باغچی(۲۰۰۵)	
طراحی سیستم RFID	ریبک وهمکاران(۲۰۰۶)	
انبارداری با RFID	ویجایارمن و همکاران(۲۰۰۶)	
طراحی سیستم RFID	پاسکال و همکاران(۲۰۰۷)	
انبارداری b2b با RFID	تورکو و همکاران(۲۰۰۷)	
مدیریت لجستیک و زنجیره‌تامین	دولگوی و همکاران(۲۰۰۸)	
مدیریت لجستیک و زنجیره‌تامین	صباغی و همکاران (۲۰۰۸)	
مرور RFID	انگای و همکاران (۲۰۰۸)	
مدیریت منابع لجستیک با RFID	پون و همکاران (۲۰۰۹)	
امنیت اطلاعات RFID	پارادال و همکاران (۲۰۰۹)	
تعاریف پایه‌ای RFID	فینکنزلر و همکاران(۲۰۱۰)	۲۰۱۰
تولید پویا با RFID	چن و همکاران (۲۰۱۰)	
مرور RFID در لجستیک	ساراک و همکاران(۲۰۱۰)	
مدیریت انبارداری	ونگ و همکاران(۲۰۱۰)	
مرور لجستیک و زنجیره‌تامین	سوثرن و همکاران(۲۰۱۱)	
بررسی تگ‌های RFID	شکلا و همکاران(۲۰۱۳)	
چالش‌های RFID	جیان و همکاران(۲۰۱۳)	
امنیت اطلاعات RFID در بیمارستان	پارک و همکاران(۲۰۱۴)	
طراحی و مکان‌یابی برچسب‌های RFID	لی و همکاران (۲۰۱۵)	۲۰۱۵
در زنجیره‌تامین حلقه بسته RFID	تی ساو و همکاران(۲۰۱۷)	۲۰۱۷
پایداری زنجیره‌تامین	راژیو و همکاران (۲۰۱۷)	
کلان داده	آثی(۲۰۱۷)	

از این بخش به بعد به تقسیم‌بندی موضوعات کارشده مرتبط با RFID در انبارداری و لجستیک طی سال‌های ۲۰۱۸ به بعد پرداخته می‌شود:

جدول (۳): تقسیم‌بندی موضوعی مقالات

موضوعات کار شده مرتبط با RFID	تعاریف	مقالات
لجستیک و زنجیره‌تامین	مدیریت زنجیره‌تامین مجموعه اقداماتی است که طی آن سعی می‌شود عرضه‌کنندگان خدمات و کالا، تولیدکنندگان، انبارها و فروشندگان به‌طوری ادغام می‌شوند که محصولات به مقدار بهینه تولید شوند	ژاو و همکاران (۲۰۲۰)، کالاتایود و همکاران (۲۰۱۹)، ماندل و همکاران (۲۰۱۹)، لم و همکاران (۲۰۱۹)، دراکاکی و زیوناس (۲۰۱۹)، پنگ و همکاران (۲۰۱۹)، آلفیان و همکاران (۲۰۱۹)، چو (۲۰۱۸)، ریمارچیک و کلوسکی (۲۰۱۸)، ایلدیز و همکاران (۲۰۱۸)، محمد (۲۰۱۸)، بیسوال و همکاران (۲۰۱۸)، تی ساو و همکاران (۲۰۱۷)،
طبقه‌بندی	از دسته مدل‌های یادگیری ماشینی هستند که می‌تواند موارد را طبقه‌بندی کند تا موقعیت انبار را شناسایی کند	ژنگ و همکاران (۲۰۲۰)، آلفیان و همکاران (۲۰۱۹)، روان و همکاران (۲۰۱۸)،
خوشه‌بندی	جهت پیداکردن شباهت‌ها در ویژگی‌های اطلاعات از این فناوری استفاده می‌گردد	کاو و همکاران (۲۰۱۸)
عدم صحت انبارداری	تفاوت در دوسطح موجودی واقعی و آنچه که در سیستم ثبت شده‌است	دراکاکی و زیوناس (۲۰۱۹)، بیسوال و همکاران (۲۰۱۸)
دوباره پرکردن موجودی	اقدامات لازم جهت حفظ سطح موجودی	ژنگ و همکاران (۲۰۲۰)، ژنگ و یانگ (۲۰۱۹)، ولکو و همکاران (۲۰۱۸)
کمینه کردن هزینه	اکثر ذینفعان به‌دنبال کم‌کردن هزینه‌های خود ازجمله هزینه‌های انبارداری هستند از این‌رو اکثر مقالات با این هدف مدل خود را ساختند	ژنگ و یانگ (۲۰۱۹)، ولکو و همکاران (۲۰۱۸)، تی ساو و همکاران (۲۰۱۷)
کنترل و رهگیری کالا	پیگیری، توانایی یافتن موقعیت محصولات طبق یک یا چند معیار معین در هر نقطه از زنجیره تأمین می‌باشد	ولکو و همکاران (۲۰۱۸)
ردیابی	ردیابی به‌معنی توانایی، پیداکردن منشاء و ویژگی های یک محصول طبق یک یا چند معیار معین در هر نقطه از زنجیرهٔ تأمین است	ژاو و همکاران (۲۰۲۰)، ژو و همکاران (۲۰۲۰)، لی و همکاران (۲۰۱۹)، لو و همکاران (۲۰۱۹)، محمد (۲۰۱۸)، روان و همکاران (۲۰۱۸)، ژاو و همکاران (۲۰۱۸)

ادامه جدول (۳): تقسیم‌بندی موضوعی مقالات

بلادرنگ	سیستمی است که در آن زمان پاسخگویی به وقایع خیلی اهمیت دارد	لی و همکاران (۲۰۱۹)، ولکو و همکاران (۲۰۱۸)، ژاو و همکاران (۲۰۱۸)
یکپارچه‌سازی	یکپارچه‌سازی به منظور یکپارچه کردن چندین عملیات لجستیکی در یک سیستم مانند اتوامسیون کردن هم‌زمان برنامه‌ریزی لجستیکی و مسیریابی و بهینه سازی توسط تلفیق یک یا چندین سیستم	لم و همکاران (۲۰۱۹)، فنگ و همکاران (۲۰۱۹)، دراکاکی و زیوناس (۲۰۱۹)، دینگ و همکاران (۲۰۱۸)
زنجیره‌بلوکی	سیستمی برای ثبت و ضبط داده‌ها است	ماندل و همکاران (۲۰۱۹)
مکان‌یابی	منظور از مکانیابی، مکانیابی آنتن‌ها جهت پوشش مناسب جهت خواندن برچسب‌ها می‌باشد	ژاو و همکاران (۲۰۲۰)، ژو و همکاران (۲۰۲۰)، لو و همکاران (۲۰۱۹)، ژنگ و همکاران (۲۰۱۸)، سینگ و همکاران (۲۰۱۸)، محمد (۲۰۱۸)، روان و همکاران (۲۰۱۸)، پون و همکاران (۲۰۰۹)
پایداری	مدیریت جریان مواد، اطلاعات و هماهنگی در سراسر زنجیره تامین را با درنظر گرفتن سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیطی را زنجیره تامین پایداری می‌گویند	گلادیز و کلوچک (۲۰۱۹)
کلان داده	فناوری است جهت استخراج ویژگی‌هایی از انبوه اطلاعات جهت پیش‌بینی و تصمیم‌گیری هوشمند	چو (۲۰۱۸)، سیافرودین و همکاران (۲۰۱۸)
اینترنت اشیا	فناوری‌ی است جهت ارتباط همه‌چیز با هم در بستر اینترنت از جمله انسان‌ها، منابع، مواد تولیدی و ...	ژاو و همکاران (۲۰۲۰)، ماندل و همکاران (۲۰۱۹)، پنگ و همکاران (۲۰۱۸)، چو (۲۰۱۸)، سیافرودین و همکاران (۲۰۱۸)
الگوریتم ژنتیک	مسئله‌ای معروف است جهت پیدا کردن جواب بهینه	ریمارچیک و کلوسکی (۲۰۱۸)
حمل و نقل	مسئله پیدا کردن مسیر کوتاه‌تر ویا کم هزینه‌تر در این مقالات کار شده‌است	ریمارچیک و کلوسکی (۲۰۱۸)، دینگ و همکاران (۲۰۱۸)
منطق فازی	مجموعه‌ای از اعداد است که توابع بر اساس منطق‌های مختلف اعدادی بین ۰ و ۱ میگیرند	فنگ و همکاران (۲۰۱۹)، ریمارچیک و کلوسکی (۲۰۱۸)، ایلدیز و همکاران (۲۰۱۸)،
مدیریت موجودی	مدیریت مواد اولیه، محصولات در حین تولید و محصولات تولید شده	تنیل و همکاران (۲۰۲۰)، کالاتایود و همکاران (۲۰۱۹)، فنگ و همکاران (۲۰۱۹)، یرپیود و همکاران (۲۰۱۸)، محمد (۲۰۱۸)
چابکی	پاسخگویی سریع به تقاضا در زنجیره‌تامین	ژو و همکاران (۲۰۲۰)، کالاتایود و همکاران (۲۰۱۹)

طبق مقالات مطالعه شده به‌نظر می‌رسد که بحث پیاده‌سازی این سیستم در لجستیک و زنجیره‌تامین تقریبا از سال ۲۰۰۸ به بعد انجام شده‌است و در سال‌های اخیر به بررسی این سیستم در مسائل مختلف زنجیره‌تامین پرداخته شده‌است.تقسیم‌بندی رویکردهای مقالات بالا به‌صورت جدول (۴) می‌باشد:

جدول (۴): تقسیم‌بندی

بخش‌ها	رویکردها	مقالات
از نظر داده‌ها	گسسته	محمد (۲۰۱۸)، کاو و همکاران (۲۰۱۸)
	پیوسته	لی و همکاران (۲۰۱۹)، ایلدیز و همکاران (۲۰۱۸)، لو و همکاران (۲۰۱۹)، ولکو و همکاران (۲۰۱۸)، ژنگ و یانگ (۲۰۱۹)، دراکاکی و زیوناس (۲۰۱۹)، بیسوال و همکاران (۲۰۱۸)، دینگ و همکاران (۲۰۱۸)، روان و همکاران (۲۰۱۸)، ژاو و همکاران (۲۰۱۸)، پنگ و همکاران (۲۰۱۹)، آلفیان و همکاران (۲۰۱۹)
مدل حل	فرا ابتکاری	ژو و همکاران (۲۰۲۰)، دینگ و همکاران (۲۰۱۸)، ژاو و همکاران (۲۰۲۰)
	حل دقیق	لی و همکاران (۲۰۱۹)، ایلدیز و همکاران (۲۰۱۸)، لو و همکاران (۲۰۱۹)، محمد (۲۰۱۸)، ولکو و همکاران (۲۰۱۸)، ژنگ و یانگ (۲۰۱۹)، دراکاکی و زیوناس (۲۰۱۹)، بیسوال و همکاران (۲۰۱۸)، کاو و همکاران (۲۰۱۸)، روان و همکاران (۲۰۱۸)، پنگ و همکاران (۲۰۱۸)، آلفیان و همکاران (۲۰۱۹)
شرایط	قطعی	کالاتایود و همکاران (۲۰۱۹)، چو (۲۰۱۸)، ریمارچیک و کلوسکی (۲۰۱۸)، سیافرودین و همکاران (۲۰۱۸)، گلادیز و کلوچک (۲۰۱۹)، سینگ و همکاران (۲۰۱۸)، ماندل و همکاران (۲۰۱۹)، لم و همکاران (۲۰۱۹)
	عدم قطعیت	فنگ و همکاران (۲۰۱۹)، یرپیود و همکاران (۲۰۱۸)
بعد	تک سطحی	کالاتایود و همکاران (۲۰۱۹)، چو (۲۰۱۸)، ریمارچیک و کلوسکی (۲۰۱۸)، گلادیز و کلوچک (۲۰۱۹)، سینگ و همکاران (۲۰۱۸)، ماندل و همکاران (۲۰۱۹)، لم و همکاران (۲۰۱۹)
	چند سطحی	یرپیود و همکاران (۲۰۱۸)، سیافرودین و همکاران (۲۰۱۸)، فنگ و همکاران (۲۰۱۹)

در شکل زیر نمودارهای فراوانی رویکردهای مقالات نمایش داده شده است:

شکل (۶): فراوانی رویکردهای مقالات

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به استفاده به‌روز از فناوری در دنیا، صنعت نیز هر روزه به‌دنبال استفاده از فناوری و بهره‌بردن از مزایای آن است. صنایع برای استفاده بهینه در زنجیره‌تامین خود از فناوری‌های مختلفی استفاده می‌کنند. آن‌ها نیز برای ردیابی موجودی‌های خود از فناوری‌هایی نظیر IOT و RFID و زنجیره بلوکی استفاده می‌کنند. در این تحقیق به بررسی سیستم شناسایی خودکار RFID پرداخته شده است و طی این تحقیق به موضوعات جدیدی از این سیستم‌ها در لجستیک و زنجیره‌تامین پی برده شده‌است. داده‌ها و ورودی‌های این تحقیق مقالات انجام‌شده بیشتر در سال‌های اخیر یعنی ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ در این حوزه است که در بخش قبل به مرور آن‌ها و تقسیم‌بندی آن‌ها پرداخته‌شد. طبق دسته‌بندی رویکردها در بخش قبل این مقاله آمده‌است، در حوزه شناسایی با امواج رادیویی تعداد مقالاتی که از حالت گسسته استفاده کردند حدود یک پنجم حالت پیوسته است و مقالاتی که از الگوریتم‌های فرا ابتکاری استفاده کردند کمتر از رویکردهای شناخته شده می‌باشد و مقالاتی که از پارامترهای غیرقطعی استفاده کردند حدود یک پنجم پارامترهای قطعی است و در آخر نیز مقالاتی که از مدل‌های چند سطحی استفاده کردند نیز حدود یک پنجم مدل‌های تک‌سطحی است.

بر اساس این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به پیشرفت صنعت و فناوری با مسائل جدیدی روبرو می‌شویم و RFID نیز یکی از این فناوری‌ها است که با توجه به کاربردهای گوناگونی که در زنجیره‌تامین دارد، هنوز جای کار دارد و این سیستم نیز باعث بهبود در کل فرایند زنجیره می‌گردد و می‌توان از رویکردهایی که کمتر از آن استفاده گردیده و یا از ترکیب رویکردها در تحقیقات بعدی استفاده کرد.

۴-۱- پیشنهاد زمینه‌هایی برای تحقیق مطابق با نتایج مقاله

براساس بررسی‌های انجام‌شده می‌توان پیشنهادهای زیر را داشت:

- ترکیب الگوریتم‌های فراابتکاری با مدل‌های چند سطحی و یا داده‌های پیوسته در شرایط عدم قطعیت
- استفاده از داده‌های RFID برای پیش‌بینی تقاضا و استفاده از دیگر نرم‌افزارها جهت پیش‌بینی مانند پایتون
- پیاده‌سازی سیستم RFID و یا شبیه‌سازی آن در انبار
- استفاده از دیگر رویکردهای زنجیره‌تامین مبتنی بر RFID از جمله استفاده از مسائل پایداری و زنجیره‌تامین سبز
- مکان‌یابی بازخوان‌های ثابت RFID با مدل‌سازی چند هدفه از جمله با توابع پوشش حداکثری و کمینه کردن هزینه

۵- منابع

[1] H. Fang, “Study of Using RFID for Fuzzy Integrated Inventory Model,” no. 958, 2019.

[۲] شهریار. محمدی، "آر.اف.آی.دی دروازه‌ای به اینترنت اشیا،" انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ۱۳۹۶.

[3] W. Warhead, “Design and Research of Logistics Distribution System Based on RFID,” In Journal of Physics: Conference Series. vol. 1544, no. 1, p. 012193. 2020.

[4] L. Yuan, “Research and Practice of RFID-Based Warehouse Logistics Management System,” International Conference on Smart Grid and Electrical Automation. pp. 514-519. 2019.

[5] S. F. Pane, R. M. Awangga, B. R. Azhari, and G. R. Tartila, “RFID-Based Conveyor belt for Improve Warehouse Operations.” Telkomnika, vol.17, no.2, pp. 794-800. 2019.

[6] M. Declercq, C. Dehollain, N. Joehl. Pascal Curty, “Design and Optimization of Passive UHF RFID Systems.” New York: Springer. 2007.

[7] J. Landt, “The history of RFID. IEEE potentials.” vol. 24. no. 4, pp. 8-11. 2005.

[8] K. Finkenzeller, “RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards.” radio frequency identification and near-field communication. John wiley and sons, 2010.

[9] L. McCathie, “The advantages and disadvantages of barcodes and radio frequency identification in supply chain management,” University of Wollongong Thesis Collections, vol. 125. 2004.

[10] M. R. Rieback, P. N. Simpson, B. Crispo, and A. S. Tanenbaum “RFID malware: Design principles and examples,” Pervasive and mobile computing, vol. 2, no. 4, pp. 405-426, 2006.

[11] C. S. Park, “Security Mechanism Based on Hospital Authentication Server for Secure Application of Implantable Medical Devices,” BioMed Research International, pp. 1–12, 2014.

[12] M. S. Jian, “RFID System Integration and Application Examples,” Radio Frequency Identification Fundamentals and Applications Bringing Research to Practice, 2012.

[13] W. S. Lee and J. W. Yu, “Selectable sectoral antenna array using a quadruple feeding network for item-level tagging in UHF RFID applications,” Microwave and Optical Technology Letters, vol. 57, no.7, pp. 1523-1526, 2015.

[14] K. K. Shukla and B. Radadiya, " Comparative Study of Active RFID and Passive RFID Technologies in Context of Electronic Toll Collection (ETC) System," vol. 3, no. 3, 1-2. Retrieved 218, 2013.

[15] H. Vogt, "Efficient object identification with passive RFID tags. ," In International Conference on Pervasive Computing Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 98-113, 2002.

[16] A. V. Gotmare, S. U. Bokade, Z. Z. Inamdar, and S. G. Bhirud, "A Systematic Literature Review on RFID Application in Manufacturing and Supply Chain Management," Industrial Engineering Journal, vol. 12, no.10, 2019.

[17] M. Sh. Jian and J. Sh. Wu. "RFID Applications and Challenges, Radio Frequency Identification from System to Applications," Mamun Bin Ibne Reaz, IntechOpen, 2013 DOI: 10.5772/53368.

[18] B. S. Vijayaraman & B. A. Osyk "An empirical study of RFID implementation in the warehousing industry." The International Journal of Logistics Management, 2006.

[19] U. Bagchi, "The Effect of RFID on Inventory Management and Control," Trends in Supply Chain Design and Management, pp. 71–92, 2007.

[20] R. S. Chen, M. A. Tu, and J. S. Jwo, "An RFID-based enterprise application integration framework for real-time management of dynamic manufacturing processes," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 50, no. 9–12, pp. 1217–1234, 2010.

[21] C. Turcu, M. Cerlincă, "An integrated RFID-based b2b system for supply chain logistics and warehousing," International Journal of Computers and Communications, vol. 1, no. 3, 2007.

[22] D. G. Makhija, "To Study the Impact of RFID Applications on Information Sharing," International Journal of Management (IJM), vol. 11, no. 3, 2020.

[23] A. Sarac, N. Absi, & S. Dauzère-Pérès, "A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management," International journal of production economics, vol. 128, no. 1, 77-95, 2010.

[24] H. Wang, S. Chen, Y. Xie, "An RFID-based digital warehouse management system in the tobacco industry: A case study," International Journal of Production Research, vol. 48, no. 9, 2513–2548, 2010.

[25] A. Dolgui, & J. M Proth. , "RFID technology in supply chain management: state of the art and perspectives." IFAC Proceedings Volumes, vol. 41, no. 2, 4464-4475, 2008.

[26] Y. C. Tsao, V. T. Linh, &, J. C. Lu , "Closed-loop supply chain network designs considering RFID adoption" Computers & Industrial Engineering, vol. 113, 716-726. 2017

[27] T. C. Poon, K. L. Choy, H. K. Chow, , H. C. Lau, F. T. Chan, & K. C. Ho, "A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses." Expert Systems with Applications, vol. 36, no. 4), 8277-8301. 2009

[28] Y. Zheng, S. Qiu, F. Shen, & C. He, "RFID-based material delivery method for mixed-model automobile assembly." Computers & Industrial Engineering, 139, 106023. 2020

[29] G.V. Sabbaghi, "Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply Chain Management: Strategic valúes and Challenges" journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 71-81.2008

[30] C. L. Tennill, C. L. Tennill, T. C. Ernst, C. J. Stankovich, & D. L. Frew, "U.S. Patent Application" No. 15/929,827, 2020.

[31] Run Zhao. "PRTS: A Passive RFID Real-Time Tracking System under the Conditions of Sparse Measurements," IEEE Sensors Journal, vol. 18, no. 5, pp. 2097–2106, 2018.

[32] K. Zhao, M. Zhu, B. Xiao, X. Yang, C. Gong, , & J. Wu, "Joint RFID and UWB Technologies in Intelligent Warehousing Management System." IEEE Internet of Things Journal. 2020.

[33] J. Zhang, , Y. Lyu, , J. Patton, S. C. Periaswamy, & T. Roppel, BFVP."A probabilistic UHF RFID tag localization algorithm using Bayesian filter and a variable power RFID model." IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 65, no. 10, 8250-8259, 2018.

[34] A. Calatayud , J. Mangan, & M. Christopher, The self-thinking supply chain. Supply Chain Management: An International Journal. 2019.

[35] S. Yerpude, "SMART Warehouse with Internet of Things supported Inventory Management System," International Journal of Pure and Applied Mathematics, vol. 118, no. 24, 1–15, 2018

[36] Rymarczyk, T., Kłosowski, G. "the Use of Artificial Intelligence in Automated in-House Logistics Centres," Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection, vol. 8, no. 1, 48–5, 2018

[37] A. YILDIZ, , F. KARAKOYUN, , İ. E. PARLAK, "the Most Suitable Mobile Rfid Reader Selection by Using Interval Type-2 Fuzzy Topsis Method.," Sigma: Journal of Engineering & Natural Sciences / Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, vol. 36, no. 3, 717–729. 2018

[38] K. J. Ding, "RFID-enabled social manufacturing system for inter-enterprise monitoring and dispatching of integrated production and transportation tasks," Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. Elsevier Ltd, 120–133. 2018

[39] G. S. Cho, "A Study on Establishment of Smart Logistics Center based on Logistics 4.0," Journal of Multimedia Information System, vol. 5, no. 4, 265-272. 2018.

[40] Syafrudin, M. "Performance analysis of IoT-based sensor, big data processing, and machine learning model for real-time monitoring system in automotive manufacturing," Sensors (Switzerland), vol.18, no. 9. 2018

[41] B. Gładysz , & A. Kluczek, "An indicators framework for sustainability assessment of RFID systems in manufacturing," In International Scientific-Technical Conference MANUFACTURING, 274-286. 2019

[42] S. K. Singh, A. K. Biswal, and S. Kumar, "Social Transformation–Digital Way," Springer Singapore, 2018.

[43] X. Lu, "Multi-tag RFID System Enables Localization and Tracking," Journal of Physics: Conference Series, vol. 1168, no. 2. 2019

[44] W. Ruan, "Device-free human localization and tracking with UHF passive RFID tags: A data-driven approach," Journal of Network and Computer Applications. Elsevier Ltd, 104, 78–96. 2018

[45] S. Mondal, "Blockchain Inspired RFID based Information Architecture for Food Supply Chain," IEEE Internet of Things Journal. IEEE, PP(X), 1–1. 2019

[46] Lam, C. Y., I.p., W. H. "An Integrated Logistics Routing and Scheduling Network Model with RFID-GPS Data for Supply Chain Management," Wireless Personal Communications,vol. 105, no. 3, 803–817. 2019

[47] M. Drakaki, P. Tzionas, "Investigating the impact of inventory inaccuracy on the bullwhip effect in RFID-enabled supply chains using colored petri nets," Journal of Modelling in Management, vol. 14, no. 2, 360–384. 2019

[48] X. Li, "RFID-based tracking and monitoring approach of real-time data in production workshop," Assembly Automation, 2019

[49] A. M. Mohammed, Modelling and optimization of an RFID-based supply chain network (Doctoral dissertation, University of Portsmouth). 2018

[50] A. K. Biswal, M. Jenamani, S. K. Kumar, "Warehouse efficiency improvement using RFID in a humanitarian supply chain: Implications for Indian food security system," Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Elsevier, 109, 205–224,. 2018

[51] X. Cao, "RFID-based multi-attribute logistics information processing and anomaly mining in production logistics," International Journal of Production Research. Taylor & Francis, 1–14. 2018

[52] G. Alfian, "False Positive RFID Detection Using Classification Models," Applied Sciences, vol. 9, no .6, 1154, 2019.

[53] L. H. Zhang, H. Yang, "Incentives for RFID adoption with imperfect read rates: Wholesale price premium versus cost sharing," Journal of the Operational Research Society. Taylor & Francis, 1–17, 2019

[54] G. Alfian, "False Positive RFID Detection Using Classification Models," Applied Sciences, vol. 9, no. 6, 1154. 2019.

[55] D. A.Volkov, K. V. Makarov , & A. A. Orlov, , December). Modeling time series of RFID signal level in automated system for identification and control of industrial products. In Journal of Physics: Conference Series. vol. 1118, no. 1, 012050. IOP Publishing. 2018

[56] S. L. Peng, C. J.Liu, J. He, H. N.Yu, & F. Li. Optimization RFID-enabled Retail Store Management with Complex Event Processing. International Journal of Automation and Computing, vol. 16, no. 1, 52-64. 2019

[57] B. Gladysz, K. Ejsmont, A. Kluczek, D. Corti, & S. Marciniak, "A Method for an Integrated Sustainability Assessment of RFID Technology," Resources, vol.9, no. 9, 107. 2020

[58] Southern, R. N. Historical perspective of the logistics and supply chain management discipline. Transportation Journal, vol. 50, no.1, 53-64. 2011.

[59] Y. K. Kang, "Information inaccuracy in inventory systems," Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology. 2004.

[۶۰] سمیرا. محسنی، "ارایه یک متدولوژی برای مدیریت موجودی با رویکرد یکپارچه‌سازی سیستم های اطلاعاتی و ارتقا عملکرد سیستم IT با استفاده از سیستم‌های ردیابی اطلاعاتی در سطح کف کارگاه،" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی. ۱۳۹۲.

[61] R. T. Dodhiawala, N. S. Sridharan, P. Raulefs, , & C. Pickering, "Real-Time AI Systems: A Definition and An Architecture," In IJCAI .pp. 256-264. 1989.

[62] A. Rajeev, R. K. Pati, S. S. Padhi, & Govindan, K. Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. Journal of Cleaner Production, 162, 299-314. 2017.

[63] S. Athey, (rcu). Beyond prediction: Using big data for policy problems. Science, 355,6324, 483-485.

[64] P. R. Podduturi, T. Maco, P. Ahmadi, & K. Islam, "RFID Implementation in Supply Chain Management," International Journal of Interdisciplinary Telecommunications and Networking (IJITN), vol. 12, no. 2), 34-45. 2020.

[65] D. Singh, & A. Verma, "Inventory management in supply chain. Materials Today: Proceedings, vol 5, no.2, 3867-3872. 2018

[66] Cardullo, M.. Genesis of the versatile RFID tag. RFID J. 2003

[67] E. W. T. Ngai, K. K. Moon, F. J. Riggins, & Candace, Y. YRFID research: An academic literature review. and future research directions. International Journal of Production Economics, 112(2), 510-520. 2008

[68] M. F. Pardal, Scalable and secure RFID data discovery. 2009

[69] S. A. Raza, "A systematic literature review of RFID in supply chain management," Journal of Enterprise Information Management .2021

[۷۰] امیررضا. مهربان، ناهید. مژدهی، و علی اکبر. جلالی، "کاربرد فناوری RFID در زنجیره تامین الکترونیکی،" چهارمین همایش ملی تجارت الکترونیک، تهران، ۱۳۸۶. https://civilica.com/doc/29376.

[۷۱] حسین. گنجی، محمدحسن. مسافر محمدآبادی، کرشمه. سبحانی، و سعید. کارخانه، "RFID ابزاری جهت حل مشکلات مدیریت حمل و نقل شهری،" پنجمین کنفرانس ملی ایده‌های نوین در فنی و مهندسی، رشت، ۱۳۹۹. https://civilica.com/doc/1038893 .

[۷۲] افسانه. کیانزاد، و نسیم. محمدی، "ارائه یک روش جهت ردیابی خودرو در اینترنت اشیا مبتنی بر RFID،" ۱۳۹۸. https://civilica.com/doc/1242906.

[۷۳] رسول. کشت‌پور، سیدامیر. ناصرهراتی، معصومه. رضایی، و علی. حسین‌زاده، "پیاده‌سازی سیستم هوشمند RFID جهت بهینه‌سازی و نظارت بر مدیریت جامع پسماندهای شهری در منطقه ۲،" اولین کنفرانس تهران هوشمند، تهران، ۱۳۹۸. https://civilica.com/doc/976233

[۷۴] پدرام. برزگر، محمدرضا. اغنیایی، و عبدالکریم. افروزه، "کاربرد فرکانس و امواج رادیویی در فناوری شناساگر فرکانس رادیویی (RFID) و کاربردهای آن در صنعت بهداشت و درمان،" هفتمین کنگره ملی تازه یافته‌های مهندسی برق ایران، تهران، ۱۳۹۹. https://civilica.com/doc/1037868

[۷۵] آمنه. گرامی، ساجده. سعیدی‌فر، زهرا. هوشیار، و شکوفه. زارعی کردشولی، "فناوری RFID در قفسه‌بندی انبار و مزایای استفاده از آن،" ۱۴۰۰. https://civilica.com/doc/1198336 .

Journal of Supply Chain Management

Vol. 23, No. 71, 2021

A Systematic Review of Previous Research on Radio Frequency Identification Systems in the Supply Chain

N. Safaie* , S. Yousef Pour, Sh. Mohammadi

*Department of Industrial Engineering, K.N.Toosi University of Technology,Tehran, Iran

(Received: 17/03/2021; Accepted: 28 /11/2021)

Abstract

Considering the prevalence of information systems and technological advancements in the world, these systems have different functions and applications in various contexts. Accordingly, industries such as warehousing, transportation, logistics and supply chain management benefit from state-of-the-art technologies. The radio frequency identification (RFID) system, used for identifying and tracking different goods, is an instance of such a system. In this research, first, we address the RFID system and how it functions. The goal of this paper is reviewing the application of RFID in logistics and supply chains from 1989 to 2020 in which 1.5% of articles are from 1989 to 2000, 5% from 2000 to 2005, 21% from 2005 to 2010, 9% from 2010 to 2015 and 64% from 2015 to 2020. The articles are classified based on their publication date and it is found that the RFID systems have been widely used in logistics and supply chains especially since 2018. Finally, by examining all solution methods, less utilized approaches are identified and presented which could be a direction for future research.

Keywords: Information Tracking, Radio Frequency Identification System, Warehousing in Supply Chain, Logistics Management, Goods Tracking.

* Corresponding author E-mail: nsafaie@kntu.ac.ir