فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳۸، سال دهم، ص۱۶۸- ۱۳۷

تبیین و تحلیل فناوری RFID در توسعه مهندسی فناوری اطلاعات(IT)؛آموزش، کاربرد و چالشها

حسین مهربان جهرمی [۱] و محسن مصلی نژاد [۲]
۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، باشگاه پژوهشگران جوان
۲. دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

چکیده: در سالهای اخیر با ظهور علوم و مفاهیم جدید در دنیا و اهمیت کارآفرینی، ابداع و خلاقیت زمینه مهندسی و آموزش آن امری اجتناب ناپذیر است. تشخیص و شناسایی افراد، اشیا و کالاها از جمله اموری است که روزانه در سراسر دنیا انجام می شود و بشر همواره در راه آسان‌تر کردن شناسایی و تشخیص به منظور جهت متمایز ساختن هویت فیزیکی افراد یا اشیاست. در این میان، یکی از تحولات عظیم در عرصه مهندسی فناوری اطلاعات، فناوری شناسایی و دریابی خودکار است که به سرعت به یک فناوری مؤثر و راهبردی صنایع تبدیل شده است و تمام صاحبنظران، متخصصان و فعالان فناوری اطلاعات در دنیا آن را بزرگ ترین حادثه پس از اختراع اینترنت به شمار می آورند. شناسایی مبتنی بر فرکانس رادیویی [۱] مجموعه ای از روشهای فنی است که به کمک امواج رادیویی با طیف فرکانسی مشخص به شناسایی می پردازد و در گستره وسیعی از صنایع کاربرد دارد و همواره بر روی کاربردهای این فناوری در صنایع مختلف زیر بنایی تأکید شده است. در این مقاله ضمن معرفی روشهای مختلف شناسایی خودکار از گذشته تا کنون، ایده‌ای روشن از ساختار این فناوری [شناسایی مبتنی بر فرکانس رادیویی] ارائه و ضمن بررسی مزایا و چالشها، به تحلیل و ارزیابی این فناوری و ارائه راهکارهای موجود پرداخته شده است. همچنین، تحقیقات علمی مختلف در این زمینه بررسی و طبقه بندی شده است تا منبعی جامع برای محققان، دانشگاهیان و صنعتگران در امر آموزش باشد. در واقع، هدف اصلی این پژوهش آموزش، خلاقیت و ارتقای دانش در این زمینه است.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات، شناسایی از راه دور، امنیت، RFID، EPC و PML.

---

1 .RFID (Radio Frequency Identification)

۱. مقدمه

با پیشرفت فناوری، ابزارهای نوینی برای ارائه راه‌حلهای جدید به منصه ظهور می‌رسند و این امر سبب ایجاد ارتباط هر چه بیشتر بین علوم گوناگون شده است. یکی از این فناوریهای نوین که موجبات تسریع و دقت در اجرای بهینه امور را فراهم می آورد، فناوری شناسایی از طریق امواج رادیویی است که از اهداف اصلی آن استفاده بهینه از امکانات فعلی و ارائه راه‌حلهایی برای نظارت دقیق و آنی بر اشیا از راه دور و بهبود بخشیدن به کیفیت صنایع، علوم و رفاه جامعه است.

تعاریف و برداشتهای مشترک در هر موضوعی اهمیت بسیاری دارد و به همین منظور به عنوان مقدمه RFID به صورت مختصر توضیح داده شده است تا بر مبنای آن، در خصوص آموزش و سایر مباحث مطالبی بیان شود.

RFID روشی برای شناسایی بی سیم اشیا به صورت اتوماتیک است و بر اساس امواج رادیویی عمل می‌کند و نیازی به تماس بین وسیله گیرنده اطلاعاتی و برچسب حامل داده نیست و در آن رسیدن نور از حامل داده به وسیله گیرنده اطلاعات ضروت ندارد. علاوه بر این، می‌توان از برچسب حامل داده اطلاعاتی را خواند یا در آن اطلاعاتی نوشت.

این فناوری با هوشمندی بالفعلی که نسبت به سایر روشهای مشابه دارد، جایگاه ویژه‌ای در مباحث تجاری، اجتماعی، اقتصادی و حتی گاه سیاسی پیدا کرده است.

در این مقاله ابتدا تاریخچه RFID و چگونگی عملکرد و اجزای سیستم‌های شناسایی از طریق امواج رادیویی بیان می شود و با بررسی انواع باند فرکانسی RFID و نمونه کاربرد در هر باند، به کد الکترونیکی محصول[1] به عنوان کد الکترونیکی استاندارد اشاره و سپس در خصوص، کاربردهای این فناوری توضیحاتی داده می شود. همچنین، عوامل امنیتی مورد لزوم و محدودیتهای RFID و راهکارهای مقابله با آنها ارائه و در انتها مسائلی که موجب ایجاد موانع برای ورود آن به جامعه کنونی شده است بیان می شود. در هر بخش نیز مقالات معتبر علمی مرتبط ارائه شده است.

---

1. Electronic Product Code (EPC)

۲. تاریخچه RFID

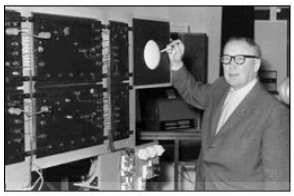
در خصوص تاریخچه RFID باید به زمینه سازیها و فناوریهایی که نتیجه و تکامل آنها RFID های امروزه به شکل مدرن هستند، اشاره کرد. در ابتدا در جدول ۱ مقایسه‌ای بین روشهای مختلف شناسایی صورت گرفته و سپس، تاریخچه این فناوری شرح داده شده است.

جدول ۱: مقایسه روشهای مختلف شناسایی خودکار

مشخصات سامانه	بارکد[1]	شناسایی نوری حروف[2]	تشخیص صدا	شناسایی اثر انگشت	کارت هوشمند[3]	RFID
میزان اطلاعات (Byte)	۱ تا ۱۰۰	۱ تا ۱۰۰	–	–	۱۶ تا ۶۴K	۱۶ تا ۶۴K
تراکم داده ها	کم	کم	زیاد	زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
خوانایی ماشین	خوب	خوب	گرانقیمت	گرانقیمت	خوب	خوب
قابلیت خواندن توسط اشخاص	مشروط	ساده	ساده	مشکل	نا ممکن	نا ممکن
تأثیر رطوبت/گرد و غبار	بسیار زیاد	بسیار زیاد	–	–	ممکن است	بسیار زیاد
تأثیر پوشش	عمل نمی کند	عمل نمی کند	–	ممکن است	–	اثری ندارد
تأثیر جهت و موقعیت	کم	کم	–	–	یک جهته	اثری ندارد
فرسایش	مشروط	مشروط	–	–	تماسی	اثری ندارد
هزینه های عملیاتی (مثلاً چاپگر)	کم	کم	ندارد	ندارد	متوسط	ندارد
کپی برداری و تغییردادن بدون مجوز	کم	کم	ممکن است (نوار ضبط صوت)	نا ممکن	نا ممکن	نا ممکن
سرعت خواندن (شامل بررسی داده‌ها)	کم حدود ۴ ثانیه	کم حدود ۳ ثانیه	بسیار کم بیش از ۵ ثانیه	بسیار کم بیش از ۵ تا ۱۰ ثانیه	کم حدود ۴ ثانیه	بسیار سریع حدود ۰/۵ ثانیه
حداکثر فاصله بین ارسال کننده و دریافت کننده داده ها	۰ تا ۵۰ سانتیمتر	کمتر از ۱ سانتیمتر	۰ تا ۵۰ سانتیمتر	اتصال مستقیم	اتصال مستقیم	۰ تا چند کیلومتر بسته به نوع برچسب

1 . Barcode
2 . OCR
3 . Smart Card

پیشینه فناوری RFID به جنگ جهانی دوم بر می‌گردد، زمانی که بریتانیا در سال ۱۹۳۹ از فناوری دیگری، که شباهت زیادی به RFID داشت و سیستم" رادار شناسایی خودی و دشمن[1] " نام گرفته بود، برای شناسایی هواپیماهای دشمن استفاده می‌کرد.



شکل ۱: سیستم رادار شناسایی خودی و دشمن

امروزه نیز شاهد توسعه این فناوری به عنوان راهبردی برای توسعه فناوری اطلاعات هستیم و از آن در صنایع مختلف از جمله تلفن همراه، کامپیوتر، کارتهای شناسایی، شناسایی افراد (تزریق " تراشه" به زیر پوست انسان) و نیز بیمارستانها، صنایع و غیره استفاده می‌شود. در جدول ۲ سیر تاریخی و پیشرفت این فناوری در سالهای مختلف نشان داده شده است.

جدول ۲: مروری بر تاریخچه RFID [۱تا ۳]

سال (میلادی)	رویداد
۱۸۴۶	فاراده کشف می‌کند که نور و امواج رادیویی بخشی از طیف انرژی الکترومغناطیسی هستند.
۱۸۸۷	هاینریش هرتز برای نخستین بار موفق به ارسال و دریافت موج رادیویی می‌شود و ویژگی‌های آن را مطالعه می‌کند، مانند بازتاب، شکست و قطبش.
۱۸۶۴	ماکسول نظریه میدان‌های الکترومغناطیسی را ارائه می‌دهد.
۱۸۹۶	مارکنی نخستین کسی است که موفق می‌شود در دو سوی اقیانوس اطلس امواج رادیویی را ارسال و دریافت کند.
۱۹۲۲	اختراع رادار
۱۹۳۰	نیروی هوایی و نیروی دریایی ایالات متحده با مشکل شناسایی کامل اهداف زمینی در دریا و هوا مواجه شدند.
۱۹۳۹	فناوری دیگری که شباهت زیادی به RFID داشت و سیستم رادار شناسایی خودی و دشمن نام گرفته بود، در سال ۱۹۳۹ در بریتانیا اختراع شد و بعنوان وسیله‌ای کارآمد در جنگ جهانی دوم استفاده شد.
۱۹۴۴	سلف RFID در ابعادی به اندازه یک چمدان سفری بزرگ و مجهز به باتری در درون هواپیماهای جنگی جای گرفت تا در روی زمین امکان بازشناسایی هواپیمای خودی از دشمن به‌وجود آید.
۱۹۴۶	لئون ترمین ابزاری را برای دولت اتحاد جماهیر شوروی اختراع کرد که قادر بود امواج رادیویی ایجاد شده ناشی از هرگونه وقایع و حوادث را در قالب صوت به محل مورد نظر انتقال دهد.
۱۹۴۸	هری استاکمن، یک محقق آمریکایی، نیز مقاله‌ای را منتشر کرد که نشان می‌داد او نیز به RFID فکر کرده است.
۱۹۶۰	پژوهشهای بنیادی در زمینه به‌کارگیری فرستنده ـ گیرنده‌های یک بیتی برای کنترل کالا از طریق رادیویی آغاز شد.

1. Identify: Friend or Foe (IFF)

۱۹۷۰	نظارت بر حیوانات از طریق سامانه‌های RFID عملی شد.
۱۹۸۰	RFIDدر کنترل رفت و آمد خودروها و کارکنان شرکت‌ها [در کشور نروژ] به‌کاررفت.
۱۹۹۰	RFIDبرای امنیت اسکی‌بازان و در پرداختهای الکترونیکی نیز به‌کار گرفته شد.
۱۹۹۹	بریور و اسلون ،RFID را به عنوان روشی برای ردیابی هوشمند در تولید و پشتیبانی از برنامه های لجستیکی و اجرای این برنامه ها معرفی کرده اند. جنسن و کرابس به استفاده از RFID برای کنترل کانتینرها و مدیریت آنها پرداخته است.
۲۰۰۰	هالم استرم به بررسی استفاده از RFID برای جمع آوری اطلاعات مشتری و ارائه مدل جدیدی برای خوار بار فروشی الکترونیکی و ارائه سرویس به مشتریان پرداخته اند.
۲۰۰۲	RFID وارد راهبرد توسعه ملی فناوری اطلاعات در کشور کرهٔ جنوبی [و چند کشور دیگر] شد. در آلمان نیز شرکت فروشگاههای زنجیره‌ای"مترو" [که با شرکت راه‌آهن شهری فرق دارد] برای نخستین بار از برچسب RFID در فروشگاهی واقع در دوئیس‌بورگ (آلمان) به‌جای "بارکد" استفاده کرد.
۲۰۰۳	کاکینن در خصوص پتانسیل RFID در افزایش کارایی زنجیره تأمین شرکت خرده فروشی Sainsbury در کشور انگلستان برای کالاهایی که دارای عمر مصرف کوتاهی هستند، پرداخته است و همچنین، در درون کارتهای شناسایی افراد استفاده شد.
۲۰۰۴	جان به بررسی فرصتها و چالشهای پیش روی اجرای فناوری RFID برای صنعت خرده فروشی در انگلستان پرداخته است. لپاید در مطالعات خود به مزایای RFID در دقت پیش بینی ها پرداخته است. جنز چالشهای تکنولوژیکی و رفتاری مربوط به پیگیری بیماران به وسیله RFID را در واحد روانی بیمارستان Elvis Presley واقع در Memphis بررسی کرده است. سیروستاوا مزایای مربوط به یکپارچه سازی در زنجیره تأمین به وسیله RFID را بیان کرده است.
۲۰۰۵	آنجلس راهنمایی برای پیاده سازی فناوری RFID در زنجیره تأمین برای مدیران تهیه کرده است. از RFID با تزریق "تراشه" آن زیر پوست انسان برای شناسایی افراد استفاده شد. همچنین، جزوه " اینترنت‌چیزها" حاوی کاربردهای RFID در اینترنت از طرف اتحادیه بین‌المللی مخابرات منتشرشد.
۲۰۰۶	لی و ویسج با مرور ادبیات مرتبط به بیان مزیتهای استفاده از RFID در یکپارچه سازی زنجیره تامین می پردازد. کتابهای کتابخانه مرکزی شهر مونیخ [در کشور آلمان] به برچسب RFID مجهز شد و از " کتابخانه هوشمند" بهره‌برداری شد. در همین سال کالاهای بسیاری در سراسر جهان به RFID مجهز شدند و از آن در زندانها، بیمارستانها، مدیریت اموال اداری [به‌جای برچسب کالا] استفاده شد. همچنین، به‌کارگیری RFID در درون‌افزاره‌های همراه مانند تلفن‌همراه، ناوشگر همراه و کامپیوتر همراه مطرح شد.
خلاصه ای از وقایع از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰	RFID وارد راهبرد توسعهٔ فناوری اطلاعات شد. استفاده از RFID در فروشگاهها به‌جای "بارکد"، درون کارتهای شناسایی افراد، برای شناسایی کانتینرها، سیستم زنجیره تأمین محصولات تجاری قبل از تولید تا تحویل به مشتری، شناسایی افراد با تزریق "تراشهٔ" آن زیر پوست انسان، تحقق کتابخانهٔ هوشمند با تجهیز کتب به این برچسب، در زندانها، بیمارستانها، مدیریت اموال اداری [به‌جای برچسب کالا]، درون‌افزاره‌های همراه مانند تلفن‌همراه کامپیوتر همراه و بسیاری کاربردهای دیگر.

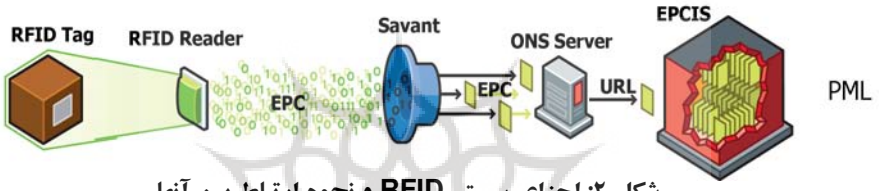
جدول ۳: فهرست منابع و مقالات علمی در زمینه RFID [٤ تا ٦]

منابع علمی معتبر	طبقه بندی
Goth (2005), Smith (2005), Konstantinos et al. (2007)	معرفی و مروری بر RFID

۳. اجزای RFID

RFID به معنای شناسایی یک کد توسط فناوری رادیویی بر مبنای فرکانس تعریف شده است. از طریق شناسایی با امواج رادیویی با الصاق بر چسبها یا فرستنده‌هایی به اشیای

ثابت یا متحرک و ایجاد زیر ساختی از دستگاههای بر چسب خوان بهم متصل، اطلاعات مربوط به اشیای فیزیکی را می‌توان به صورت خودکار و بدون دخالت دست جمع آوری و ثبت کرد. در این سیستم مهم نیست که آنچه شناسایی می شود در حرکت یا در سکون یا در محیطی با گرد و خاک، مه آلود، نمناک، بارانی یا آفتابی باشد. هیچ کدام از شرایط ذکر شده تأثیری در عملکرد این سیستم ندارد؛ همچنین، در این سیستم می‌توان اطلاعات تعداد زیادی از اشیا را به صورت یکباره و بدون دید مستقیم جمع آوری کرد. به طورکلی، در این فناوری از تجهیزات زیر برای پیاده سازی استفاده می شود:

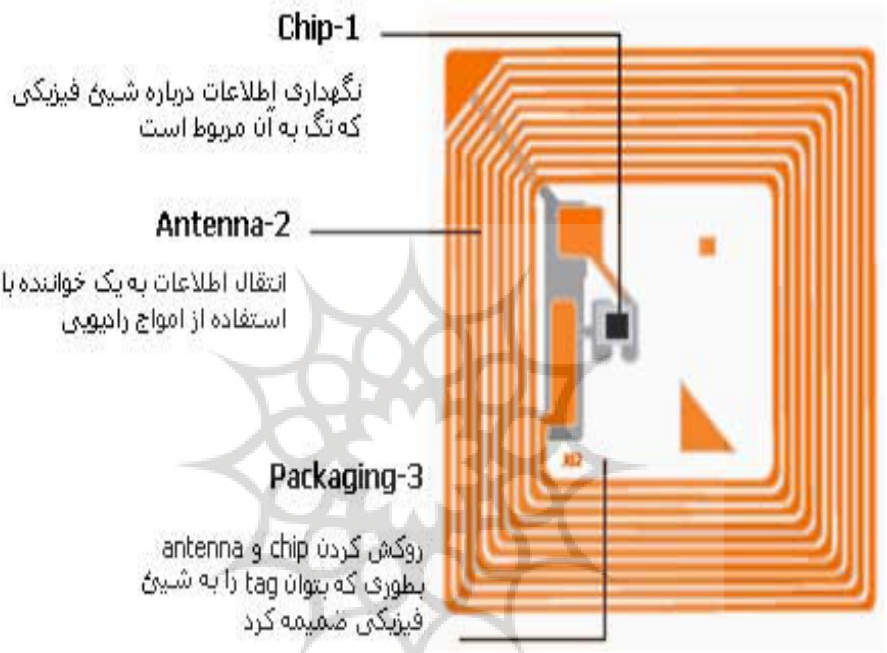


شکل ۲: اجزای سیستم RFID و نحوه ارتباط بین آنها

- بر چسب شناسایی مبتنی بر فرکانس رادیویی: این بر چسب بر روی کالا نصب می‌شود و حامل کد الکترونیکی محصول است. هر برچسب از یک مدار مجتمع[1] آنتن[2] و لایه محافظ تشکیل شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 . Integrated Circuit (IC)
2. Antenna



شکل ۳: برچسب شناسایی مبتنی بر فرکانس رادیویی

- برچسب خوان[1]: این وسیله کد الکترونیکی محصول ذخیره شده بر روی برچسب را می‌خواند.
- کد الکترونیکی محصول: یک شناسه منحصر به فرد است که به کمک آن می‌توان اطلاعات منحصر به فرد هر کالا را به دست آورد.

1. Reader

- Savant: این نرم‌افزار در سیستم RFID وظیفه مدیریت رویدادهای ادراک شده توسط سیستم، پردازش[۱]، پالایش[۲] و خلاصه کردن[۳] رویدادها و تزریق آنها به شبکه به منظور جلوگیری از ایجاد ترافیک را به عهده دارد. Savant ها به عنوان واسطهای نرم افزاری در صنعت فناوری اطلاعات شناخته می‌شوند.
- سرور سرویس نامگذاری اشیا[۴]: این سرور کد الکترونیکی محصول را دریافت و آدرس موقعیت مکانی[۵] مربوط به سرور سرویس اطلاعات کد الکترونیکی محصول[۶] شرکت عضو را استخراج می‌کند.
- زبان نشانه گذاری فیزیکی[۷]: نوعی زبان برنامه نویسی استاندارد است (توسعه یافته زبان نشانه گذاری قابل توسعه[۸]) که تبادل اطلاعات را میان اعضای درگیر امکان پذیر می سازد. این زبان، زبان استاندارد مدیریت اطلاعات در تمام سیستم RFID است.
- بانک اطلاعاتی: داده‌های استخراج شده قابل فهم از طریق کدهای زبان نشانه‌گذاری محصول در یک پایگاه داده[۹] ذخیره می شوند تا بتوان از طریق انواع شبکه‌ها به آن دسترسی داشت و مورد استفاده قرار داد. در ادامه مقاله بخشهای کد الکترونیکی و زبان نشانه گذاری فیزیکی شرح داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 . Process
2 . Filter
3 . Digest
4 . Object Naming Service (ONS) Service
5 . Uniform Resource Locator (URl)
6 . EPC Information Service (EPCIS)
7 . Physical Markup Language (PML)
8 . Extensible Markup Language (XML)
9 . Database

۳. ۱. کد الکترونیکی محصول(EPC)

شبکه جهانی کد الکترونیکی محصول در روشی مشابه با شبکه جهانی وب می کوشد تا از راهی ایمن به اشتراک داده‌های مربوط به محصولات بپردازد و زمینه‌ای مناسب برای دریافت اطلاعات را فراهم سازد. این کدها چیزی جز یک شناسه منحصر به فرد برای کنترل اشیا، محصولات و تجهیزات نیستند و به عنوان فناوری استفاده از سیستم‌های حسی پیشرفته نظیر RFID به منظور بالا بردن کارایی و دقت در فرایندهای مختلف مدیریت اشیا ظاهر شده است.

۳. ۱. ۱. کد الکترونیکی محصول در قالب ۴ جزء زیر تهیه و طراحی شده است:

- سرآیند که نسخه کد الکترونیکی محصول به کار رفته را مشخص می‌کند.
- شماره‌ای که مشخص کننده نام شرکت است.
- کلاس شیء که مشخص کننده کلاس شیء بر چسب خورده است.
- شماره سریال که شماره نمونه‌ای از شیء بر چسب خورده است و به نام شیء اشاره می‌کند.

شکل٤: نمونه‌ای از یک کد الکترونیکی ۹٦ بیتی

به طورکلی، از جهات بسیاری می‌توان شبکه جهانی کد الکترونیک محصول را به شبکه جهانی وب شبیه دانست. در جدول ۴ مقایسه این دوشبکه با یکدیگر مقایسه شده اند.

جدول٤: جدول مربوط به مقایسه شبکه جهانی کد الکترونیکی محصول و شبکه جهانی وب

شبکه جهانی کد الکترونیکی محصول	شبکه جهانی وب
ONS[1] یک دایرکتوری مرکزی از کارخانه هایی است که در کد الکترونیکی محصول جهانی ثبت شده‌اند و درخواستها برای دریافت اطلاعات محصولات را کنترل می‌کند.	DNS[2] یک سیستم مرکزی است که درخواستهای رسیده برای دریافت آدرس وب سایتها یا پستهای الکترونیکی را کنترل می‌کند.
EPCIS مکانی (منبعی) که اطلاعات محصولات در آن ذخیره می‌شود.	Websites مکانی (منبعی) که اطلاعات مربوط به موضوع خاصی در آن ذخیره می‌شود.
EPCDS ابزاری برای یافتن اطلاعات کد الکترونیکی محصول	Search engines ابزاری برای یافتن وب سایتها
EPCSS[3] ابزاری برای تضمین دسترسی مجاز بر اساس روشهای تأیید اعتبار	SSL[4] استاندارد امنیتی برای وب سایتها

در حال حاضر، کدهای کد الکترونیکی محصول توسط کد الکترونیکی محصول جهانی در

پرتال جامع علوم انسانی

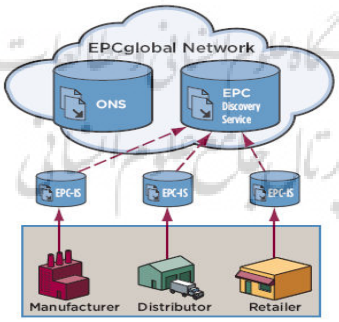
1 . Object Naming Service
2. Domain Name System (DNS)
3. EPC Security Services
4. Secure Sockets Layer

قالب نوعهای زیر ارائه می شوند:

جدول۵: جدول مربوط به مقایسه انواع برچسبهای RFID

نوع برچسب	معایب	مزایا
غیر فعال[1]	فواصل کوتاه (حدود ۴ متر)، عملکرد ضعیف در مجاورت مایعات و فلزات، اغلب حافظه تنها خواندنی دارند، منبع تغذیه خارجی	عمر طولانی (بالاتر از ۲۰ سال)، هزینه پایین، محدوده کاربرد وسیع، انعطاف بالا، ابعاد کوچک
نیمه فعال	گرانقیمت ، به دلیل استفاده از باتری (مواد شیمیایی) کاربرد همگانی ندارد ، عمر کوتاه تر	امکان ایجاد ارتباط در فواصل متوسط (حدود ۴ تا ۵۰ متر)، قابلیت اتصال به حسگرها و انتقال اطلاعات آنها را دارد، حافظه بزرگ تر و قابل خواندن و نوشتن، مناسب برای شناسایی اشیای بزرگ
فعال[2]		امکان ایجاد ارتباط در فواصل دور (بیش از ۱۰۰۰ متر)، قابلیت اتصال به حسگرها و انتقال اطلاعات آنها را دارد، حافظه بزرگ تر و قابل خواندن و نوشتن

۳. ۱. ۲. از دیدگاه کلی شبکه جهانی کد الکترونیکی محصول دارای ۳ جزء است که در شکل ۵ نحوه ارتباط آنها در زمینه لجستیک کالا نشان داده شده است:



شکل۵: ارتباط اجزای مختلف در شبکه جهانی کد الکترونیکی محصول

1. Passive
2. Active

۳. ۱. ۲. ۱. سرویس نامگذاری اشیا[1]: در این سرویس یک نگاشت بین کدهای الکترونیکی و مجموعه‌ای از نمونه‌های سرویس اطلاعات کد الکترونیکی محصول(EPCIS)، که شامل اطلاعات مربوط به یک کد الکترونیکی محصول خاص است، ارتباط برقرار می‌کند، از این نظر سرویس نامگذاری اشیا شباهت زیادی با سرویس نامگذاری دامنه‌ها دارد، با این تفاوت که سرویس نامگذاری دامنه‌ها برای یافتن میزبانهای مرتبط با یک آدرس اینترنتی به کار می‌رود.

۳. ۱. ۲. ۲. سرویس اطلاعات کد الکترونیکی محصول[2]: منابعی مطمئن برای ذخیره اطلاعات مربوط به کالاها ست.

۳. ۱. ۲. ۳. سرویس یابش کد الکترونیکی محصول[3]: هر مرکز سرویس یابش کد الکترونیکی محصول شامل همه سرویس اطلاعات کد الکترونیکی محصولهایی است که دارای اطلاعاتی از محصولات یک کارخانه خاص است.

۳. ۱. ۲. ۴. میان افزار کد الکترونیکی محصول

برای مدیریت کارا و بی‌درنگ داده‌ها لازم است که این داده‌ها ذخیره، فیلتر و سپس، پردازش شوند. این کارها را میان‌افزار انجام می دهد. علاوه بر این، از میان‌افزار برای جابجایی اطلاعات وابسته به هم در شبکه و ارسال اطلاعات به سرویس اطلاعات کد الکترونیکی محصول یا سایر پایانه‌های اطلاعاتی دیگر استفاده می‌شود. با استفاده از این سیستم حجم داده‌ها کاهش می‌یابد و اطلاعات به صورت انتخابی در شبکه جابه جا و به طور کلی، کاربرد داده‌ها ساده و بهینه می‌شود.

---

1. Object Naming Service (ONS)
2. EPC Information Service (EPCIS)
3. EPC Discovery Service (EPCDS)

۳. ۲. زبان نشانه گذاری فیزیکی[1]

نوعی زبان برنامه نویسی استاندارد و توسعه یافته زبان XML است که تبادل اطلاعات میان اعضای درگیر در یک شبکه را امکانپذیر می‌سازد. این زبان یک زبان استاندارد و مشترک برای مدیریت اطلاعات در تمام سیستم RFID است. از آنجائی که پایه این زبان، زبان نشانه گذاری قابل توسعه است، سازگاری خوبی با سایر سیستم‌های دورنی شرکتها، سازمانها و به خصوص شبکه اینترنت دارد[۷تا۱۰].(جدول ۶).

جدول ۶: فهرست منابع و مقالات علمی در زمینه تجهیزات RFID [۱۱تا ۱۶]

منابع علمی معتبر	طبقه بندی
Nikitin et al. (2005), Rao et al.(2005), Ukkonen et al. (2005)	برچسبها و آنتن
Repo et al. (2005)	بر چسب خوانها
Gilbert et al. (2005), Yen et al. (2005)	زیر ساختهای ارتباطی

٤. استانداردهای RFID

استانداردهای مختلفی در سطح جهان با کاربردهای بین‌المللی و ملی برای این فناوری و ابزارهای مرتبط با آن وضع شده است. دو شیوه فراگیر در استانداردسازی این فناوری سازمان بین‌المللی استانداردهای جهانی[2] و EPCجهانی‌است. مسائلی‌که در زمینه استانداردسازی باید به آنها توجه شود، عبارت‌اند از:

- تعیین موارد فنی از قبیل فرکانسهای فعالیت تجهیزاتRFID و پروتکل‌های تبادل بی‌سیم؛
- تعیین محتوای و ساختار داده از قبیل تعیین داده استاندارد برای برچسبهای هوشمند، بدین ترتیب که چگونگی کد شدن آن بر برچسب و چگونگی کد شدن آن برای استفاده در سیستم متصل[3] مشخص شود.
- انواع برچسبها که تعیین کننده عملکردهای مختلف آنهاست؛
- نحوه انتساب آدرس که سبب یکنواختی در ارجاع و تعیین مالک می‌شود؛

1. Physical Mark Up Language
2 .International Organization for Standardization (ISO)
3. Downstream systems

- روشهای سازگاری و آزمایش کارایی برچسب و برچسب‌خوان و آزمایشگاههای تأیید کننده و گواهی دهنده در این زمینه؛
- استانداردهای مرتبط با پایگاه داده و تبادل داده که تعیین کننده روشهای فیلتر کردن داده‌های RFID و استانداردهای برنامه‌های، کاربردی که تعیین کننده نوع سیستم RFID مورد استفاده برای کاربردهای مختلف هستند.

در جدول ۷ انواع استانداردها و فرکانسهای استاندارد مورد استفاده در RFID ارائه شده است.

جدول ۷: استانداردهای مرتبط با RFID

استاندارد	کاربرد	توضیح	فرکانس
CEPT T/R 60-01	تشخیص حرکت	تجهیزات تعیین محل نقاط با استفاده از امواج رادیویی با توان پایین برای تشخیص و اعلام حرکت (EAS)	-
CEPT T/R 22-04	پرداخت الکترونیکی عوارض	تطبیق باندهای فرکانسی برای سامانه های اطلاعات حمل و نقل جاده ای (RTI)	-
EN 50061	دستگاه تنظیم کننده ضربان قلب	ایمنی کاشت دستگاه تنظیم کننده ضربان قلب برای پیشگیری از عملکرد سوء آن به علت تداخلات الکترومغناطیسی	-
EN 300	حمل و نقل جاده‌ای مخابرات موبایل	سازگاری الکترومغناطیسی و طیف رادیویی	9KHz تا 25GHz
EN 301	رادیو موبایل	استاندارد سازگاری الکترومغناطیسی برای تجهیزات و خدمات رادیویی	-
ERC/DEC 92-02	حمل و نقل جاده ای	باندهای فرکانسی مورد استفاده در حمل و نقل جاده‌ای	-
ERC/DEC 01	ابزارهای ارتباطی برد کوتاه	ابزارهای ارتباطی برد کوتاه	-
ISO 7810	کارتهای شناسایی	مشخصات فیزیکی کارتهای شناسایی	-
ISO 7816	کارتهای شناسایی	کارتهای شناسایی با مدارات مجتمع تماسی	-
ISO 9798	تشخیص شناسایی	فنون امنیتی فناوری اطلاعات در تشخیص هویت	-
ISO 10373	کارتهای شناسایی	روشهای آزمایش کارتهای شناسایی	-
ISO 10374	کانتینر حمل بار	شناسایی خودکار کانتینرهای حمل بار	2.45GHz
ISO 10536	کارتهای شناسایی	کارتهای شناسایی با مدارات مجتمع تماسی	-
ISO 11784/11785	شناسایی احشام	ISO 11784 ساختار کدی را که برای شناسایی حیوانات استفاده می‌شود تعیین می‌کند. ISO 11785 راهکار تکنیکی ارتباط برچسب‌خوان و برچسب را برای شناسایی حیوانات تعیین می‌کند.	134.2 KHz
ISO 14223	شناسایی احشام	پروتکل ارتباطی و ساختار دستورها	-
ISO/IEC 14443	کارتهای شناسایی	این استاندارد برای کارتهای شناسایی که از فاصله نزدیک خوانده می‌شوند، به کار می‌رود. همچنین، شامل استانداردهایی برای مشخصه‌های فیزیکی، توان فرکانس رادیویی و واسط سیگنال و پروتکل ضد تداخل و ارسال در کارتهای شناسایی که تا فاصله ۱۰ سانتیمتر خوانده می‌شوند، می‌باشد.	13.56 MHz
ISO/IEC	کارتهای شناسایی	این استاندارد برای کارتهای شناسایی که از فاصله نزدیک خوانده می‌شوند، به کار	13.56 MHz

15693		می‌رود. همچنین، شامل استانداردهایی برای مشخصه‌های فیزیکی، توان فرکانس رادیویی و واسط سیگنال و پروتکل ضد تداخل و ارسال در کارتهای شناسایی که تا فاصله ۱ متر خوانده می‌شوند، می‌باشد.	
ISO 15961	مدیریت کالا	دستورها و قابلیتهای برچسبها	-
ISO 15962	مدیریت کالا	شکل داده ها	-
ISO 15963	برچسبها	شناسایی برچسبها	-
ISO 17363 DRAFT	مدیریت بار (کانتینرها)	برای کاربردهای زنجیره تأمین در زمینه حمل کانتینرها	433 MHz
ISO 69873	انتقال داده ها	ابعاد حاملهای داده و فضایی که اشغال می کنند.	-
ISO/IEC 18000	مدیریت بار	یک استاندارد برای خطوط هوایی	-
ISO/IEC TR24729-2	بازیافت	راهنمای کاربرد در بازیافت برچسبهای RFID	Not applicable
S-918-00	حمل و نقل ریلی	شناسایی خودکار ابزارها در حمل و نقل ریلی	-
VDE 0848	ایمنی	ایمنی انسانها در میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس ۰ تا 300GHz	-
VDE 0750	دستگاه تنظیم کننده ضربان قلب	ایمنی کاشت دستگاه تنظیم کننده ضربان قلب برای پیشگیری از عملکرد سوء آن به علت تداخلات الکترومغناطیسی	-
EPC Version 1.0/1.1 Specifications	زنجیره تأمین	استاندارد معینی که موقعیت فیزیکی برچسب، ساختار کدگذاری برچسب و خصوصیات اطلاعات برچسب را تعیین می‌کند.	-
		خصوصیات برچسب RFIDکلاس صفر 900 MHz	900 MHz
		فرکانس رادیویی برچسب RFIDکلاس یک 860-930 MHz و خصوصیات واصل ارتباطی	860-930 MHz
AIAG B-11	شناسایی تایر و چرخ	استاندارد صنعت وسایل نقلیه برای شناسایی چرخ و تایر	862-928 MHz 2.45 GHz
ANSI 256	دستگاههای RFID	استاندارد ملی آمریکا برای تعیین API مناسب بین نرم افزار برچسب و دستگاه قرائت	433 MHz 2.45 GHz
iP-x	حمل و نقل سرعت بالا	توسط شرکت iPico ارائه شده است. این استاندارد در کاربردهایی که Tag با سرعت زیاد در حرکت است، مزیتهای بیشتری نسبت به EPC دارد.	-

جدول ۸: فرکانسهای استاندارد به کار رفته در RFID [۱۷تا ۱۸]

فرکانس	مشخصات کلیدی	نمونه کاربرد
فرکانس پایین (LF) و کمتر از ۱۳۵KHz	– کاربرد وسیع از سال ۱۹۸۰ – در کنار مایعات و فلزات خوب جواب می دهد – نرخ ارسال اطلاعات کم است – محدوده قرائت در حد چند سانتیمتر است – ارزانقیمت – در اغلب کشورها برای این باند فرکانسی نیاز به اخذ مجوز نیست	– شناسایی حیوانات – اتوماسیون صنعتی – کنترل موجودی – کنترل دسترسی
فرکانسهای ۱/۹۵MHz ، ۳/۲۵MHz ، ۴/۷۵MHz ، ۸/۲MHz		– سامانه نظارت الکترونیکی بر کالاها (EAS) که در فروشگاهها استفاده می شود
فرکانس بالا (HF) ، ۱۳/۵۶MHz	– کاربرد وسیع از اواسط دهه ۹۰ – استاندارد در تمام جهان – محدوده قرائت وسیع تر (بیشتر از یک متر) – قیمت برچسب آن کمتر از نوع LF است – کارایی ضعیف درمجاورت اشیای فلزی – نرخ ارسال اطلاعات بیشتر از LF	– کارتهای هوشمند پرداخت – کنترل دسترسی – ضد جعل – ردگیری اقلام مانند کتاب، چمدان و ... – قفسه های هوشمند – شناسایی و نظارت بر اشخاص – EAS و کاربردهای علمی، طبی و صنعتی (ISM)
۲۷/۱۲۵MHz		– کاربردهای ISM
۴۳۰ تا ۴۶۰MHz		کاربردهای ISM در اروپا و آفریقا
۴۳۳/۰۵ تا ۴۳۴/۷۹MHz		کاربردهای ISM در اروپا، آمریکا و ژاپن
۸۶۵ تا ۸۶۸MHz		کاربردهای ISM در اروپا
۸۶۶ تا ۸۶۹ و ۹۲۳ تا ۹۲۵MHz		کاربردهای ISM در کره جنوبی

۹۰۲ تا ۹۲۸MHz		کاربردهای ISM در آمریکا و کانادا
۹۵۲ تا ۹۵۴MHz		کاربردهای ISM در ژاپن
۹۰۲ تا ۹۱۶MHz		کاربردهای ISM در آمریکای شمالی و جنوبی
۹۱۸ تا ۹۲۶MHz		کاربرد در استرالیا با فرستنده های دارای EIRP کمتر از ۱ وات
فرکانسهای بسیار بالا (UHF) ، ۴۳۳ و ۸۶۰ تا ۹۳۰MHz	– مورد استفاده از اواخر دهه ۹۰ – مسافت قرائت بیشتر از HF (بیش از ۳ متر) این مسافت برای برچسبهای فعال در فرکانس ۴۳۳ مگاهرتز تا چند صد متر هم می رسد – توانایی بالقوه در کاهش قیمت برچسبها – مشکلات عدم تطابق به دلیل قوانین منطقه ای – مستعد تداخل	زنجیره تأمین و تدارکات مانند: – کنترل موجودی – مدیریت انبار – ردگیری سرمایه
امواج مایکروویو ۲/۴۵ تا ۵/۸ گیگاهرتز	– انتقال سریع اطلاعات – در حالتهای فعال و نیمه فعال – محدوده قرائت مشابه UHF – کارایی ضعیف در مجاورت مایعات و فلزات	– کنترل دسترسی – پرداخت خودکار عوارض – اتوماسیون صنعتی – حمل و نقل ریلی – تشخیص خودرو
۲۳۵۰ تا ۲۴۵۰MHz	باند مخصوص کاربردهای ISM که در اغلب نقاط دنیا مورد استفاده است استاندارد IEEE 802.11 این باند را به عنوان باند مورد قبول برای کاربردهای RF ، پخش طیفی (Spread Spectrum) و سامانه های باند باریک معرفی می کند.	
۲۴۰۰ تا ۲۵۰۰MHz		استفاده در آمریکای شمالی، اروپا و ژاپن

۵۴۰۰ تا ۶۸۰۰MHz	این باند به کاربردهای آینده اختصاص یافته است. FCC یک طیف ۷۵MHz بین فرکانسهای ۵/۸۵ تا ۵/۹۲۷GHz برای خدمات حمل و نقل هوشمند (ITS) اختصاص داده است.	
۵/۷۲۵ تا ۵/۸۷۵GHz		کاربرد در آمریکای شمالی، اروپا و ژاپن
۲۴ تا ۲۴/۲۵GHz	مناسب برای حسگرهای درحال حرکت	هنوز مورد استفاده قرار نگرفته است.

جدول ۹: فهرست منابع و مقالات علمی در زمینه استانداردهای RFID [۱۹تا۲۱]

منابع علمی معتبر	طبقه بندی
Jansen and Eradus (1999), Kampers et al. (1999), Matt Ward (2006)	استاندارد سازی

۵. کاربرد

کاربردهای RFID بسیار زیاد است و در هر فرایندی که شناسایی و کار با جریانی از داده‌ها اهمیت داشته باشد، می‌توان از RFID استفاده کرد، اما این فناوری عموماً در حوزه‌های زیر گسترش یافته است [۲۲ و ۲۳]:

- انبارداری هوشمند (کنترل موجودی و تسهیل مکان‌یابی)؛
- مدیریت اموال (تسهیل مکان‌یابی، آگاهی از جا به جایی و آمارگیری)؛
- کنترل تردد (انسان و خودرو، برای مثال پاسپورت الکترونیکی و پارکینگهای خودکار)؛
- حمل و نقل عمومی (مترو، اتوبوس و...)؛

- مدیریت خط تولید (کنترل قطعات مختلف یک قطعه ترکیبی و پیگیری روند و خدمات پس از فروش)؛
- سیستم های پرداخت بدون تماس[1]؛
- فروشگاهها (خودکارسازی و کنترل سرقت)؛
- پرداخت عوارض جاده‌ای (عدم نیاز به کاربر و اخذ نقدی و عدم توقف خودرو)؛
- پست (افزایش سرعت خدمات، تسهیل ردگیری و افزایش دقت)؛
- ردیابی حیوانات؛
- در اختیار قرار دادن اطلاعات مربوط به عمر مفید تجهیزات و تاریخ انقضای کالاهای فاسد شدنی؛
- واگذاری خدمات پس از فروش محصولات و کنترل آن؛
- امنیت گذرنامه، کارتهای شناسایی و....؛
- مدیریت کالاهای برگشتی؛
- کنترل سطوح دسترسی؛
- فروش بلیط طرفداران تیمها هنگام برگزاری مسابقات؛
- پمپ بنزینها؛
- در ماشینهای خودکاری که با پرداختن پول کالای مورد نظر را ارائه می کنند؛
- در چکهای بانکی؛
- نظامهای دانشگاهی و کتابخانه‌ای؛
- صنعت هوانوردی؛
- انتقال خون و تجزیه آن؛
- پایانه‌های فروش[2] ؛
- جمع‌آوری زباله؛
- مدیریت دام.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 . Contactless
2. Point Of Sale (POS)

جدول ۱۰: فهرست منابع و مقالات علمی در زمینه کاربردهای RFID [۲٤تا۳٦]

منابع علمی معتبر	طبقه بندی
Streit et al. (2003)	مدیریت حیوانات
Wyld et al. (2005)	هواپیمایی
Sommerville and Craig (2005)	مدیریت ساختمان
Yagi et al. (2005)	ساختمان
Hum (2001)	پارچه و لباس
Vorst et al. (2004), Jones et al. (2005)	غذا
McGee, (2004)	بهداشت
Coyle (2005), Fabbi et al. (2005)	خدمات کتابخانه‌ای
Angeles (2005)	لجستیک
Ruff and Hession-Kunz (2001)	معدن کاوی
Hsi and Fait (2005)	موزه
Eckfeldt (2005), Jones et al. (2005)	خرده فروشی

٦. امنیت

این فناوری با سرعت چشمگیری در زمینه‌های مختلفی از جمله شبکه جهانی اینترنت، زمینه‌های صنعتی و تجاری در حال رشد و توسعه است و بالطبع هر نوع فناوری با این سرعت رشد ممکن است نواقصی داشته باشد که مهم ترین آن بحث امنیت است. RFID در مقایسه با سایر ارتباطات بی‌سیم مانند بلوتوث[1] و شبکه‌های بی سیم[2] از یک ساختار با سازماندهی و هوشمندی بالاتری برخوردار است، اما این ساختارمندی و هوشمندی خود نکته جالب توجهی برای تهدید کنندگان امنیت به حساب می آید.

---

1 . Bluetooth
2. Wireless LAN

مهم ترین تهدیدات این فناوری عبارت‌اند از:

- ردیابی کاربر[1]: این نوع تهدید بر روی زیانهای اجتماعی این فناوری متمرکز می شود. در این نوع تهدید به راحتی می توان فردی را بر اساس شرایط خاصی شناسایی کرد و گاه به وی صدمه جانی رسانید.
- تجاوز به حریم خصوصی[2]: این نوع تهدید نیز همچون مورد اول به مسائل اجتماعی این فناوری اشاره دارد. در این نوع تهدید هر فردی با داشتن یک برچسب خوان به راحتی می تواند کلیه اجناس و اشیای برچسب دار داخل حریم خصوصی شما (مانند خانه) را شناسایی و از اطلاعات به دست آمده در موادری مانند سرقت استفاده کند.
- احراز هویت[3]: این حالت زمانی رخ می دهد که یک کاربر غیر مجاز خود را به عنوان یک کاربر مجاز به سیستم تحمیل می‌کند و وارد محیط سیستم می‌شود.
- محرمانگی معاملات[4]: این نوع تهدید زمانی به وقوع می پیوندد که فرد غیر مجاز داده ها را بخواند، تغییر دهد یا چیزی را به آن اضافه و از آن حذف کند. این فرد می تواند پس از انجام دادن اعمال مذکور اطلاعات تغییر یافته را به برچسب ارسال کند.
- انکار ناپذیری[5]: در این حالت کاربر اقدامی را که در سیستم انجام داده است انکار می‌کند و ما نیز شاهد یا روشی برای اثبات اقدام آن فرایند خاص توسط کاربر نداریم. انجام دادن این نوع تهدید کار نسبتاً ساده‌ای است، ولی جلوگیری از آن بسیار دشوار است.

---

1 . Follow an Active
2. Aggression to Private limits
3 .Authentication
4. Confidentiality
5. Non-repudiation

- کنترل اختیارات[1]: در این نوع تهدید کاربر بدون کسب اجازه از مقام بالاتر در سیستم ، حقوق و سطوح دسترسی خود را افزایش می‌دهد و سپس تهدید خود را عملی می‌کند.

- در دسترس بودن[2]: این نوع تهدید به صورتی است که حتی کاربران مجاز نیز از دسترسی به سرویسهای سیستم منع می‌شوند.

- حملات رد سرویس[3]: این حملات به طور عموم با ارائه درخواستهای مکرر به سیستم باعث عدم توانایی سیستم در پاسخگویی به درخواستها می شود. برای مثال، در سیستم های مبتنی بر RFID تولید امواج به صورت فشرده و در مقادیر زیاد بین برچسب و دستگاه بر چسب خوان‌و یا استفاده از یک برچسب سد کننده [4] می‌تواند پاسخگویی سسیتم را به برچسبهایی که در این محدوده قرار گرفته اند، از بین ببرد.

- برچسبهای غیر واقعی و تقلبی[5]: نمونه ای از تهدیدات رایج برای این پارامتر امنیتی است. این برچسبها اطلاعات نادرستی را به برچسب خوان می دهند.

هم اکنون تعدادی کنترل تکنیکی برای بالا بردن ضریب امنیت سیستم های RFID وجود دارد و تعداد بیشتری در آزمایشگاههای دانشگاهی و صنعتی در حال توسعه‌اند، از جمله:

- پاک کردن اطلاعات برچسب بعد از اسکن آنها: این روش بدلیل جلوگیری از استفاده مجدد باعث محدودیت در تواناییهای این فناوری می‌شود.

---

1 . Authorization
2. Availabilit
3. DOS Attacks (Denial Of Service)
4. Blocker tag
5. Spoofing tag

- استفاده دوره‌ای از کانال امن برای تصدیق یا بروزرسانی کلید: این روش نیز باعث محدودیت فناوری می‌شود.
- استفاده از سد کننده[1]: این روش نیز نیاز به پیاده سازی و حمل سد کننده دارد که عملاً ناممکن است.

توجه به این نکته جالب است که تگ سد کننده خود تگی است که به عنوان راه حلی برای جلوگیری از به خطر افتادن محرمانگی مورد استفاده قرار می گیرد. این تگ در واقع، با تقلید از پاسخدهی تگهای اطراف خود مانع از شناسایی تگهای دیگر می شود.

- کشتن و خوابیدن[2]: در این روش هنگامی که یک برچسب کد الکترونیکی محصول دستور کشتن را از یک بر چسب خوان دریافت می‌کند، کشتن برچسب اتفاق می افتد و برای کنترل دستورهای کشتن غیرمجاز این دستور با یک PIN Code محافظت می شود. پس بر چسب خوان هم یک برچسب و هم یک پین کد ۳۲ بیتی را ارسال می‌کند. کشتن یک وسیله کنترل Privacy قوی محسوب می‌شود، چرا که برچسب مرده هیچ اطلاعاتی را ارسال نمی‌کند. می توان از این کاربرد در فروشگاههای زنجیره ای استفاده کرد و به محض خروج از فروشگاه برچسب همه کالاهای خریداری شده کشته شوند تا امنیت وحریم خصوصی مشتری تأمین شود.
- بلاکه کردن[3]: در این روش هر برچسب یک بیت به نام Privacy Bit دارد که درصورت تنظیم آن به عدد صفر به این معناست که در دسترس عمومی است و یک بودن آن به این معناست که آن برچسب شخصی است و فقط بر چسب خوانهای درون محدوده Privacy می‌توانند این برچسب را بخوانند.
- استفاده از کلمه رمز[4]

---

1 . Blocker
2. Kill and Sleep
3. Blocking
4. Password

- کد تصدیق پیام Hash

هر یک از راهکارهای یاد شده به نوعی تهدیداتی از سیستم را حذف می‌کنند، اما یکی از مهم ترین مدلهای پیشرفته رمزنگاری که در مباحث فناوری اطلاعات محبوبیت ویژه‌ای دارد، رمز نگاری کلید عمومی (رمز نگاری نامتقارن) است. با استفاده از این روش می توان از تمام تهدیدات بجز مورد شماره ۷ جلوگیری کرد.

این سیستم نیاز به زیرساخت کلیدعمومی[1] دارد که شامل مجوزهای ثبت و اعتبارسنجی، عملیات ابطال و خط مشی‌های وابسته به هم است. پیاده سازی و عملیاتی کردن موفق زیرساخت کلیدعمومی نیاز به طراحی دقیق و مهارت خاص دارد.

علاوه بر این، بر چسب خوان و میان افزار[2] باید امضای دیجیتال و دیگر عملیات زیرساخت کلیدعمومی را پشتیبانی کنند که در فناوری فعلی RFID موجود نیست. این سیستم نیازمند حافظه بیشتری نسبت به حافظه برچسبهای موجود است. برای مثال، مؤسسه ملی استاندارد و فناوری [3] پیشنهاد می‌کند که امضای RSA اندازه‌ای ۱۰۲۴ یا ۲۰۴۸ بیتی را شامل شود. به طور کلی، حافظه بیشتری برای ذخیره اطلاعات شناسایی مربوط به تراکنشها مورد نیاز است.

با همه این اوصاف، مبحث امنیت و محرمانگی در سیستم‌های RFID و لازمه آنها که مبحث رمزنگاری است، امری اجتناب ناپذیر است و پیش بینی می‌شود که با افزایش روزافزون استفاده از این فناوری و همچنین، ارتقای تواناییهای اجزای سخت افزاری سیستم محدودیتهای فعلی RFID مرتفع شود[۳۷ تا ۴۴] .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 . Public Key Infrastructure (PKI)
2. Middleware
3. National Institute of Standards and Technology (NIST)

جدول ۱۱: فهرست منابع و مقالات علمی در زمینه امنیت RFID [٤٥ تا ٤٩]

طبقه بندی	منابع علمی معتبر
Privacy	Garfinkel et al. (2005), Kelly and Erickson (2005), Stajano (2005)
Security	Phillips et al. (2005), Shih et al. (2005)

۷. تحلیل و ارزیابی

بر اساس نتایج و مقایسه های انجام شده بین فناوریهای مختلف در زمینه شناسایی خودکار و قابلیتهای آنها (در جدول ۱) فناوریRFID دارای تواناییهای بیشتر و بهتری نسبت به سایر روشهای موجود برای تأمین نیازهای آینده است. لذا، مزایا و محدودیتهای اساسی این فناوری به قرار زیر است:

الف. معایب و محدودیتهای فنی RFID

- حملهٔ فیزیکی

به طور معمول برای انجام دادن چنین حملاتی لازم است که برچسبها به طور فیزیکی دستکاری شوند. بعضی از گونه‌های حملهٔ فیزیکی عبارت‌اند از: حملات Probe، از بین بردن مادهٔ نگهداری کنندهٔ اطلاعات، در معرض رطوبت قراردادن، حک کردن اطلاعات با تابش اشعه، قطع ساعت زمانی برچسب و مواردی این چنین. برچسبهای RFID در برابر چنین حملاتی مقاومت کمی دارند.

- تحلیل ترافیک

فرایند رهگیری و آزمودن پیامها به منظور بیرون کشیدن اطلاعات از الگوهای ارتباطی را تحلیل ترافیک می‌گویند. این نوع حمله ممکن است هنگامی که یک پیام رمزگذاری شده اما قابل رمزگشایی نیست، هم اتفاق بیفتد. معمولاً هر چه تعداد پیامهای مشاهده شده بیشتر باشد، اطلاعات بیشتری را می‌توان از تحلیل ترافیک استخراج کرد.

- قیمت بالا

علی‌رغم پیشرفتهای علمی و فنی صورت گرفته، قیمت این برچسبها بالاست و برای کاربردهای مختلف مقرون به صرفه نیست.

- تداخل

تداخل بر چسب خوانها: زمانی اتفاق می‌افتد که سیگنالهای ارسال شده از چند دستگاه بر چسب خوان تداخل پیدا می‌کنند.

تداخل برچسبها: زمانی اتفاق می‌افتد که تعداد برچسبهای بسیار زیادی در فضای کوچکی وجود داشته باشند.

- مسئله ایمنی

بیشتر برچسبهای RFID حتی پس از خرید و خروج از فروشگاه فعال هستند، در نتیجه، اطلاعات آنها می‌تواند توسط دستگاههای بر چسب خوان خوانده شود. بنابراین، احتمال سرقت کالاها افزایش می‌یابد. علاوه بر این، بسیاری از سازمانها هنگام خرید مشتری اطلاعاتی را در باره مشتری از جمله شماره کارت اعتباری[1]، آدرس، نام و... به برچسب کالاها منتقل می‌کنند تا فهرستی از مشخصات مشتریان خود داشته باشند که این امر اطلاعات محرمانه مشتریان را به خطر می‌اندازد.

- مشکلات اجتماعی

بر اثر پیشرفتهای اخیر فناوری در بسیاری از مناطق مختلف دنیا فناوری RFID برای تشخیص هویت افراد استفاده می‌شود. این امر به عقیده بسیاری از افراد نامطلوب است، زیرا شخصیت اجتماعی و انسانی آنها را زیرسؤال می برد و سبب می‌شود که به انسانها به چشم یک ربات نگریسته شود.

1 . Credit-card

- عدم وجود استانداردها

شرکتهای متعددی وجود دارند که دستگاههای RFID را تولید می‌کنند، اما قوانین و استانداردهای جهانی خاصی برای این تولید وجود ندارد.این مسئله سبب می‌شود که فناوری RFID طراحی شده برای یک کمپانی یا شرکت، فقط در همان شرکت قابل استفاده باشد و برچسبهای موجود بر روی محصولات یک کمپانی [مثلاً تامین‌کننده] ممکن است توسط کمپانی دیگر [مثلاً تولید کننده] خوانده نشود که این امر مشکلات فراوانی را ایجاد می‌کند. استانداردهای موجود برای تعیین فرکانس RFID نیز در کشورهای مختلف تفاوت دارد.

ب . مزایای RFID:

به طور کلی، مزایایی این فناوری در دو جنبه کاهش هزینه [مانند کاهش هزینه های موجودی، کاهش هزینه های نیروی کار و...] و ایجاد ارزش [مانند افزایش رضایت مشتری، مبارزه با کالاهای جعلی، افزایش درآمد و...] بررسی می‌شود. البته، علاوه بر آن می توان به موارد زیر نیز اشاره کرد:

- عدم نیاز به دید مستقیم هنگام خواندن برچسب؛
- امکان خواندن چندین برچسب در آن واحد؛
- مرتبط بودن اطلاعات درون برچسب با شئ الحاقی؛
- انجام دادن دو عمل شناسایی هویت و کنترل امنیت به طور یکجا؛
- موجود بودن برچسبهایی با سایزها و اشکال مختلف؛
- امکان متصل کردن برچسبها به هر نوع شئی؛
- تسریع بخشیدن عملیات گشتن و تعیین هویت شئ؛

با توجه به پژوهشهای انجام شده در بین روشهایی که برای شناسایی استفاده شده است، امروزه فناوری بار کد به عنوان عمومی ترین و پر کاربرد ترین روش مورد استفاده قرار می گیرد، اما با توجه به نیازهای جامعه امروز و توسعه گسترش شناسایی در آینده و با توجه به قابلیتهای زیر می‌توان RFID را به عنوان رقیب

جدی و نسل بعدی بار کد معرفی کرد:

- هیچ نیازی به قرار گرفتن بارکدخوان دقیقاً رو به روی برچسب نیست؛
- برچسبهای RFID بهتر می توانند بر روی کالاها نصب شوند و نصب آنها در محل خاصی الزامی نیست؛
- برچسبهای RFID از فواصل طولانی تری نسبت به بارکدها قابل خواندن و دسترسی هستند؛
- برچسبهای RFID چندین بار قابل خواندن/ نوشتن هستند، در حالی که بارکدها یک بار مصرف اند؛
- نیازی نیست برای خواندن برچسبهای RFID افراد را دقایقی وادار به توقف در بخش بارکدخوان کرد.

لذا، به منظور توسعه و بهره وری کامل از این فناوری، با توجه به مشکلات ذکر شده برای جایگزینی آن با سیستم بارکد، پیشنهاد می‌شود که این دو سیستم همزمان با هم استفاده شود تا با مرتفع شدن چالشها در آینده بتوان RFID را به طور کامل جایگزین بارکد در سیستم های صنعتی و اقتصادی کرد.

یکی از موضوعاتی که در ارتباط با هر فناوری مطرح است، فراگیر بودن آن است تا بتوان از هر نقطه‌ای در دنیا به آن دسترسی داشت یا آن را کنترل کرد. به دلیل عمومیت، قابلیت دسترسی و هزینه پایین اینترنت، به عنوان محیط واسط ارتباط از راه دور انتخاب شده که در جدول ۴ به این موضوع پرداخته و ارزیابی شده است. در این میان، PML که زیر مجموع های از زبان توسعه پذیر XML است، یک زبان استاندارد و مشترک برای مدیریت و شناسایی اطلاعات در تمام سیستم RFID است که می تواند به عنوان رابطی بین این دو سیستم (شبکه) قرار گیرد که در بخش ۲ به این موضوع پرداخته شده است. همچنین، نتایج به دست آمده در جدولهای ۷ و ۸ نشان می‌دهد که هنوز این فناوری از یک استاندارد جامع و جهانی برای پیاده سازی استفاده نکرده است.

۸. نتیجه گیری

فناوریهای جدید و رقابتی RFID روز به روز پدیدار می شوند و توسعه می یابند که برخی مربوط به بهبود سیستم های فعلی و برخی کاملاً جدید و متفاوت هستند. در کنار مزایا و کاربردهای فراوانی که به کارگیری این فناوری به همراه دارد، هنوز پذیرش RFID در جامعه کنونی به موانع و مسائلی محدود می‌شود که باید بدانها نیز پرداخته شود. این مسائل ابعاد زیر را در بردارد:

- نبود تجربه کافی و نیاز به تخصصهای خاص برای پیاده‌سازی RFID؛
- هزینه‌های بالای سخت‌افزار و نرم‌افزار، پیکربندی، یکپارچه‌سازی و آموزش؛
- امکان‌سنجی و مطالعهٔ نیازمندیهایی که برای پذیرش و به کارگیری این فناوری لازم است؛
- ترجمهٔ داده‌های خام به فرم داده‌های تجاری هوشمند؛
- ضعفهای موجود فناوری مانند قابلیت اطمینان داده و نبودن امنیت لازم؛
- وجود نداشتن استانداردهای یکسان؛
- بهینه‌سازی پیکربندی و توسعه میان افزارها به منظور جمع‌آوری و مدیریت داده‌ها؛
- وجود تداخل [تداخل سیگنالهای ارسال شده از چند دستگاه بر چسب خوان]؛
- یکپارچه سازی تمام فرایندها.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

آنچه مسلم است، مهم‌ترین چالش فراروی ما نبود زیرساختهای لازم است. شبکه‌های مطمئن و قدرتمند و امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری از جمله زیر ساختهای لازم برای به کار گیری فناوری RFID هستند که با وجود ضعف در آنها نمی‌توان از این فناوری بهره کافی را برد. تولید سخت‌افزارهای لازم در ایران در مواردی بسیار دشوار و در مواردی نیز دارای هزینه بسیار بالاست که کمتر سرمایه گذاری را مجاب به تولید ملزومات RFID می‌کند.

لذا، با توجه به جوان بودن این فناوری و نیاز صنعت کشور به آن، لازم است که افرادی متخصص با این فناوری، ظرایف، مزایا، امکانات و قابلیتهای آن به خوبی آشنا شوند و همچنین، کاستیها و کمبودهای آن مورد بررسی قرار گیرد تا زمینه‌ای مناسب برای ارائه طرحها و راه‌حلهای ارائه شده توسط مهندسان داخلی به عنوان مرجع کارهای بزرگ مطرح شود.

مراجع

1. Landt, J., "The History of RFID", **IEEE Potentials**, Vol. 24, No.4, pp 8–11, 2005.
2. http://www.ccl.cityu.edu.hk/Research/Demo/RFIDTechnologyIntroduction.ppt **.**
3. Srivastava, B., "Radio Frequency ID Technology: The Next Revolution in SCM", **Business Horizons**, Vol. 47, No. 6, pp. 60-8, 2004.
4. Goth, G.,"RFID: Not Quite Prime Time, but Dawdle at your Own Risk", **IEEE Distributed Systems Online,** Vol. 6, No. 2, pp. 1–8, 2005.
5. Smith, A.D., Exploring Radio Frequency Identification Technology and Its Impact on Business Systems Information Management & Computer Security, Vol. 13, No. 1, pp. 16–28, 2005.
6. Konstantinos, D., Bimal, K., Chimay, A., "Radio-Frequency Identification (RFID)" **Applications: A Brief introduction**, pp.350-355, 2007.
7. VeriSign Organization, "The EPCglobal Network: Enhancing The Supply Chain", **VeriSign White Paper**, pp. 3-7, 2005.
8. Sanjay Sarma, "A History of EPC", **Garfinkelbook**, pp. 37-42, 2005.
9. EPCglobal Inc., "The EPCglobal Network, Overview of Design, Benefits & Security", **EPCglobal Inc**., pp. 4-5, 2005.

۱۰. زرگر، محمود ، **مدیریت زنجیره تأمین**، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۳۸۵ .

11. Nikitin, P.V., Rao, K.V.S., Lam, S.F., Pillai, V., Martinez, R., Heinrich, H., "Power Reflection Coefficient Analysis for Complex Impedances in RFID Tag Design", **IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques**, Vol. 53, No.9, pp.2721–2725, 2005.
12. Rao, K.V.S., Nikitin, P.V., Lam, S.F., "Antenna Design for UHF RFID Tags: A review and a practical application", **IEEE Transactions on Antennas & Propagation,** Vol. 53, No.12, pp.3870–3876. 2005.
13. Ukkonen, L., Sydanheimo, L., Kivikoski, M., "Effects of Metallic Plate size on the Performance of Microstrip Patchtype Tag Antennas for Passive RFID", **Antennas and Wireless Propagation Letters**, Vol. 4, pp.410–413, 2005.

14. Repo, P., Kerttula, M., Salmela, M., Huomo, H., "Virtual Product Design Case study: The Nokia RFID Tag Reader", **IEEE Pervasive Computing,** Vol. 4, No. 4, pp. 95–99, 2005.
15. Gilbert, H., Robshaw, M., Sibert, H., "Active Attack Against HB/sup +/: A probably Secure Lightweight Authentication Protocol". **Electronics Letters**, Vol. 41, No. 2, pp. 1169–1170, 2005.
16. Yen, Y.-S., Lin, F., Chao, H.-C., "Integrated Residential Gateway: Easy IA Management with P2P Community Using RFID", **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, Vol. 51, No. 3, pp. 824–830, 2005.
17. Brewin, "RFID users differ on standards", ComputerWorl**d**, October 27, 2003.
18. http://www.rfidjournal.com.
19. Jansen, M.B., Eradus, W., "Future Developments on Devices for Animal Radiofrequency Identification", **Computers and Electronics in Agriculture,** Vol. 24, No.1–2, pp. 109–117, 1999.
20. Kampers, F.W.H., Rossing, W., Eradus, W.J., "The ISO Standard for Radiofrequency Identification of Animals", **Computers and Electronics in Agriculture**, Vol. 24, No. 1–2, pp. 27–43, 1999.
21. Matt Ward, Rob van Kranenburg, Gaynor Backhouse, "JISC TechWatch, RFID: Frequency, Standards", **Adoption and Innovation**, May 2006.
22. 5 Uses of RFID In Automotive, Transportation + Related Sectors – RFID Gazette – September 2006.
23. Streit, S., Bock, F., Pirk, C.W.W., Tautz, J., "Automatic Lifelong Monitoring of Individual Insect Behaviour Now Possible", **Zoology,**Vol. 106, No. 3, pp. 169–171, 2003.
24. Wyld, D.C., Jones, M.A., Totten, J.W., Where is My Suitcase? RFID and Airline Customer Service, Marketing Intelligence & Planning, Vol. 23, No. 4, pp. 382–394. 2005.
25. Sommerville, J., Craig, N., "Intelligent Buildings with Radio Frequency Identification Devices". **Structural Survey**, Vol, 23. No. 4, pp. 282–290, 2005.
26. Yagi, J., Arai, E., Arai, T., "Parts and Packets Unification Radio Frequency Identification (RFID) Application for Construction", **Automation in Construction**, Vol. 14, No. 4, pp. 477–490, 2005.
27. Hum, A.P.J., "Fabric Area Network—a New Wireless Communications Infrastructure to Enable Ubiquitous Networking and Sensing on Intelligent Clothing", **Computer Networks**, Vol. 35, No. 4, pp. 391–399, 2001.
28. Vorst, K.L., Clarke, R.H., Allison, C.P., Booren, A.M., "A Research Note on Radio Frequency Transponder Effects on Bloom of Beef Muscle", **Meat Science**, Vol, 67 No. 1, pp. 179–182, 2004.
29. Jones, P., Clarke-Hill, C., Comfort, D., Hillier, D., Shears, P., "Radio Frequency Identification and Food Retailing in the UK", **British Food Journal**, Vol. 107, No. 6, pp. 356–360, 2005.
30. Coyle, K., "Management of RFID in libraries". **The Journal of Academic Librarianship**, Vol. 31, No. 5, pp. 486–489, 2005.
31. Fabbi, J.L., Watson, S.D., Marks, K.E., Sylvis, Z., "UNLV Libraries and the Digital Identification Frontier", **Library Hi** Tech, Vol. 23, No. 3, pp. 313–322, 2005.

32. Angeles, R.," RFID Technologies: Supply-chain Applications and Implementation Issues", **Information Systems Management**, Vol. 22, No. 1, pp. 51–65, 2005.
33. Ruff, T.M., Hession-Kunz, D., "Application of Radiofrequency Identification Systems to Collision Avoidance in Metal/Nonmetal Mines". **IEEE Transactions on Industry Applications**, Vol, 37, No. 1, pp. 112–116, 2001.
34. Hsi, S., Fait, H., "RFID Enhances Visitors' Museum Experience at the Exploratorium", **Communications of the ACM,** Vol. 48, No. 9, pp. 60–65, 2005.
35. Eckfeldt, B., "What does RFID do for the consumer?" **Communications of the ACM,** Vol. 48, No. 9, pp.77–79, 2005.
36. Jones, P., Clarke-Hill, C., Hillier, D., Comfort, D., "The Benefits, Challenges and Impacts of Radio Frequency Identification Technology (RFID) for Retailers in the UK." **Marketing Intelligence & Planning**, Vol. 23, No. 4, pp. 395–402, 2005.
37. Z. Nochta, T. Staake, and E. Fleisch, Product Specific Security Features Based on RFID Technology, in Proc. Int. Symp. Appl. Internet Workshops (SAINTW), pp. 72–75, 2006
38. Juels, A., "RFID security and privacy: A Research Survey," I**EEE J. Sel. Areas Commun,** Vol. 24, No. 2, pp. 381–394, Feb. 2006.
39. Ohkubo, M., Suzuki, K., Kinoshita, S., "RFID Privacy Issues and Technical Challenges", **Communications of the ACM,** Vol. 48, No. 9, pp. 66–71, 2005.
۴۰. مهربان جهرمی، حسین، فریدون شعبانی نیا، "معرفی پارامترهای مؤثر در ارزیابی سیستم‌های عملیات از راه دور"، **فصلنامه آموزش مهندسی**، ایران ، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان۱۳۸۶ .
۴۱. شعبانی نیا، فریدون، داود توکل پور، "نقش اینترنت در آزمایشگاه های آموزشی و تحقیقاتی دانشکده های مهندسی" **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال هشتم، شماره ۳۰، تابستان ۱۳۸۵ .
۴۲. دائی چیان، ابوالقاسم، فریدون شعبانی نیا، "کاربرد فناوری اطلاعات در امنیت سیستم‌های کنترل صنعتی"، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال هشتم، شماره ۳۲، زمستان ۱۳۸۵ .
43. Phillips, T., Karygiannis, T., Kuhn, R., "Security Standards for the RFID Market". **IEEE Security & Privacy Magazine,** Vol. 3, No. 6, pp. 85–89, 2005.
44. Http://www.syverson.org/univrenc-ctrsa.pdf
45. Garfinkel, S.L., Juels, A., "Pappu, R., RFID Privacy: An Overview of Problems and Proposed Solutions". **IEEE Security & Privacy Magazine,** Vol. 3, No. 3, pp. 34–43, 2005.
46. Kelly, E.P., Erickson, G.S., "RFID tags: Commercial Applications v. Privacy Rights". **Industrial Management & Data Systems**, Vol. 105, No. 6, pp. 703–713, 2005.
47. Stajano, F., "RFID is X-ray Vision",**Communications of the ACM**, Vol. 48, No. 9, 31–33, 2005.
48. Phillips, T., Karygiannis, T., Kuhn, R., "Security Standards for the RFID Market". **IEEE Security & Privacy Magazine,** Vol. 3, No. 6, pp. 85–89, 2005.
49. Shih, D.-H., Sun, P.-L., Lin, B., "Securing Industry-wide EPCglobal Network with WS-Security", **Industrial Management & Data Sys,** 2005.

(تاریخ دریافت مقاله:۴/۵/ ۱۳۸۷)
(تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۵/۱۷)