# تعیین و اولویت‌بندی موانع اجرای RFID در مدیریت زنجیره‌ی تأمین (موردکاوی صنعت مواد غذایی)

رضا سپهوند [۱]
هادی بالوئی جام‌خانه [۲]
محسن عارف‌نژاد [۳]

**چکیده**

هم‌زمان با توسعه‌ی علم و تکنولوژی، استفاده از روش‌های مدرن در کسب سریع اطلاعات، در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی نیز این گسترش در چند دهه‌ی گذشته شتاب یافته است که در این خصوص روش شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی (RFID) یکی از روش‌های تعیین‌کننده برای بهبود مزیت رقابتی شرکت‌ها به‌شمار می‌رود. استفاده از سیستم RFID یکی از بهترین راه‌حل‌های ممکن است که به مدیریت زنجیره‌ی تأمین در حل مشکلات لجستیکی کالاهای فاسدشدنی کمک‌های فراوانی خواهد کرد. هدف این تحقیق شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌های موجود در توسعه‌ی فناوری RFID در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی است. در این تحقیق از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP ) و QFD استفاده شده است؛ بدین صورت که با استفاده از FAHP اهمیت نسبی هریک از معیارهای زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی تعیین و سپس با استفاده از QFD اوزان و رتبه‌های موانع و چالش‌های توسعه‌ی RFID در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داده‌اند که بُعد نبود استانداردها دارای بیشترین وزن در میان دیگر ابعاد است. پس از آن، ابعاد مسئله‌ی امنیت داده‌ها، قیمت بالا، تداخل فرکانس‌ها، هزینه‌ی یکپارچه‌سازی سیستم، زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، سازگاری سیستم در زنجیره‌ی تأمین و مشکلات اجتماعی به‌ترتیب بیشترین وزن را دارند.

**واژگان کلیدی:** سیستم شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی (RFID)، زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی، مدیریت زنجیره‌ی تأمین، FAHP، QFD .

---

۱- استادیار گروه مدیریت ، دانشگاه لرستان.
۲- دانشجوی ای مدیریت تولید ، دانشگاه مازندران hadibalouei@yahoo.com.
۳- دانشجوی ای مدیریت ، دانشگاه لرستان (نویسنده‌ی مسئول) mnhastm@yahoo.com.
تاریخ دریافت:۹۲/۷/۲۷ تاریخ پذیرش:۹۲/۱۱/۲۸

**مقدمه**

فناوری RFID (شناسایی از طریق فرکانس های رادیویی)[1] مشتمل بر یک سیستم ردیابی است که در آن به‌طور معمول از تگ‌ها[2] ( چیپ‌هایی الکترونیکی که روی محصول یا بسته‌بندی آن قرار می‌گیرند) برای انتقال داده‌ها به یک گیرنده‌ی بی‌سیم با قابلیت اتصال به کامپیوتر استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر، با توجه به پیشرفت‌های به‌دست‌آمده در این زمینه و ارزان‌سازی و کوچک‌شدن ابعاد تگ‌های RFID، کاربردهای این فناوری به‌ویژه در ردیابی محصولات تجاری گسترش فراوانی یافته و در بسیاری از کاربردها در حال جایگزین‌شدن به‌جای سیستم‌های ارزان قیمت‌تر بارکد است. هم‌زمان با توسعه‌ی علم و تکنولوژی استفاده از روش‌های مدرن در کسب سریع اطلاعات در مدیریت زنجیره ی تأمین نیز در چند دهه‌ی گذشته شتاب پیدا کرده که در این‌باره روش شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی(RFID) یکی از روش‌های تعیین‌کننده برای بهبود مزیت رقابتی شرکت ها به‌شمار می‌رود[23]. براساس مطالعات «وو»[3] (۲۰۰۵) RFID جزو ده تکنولوژی اصلی IT در جهان محسوب شده است[33]. «معینی»[4] (۲۰۰۶) از RFID به‌عنوان موفق‌ترین تکنولوژی در تاریخ زنجیره‌ی تأمین خرده‌فروشی یاد کرده است. جهانی‌شدن نیاز فزاینده‌ای را برای اطلاعات به‌عنوان کالاهایی که از طریق زنجیره‌های تأمین پیچیده‌تر و طولانی‌تر به‌سمت مشتریان در جریان هستند، به‌وجود آورده است. پذیرش و اجرای فناوری مناسب نیز به‌عنوان یک منبع مزیت رقابتی برای شرکت‌های عضو زنجیره‌ی تأمین پدیدار شده است[27]. نگرانی در خصوص سلامت غذایی بیش از دهه‌های گذشته افزایش یافته است. بعد از شیوع آنسفالیت گاوی اسفنجی‌شکل در بریتانیا در سال ۱۹۸۵ خرده‌فروشان اروپا گروه‌های کارگری ایجاد کردند و یک جلسه‌ی خصوصی را که دربردارنده‌ی چندین زنجیره‌ی فروشگاه‌های اروپایی و عرضه‌ی عمده بود برگزار کردند تا

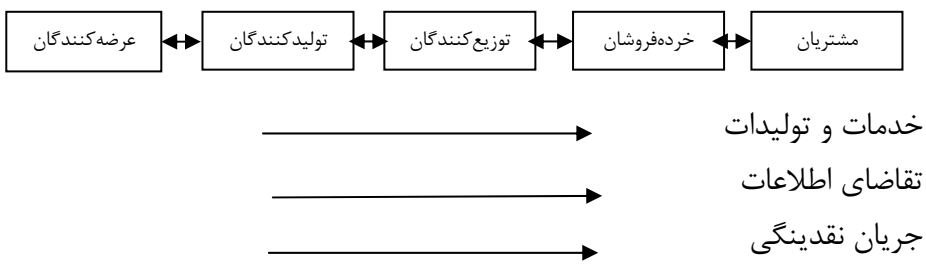
1. Radio Frequency Identification.
2. Tag.
3. Wu.
4. Moeeni.

فاصله‌ی بین کشورها را گسترش دهند و استانداردهای رایگان را برای تولیدات کشاورزی در سرتاسر جهان تأیید کنند. در سال ۱۹۹۷ چندین مغازه‌دار عمده‌ی اروپایی با متحدشدن با هم به تغذیه‌ی ناکافی واکنش نشان دادند تا راه‌های جدید جهانی را برای فروش گوشت، میوه و سبزی‌ها سراسر اروپا گسترش دهند. رسوایی در زنجیره که شامل آلودگی طرز تهیه‌ی غذاهای خانگی و کودکان بود، نگرانی را افزایش داد[14]. زنجیره‌ی تأمین در خصوص کالاهای با عمر کوتاه و فاسدشدنی همواره یکی از بااهمیت‌ترین و چالش‌برانگیزترین مباحث مدیریتی در زمان‌های مختلف بوده است. کالاهای با عمر کوتاه و به‌خصوص مواد غذایی مواردی هستند که بیشترین چالش‌ها را برای مدیریت زنجیره‌ی تأمین به‌وجود می‌آورند[10]. این چالش‌ها به‌طور عمده به‌دلیل تنوع در تعداد این کالاها، نیازهای خاص برای ردیابی و پیگیری جریان کالا در طی زنجیره‌ی تأمین، عمر کمِ محصولات و نیاز به کنترل دما در زنجیره‌ی تأمین بروز می‌کنند. بدیهی است که یک سیستم جمع آوری درست اطلاعات می تواند به حل چالش‌ها و مشکلات مدیریت زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی و دیگر مواد فاسدشدنی کمک‌های شایانی کند. ثبت درست داده‌ها به ما کمک می‌کند تا موجودی و فروش را در طی مجرای زنجیره‌ی تأمین پیگیری و دنبال کنیم که این امر سبب شفافیت زنجیره‌ی تأمین می‌شود و بنابراین به پیش‌بینی‌های دقیق‌تر کمک کرده و از بهینه‌سازی کالاگیری انبارها پشتیبانی می کند. همچنین با وسعت‌بخشیدن به میدان دید در زنجیره‌ی توزیع، امکان برنامه‌ریزی برای کالاگیری انبارها فراهم می‌شود. کالاگیری بهینه درعین‌حال که موجودی انبار را در یک سطح قابل قبول نگه می‌دارد، سبب کم‌شدن میزان ضایعات انبار نیز می‌شود. قابلیت رؤیت و شانس بررسی زنجیره‌ی توزیع همچنین این امکان را به مدیران می دهد که از کمبودها یا موجودی اضافی انبارها در زمان وقوع مطلع شده و پیش از اینکه تهدیدات به‌صورت عملی نمایان شوند نسبت‌به آنها واکنش نشان دهند و تصمیمات لازم را بگیرند[8]. با توجه به اهمیت تحقیق، پژوهش حاضر سعی بر آن دارد تا با استفاده ی تکنیک QFD و FAHP، موانع توسعه‌ی RFID در صنعت مواد غذایی را اولویت‌بندی کند. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقات اندکی پیرامون

موانع اجرای RFID در زنجیره‌ی تأمین در کشور صورت گرفته است این نتایج تحقیق می‌تواند به مدیران مربوطه کمک کند تا با شناسایی موانع ، استراتژی‌ها و راهکارهای لازم را برای رفع آنها و استقرار هرچه بهتر سیستم RFID به‌کار گیرند. ساختار مقاله شامل: ارائه‌ی پیشینه‌ی مرتبط با موضوع، نقش RFID در زنجیره‌ی تأمین، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)، گسترش کارکرد کیفیت (QFD)، ماتریس خانه‌ی کیفیت ، موانع و چالش‌های RFID در زنجیره‌ی تأمین، روش تحقیق، یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری است.

## پیشینه‌ی تحقیق

براساس گفته‌ی «لوکامی»[1] و همکاران (۲۰۰۰) زنجیره‌های تأمین، شبکه‌هایی از شرکت‌ها هستند که برای تحویل کالا یا خدمت به یک بخش ازقبل تعیین‌شده از بازار، با یکدیگر در تعامل‌اند و در طول مرزهای سازمان‌ها و کشورها فعالیت می‌کنند. همان‌گونه که در شکل زیر نشان داده شده است، مدیریت زنجیره‌ی تأمین برای هماهنگ‌کردن جریان ورود مواد، عملیات تولیدی و توزیع محصولات در پایین‌دست استفاده می‌شود؛ به‌طوری‌که سازمان‌ها می‌توانند به تغییرات در تقاضای مشتریان، بدون افزودن بر موجودی انبار پاسخ مناسب بدهند [26].




شکل ۱. مدل زنجیره‌ی تأمین[26]

1. Lockamy.

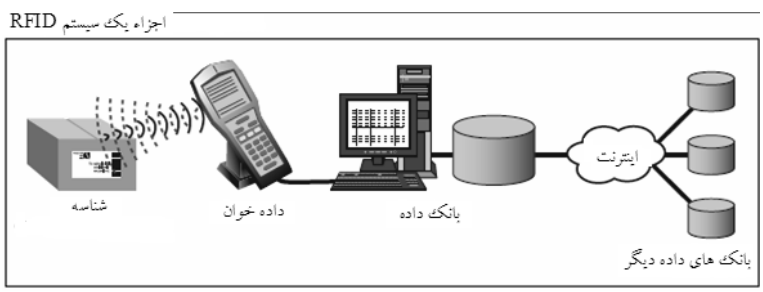
RFID یا «سیستم شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی» به سیستمی گفته می‌شود که در آن یک وسیله‌ی الکتریکی با استفاده از فرکانس‌های رادیویی یا امواج الکترومغناطیسی با شناسه‌ای که به یک کالا الصاق شده است ارتباط برقرار می‌کند. دو بخش مهم از سیستم RFID که از آنها بسیار صحبت می شود: شناسه یا برچسب[1] و دیگری داده‌خوان[2] هستند. تگ همان برچسب یا شناسه‌ی متصل به کالایی است که قرار است ردیابی شود و داده‌خوان وسیله‌ای است که حضور برچسب‌های RFID را در محیط تشخیص می‌دهد و اطلاعات ذخیره‌شده در آنها را بازیابی می‌کند. در نهایت داده‌خوان قادر خواهد بود تا اطلاعات بازیابی‌شده را به یک سیستم رایانه‌ای گزارش دهد. داده‌خوان‌ها با کمک برنامه‌های میان‌افزاری با نرم‌افزارهای کاربردی ارتباط برقرار می‌کنند. در این میان آنتن‌ها(یی) بین داده‌خوان و شناسه وجود دارد که ارتباط بین این دو را تقویت می‌کند[2].

یک سیستم RFID شامل اجزای زیر است:

۱. شناسه (Tag) یا فرستنده؛

۲. داده‌خوان‌ها و آنتن‌ها؛

۳. نرم‌افزار.




شکل ۲. اجزای یک سیستم RFID (منبع: اداره‌ی حسابرسی دولتی آمریکا)

1. Tag.
2. Reader.

## RFID در مدیریت زنجیره‌ی تأمین

مدیریت زنجیره‌ی تأمین به‌صورت «همه‌ی فعالیت‌های مدیریتی مرتبط با جریان مواد از تأمین کنندگان یک سازمان به مشتریان آن سازمان» توصیف می‌شود که هدف اصلی آن بیشینه‌سازی رضایت مشتری در پایین‌ترین هزینه‌ی ممکن است [7]. «بوز» و «پال»[1] معتقدند که فناوری‌های شناسایی خودکار همانند RFID «بر تمام جنبه‌های مدیریت زنجیره‌ی تأمین اثر می‌گذارد و به ارتقای مدیریت تقاضا، سفارشی‌سازی و تهیه‌کردن دوباره‌ی کالاهای کاهش‌یافته در موجودی کمک می‌کند، درحالی‌که هزینه‌های توزیع و موجودی را کاهش می‌دهد و در ضمن مدل‌های جعلی و تقلبی از کالاهایی با نام و نشان تجاری را کاهش می‌دهد[7]. برچسب‌زدن بر هر کالا در یک زنجیره‌ی تأمین در ارسال محصول درست به مقصد درست و در زمان درست، به کاهش هزینه‌ی عملیات و حمل‌ونقل و به‌حداقل‌رساندن زمان‌های تحویل در توزیع کمک می‌کند.

«تویست»[2] (۲۰۰۵) در مقاله‌ی خود بیان می‌کند که به‌کارگیری RFID منجر به کارایی بیشتر در عملیات و مدیریت زنجیره‌ی تأمین خواهد شد. در عوض استدلال می‌شود که RFID به‌دلیل ارتباط و پاسخ‌گویی بهتر با مشتریان و کارآیی در عملکرد مالی از طریق سرمایه‌ی کاری کاهش‌یافته، بایستی منجر به بازدهی بیشتر که به‌معنای ایجاد ارزش در بازاریابی است، شود[30]. تولیدکنندگان، خرده‌فروشان، تأمین‌کنندگان لجستیک و مؤسسات دولتی در حال استفاده‌ی بی‌سابقه از فناوری RFID برای ردیابی، مصون کردن و اداره‌کردن کالاها از زمانی که آنها مواد خام هستند تا انتهای چرخه‌ی محصول می‌باشند. تولیدکنندگان به‌شکل به‌خصوص می‌توانند از RFID بهره‌مند شوند، زیرا این فناوری می‌تواند فرایندهای داخلی را کارآتر کند و پاسخ‌گویی زنجیره‌ی تأمین را ارتقا دهد؛ برای مثال، براساس نتایج مطالعه‌ای که از سوی مؤسسه‌ی

1. Bose and Pal.
2 .Twist.

تحقیقاتیAMR [1] صورت گرفت، مشخص شد که پذیرندگان اولیه ی RFID در صنعت محصولات مصرفی، هزینه‌های زنجیره‌ی تأمین را بین ۳ تا ۵ درصد کاهش دادند و درآمدشان بین ۲ تا ۷ درصد به‌دلیل قابلیت دید مضاعفی که RFID فراهم می‌کند، رشد کرد[4].

درحالی‌که «آنجلز»[2] (۲۰۰۵) بیان می‌کند که «RFID متعهد به بستن شکاف‌های اطلاعاتی در زنجیره ی تأمین است»، «کین» و «مکینتاش»[3] (۲۰۰۱) پا را فراتر می‌گذارند و معتقدند که فناوری‌های RFID «آزادی‌های فرایند» را ارائه می‌کنند؛ «که آن، قابلیتی برای افزودن ارزش در طول کل زنجیره تأمین ... و روابط کسب وکار» با ایجاد قابلیت تحرک اطلاعات، افراد و فعالیت‌های کسب‌وکار است. به‌صورت خلاصه، اطلاعات اجازه‌ی شفافیت کامل در طول زنجیره‌ی تأمین را می‌دهد؛ مسیر حیاتی که از بازاریابی به مشتری سوق داده می‌شود[5],[20].

«صنایعی» و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی عوامل مؤثر بر توسعه‌ی فناوری RFID در مدیریت زنجیره‌ی تأمین الکترونیکی(E-SCM) در شرکت ایران خودرو بررسی کردند و نشان داده‌اند که بعد استاندارد و مشخصات بین‌المللی دارای بیشترین وزن در میان دیگر ابعاد مؤثر است. پس از آن، ابعاد امنیت، هزینه، زیرساخت های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، تکنولوژی و دیگر عوامل به‌ترتیب بیشترین وزن را دارند [1]. این نکته را بایستی متذکر شد که در کنار این الزامات مالی که RFID ایجاد می‌کند، سازمان با سرازیرشدن حجم گسترده‌ای از داده‌ها مواجه می‌شود که برای موفقیت، این داده‌ها بایستی به اطلاعات و در نهایت دانش تبدیل شوند. در واقع فناوری RFID می‌رود که در داخل مدیریت زنجیره‌ی تأمین کوه‌هایی از داده‌ها درباره‌ی موقعیت پالت‌ها، جعبه‌ها و کارتن‌ها ایجاد کند. این فناوری می‌کوشد اقیانوس‌هایی از اطلاعات درباره‌ی اینکه یک کالا در چه زمان و مکانی تولید، انتخاب و حمل می شود، تولید کند. این

1. AMR Research Report.
2 .Angeles.
3 .Keen and Mackintosh.

فناوری می‌رود که رودخانه‌هایی از اعداد را ایجاد کند که مجبور خواهند بود ذخیره شوند، به‌صورت بلادرنگ[1] انتقال داده شوند و در مدیریت انبار و موارد دیگر تقسیم شوند[23].

**انواع کاربردی RFID معمولاً به ۴ دسته تقسیم می‌شوند:**

* فرکانس پایین (LF) از ۱۲۵ تا ۱۳۴ کیلوهرتز: عمدتاً به‌منظور کنترل دسترسی و برچسب‌گذاری روی حیوانات استفاده شده و برای مایعات و فلزات خیلی مناسب نیست.

* فرکانس بالا (HF) ۱۳.۵۶ مگاهرتز: مناسب‌ترین نوع برای به‌کارگیری در اتصالات بین‌قاره‌ای بدون نیاز به محدوده‌ی خوانش طولانی است.

* فرکانس فوق‌العاده بالا (UHF) ۸۶۰ تا ۹۶۰مگاهرتز: ارزان‌ترین نوع RFID برای تولید بوده و در حد وسیعی در برنامه‌های کاربردی زنجیره‌ی تأمین به‌کار می‌روند.

* میکروویو تا ۲.۴۵ گیگاهرتز.

تگ‌های UHF می‌توانند در یک محدوده‌ی خوانش طویل خوانده شوند. در مقایسه با تگ‌های LF ، تگ‌های HF و UHF برای نارسایی مواد مات و غیرشفاف مناسب‌ترند.

تگ‌های میکروویو نسبت‌به تگ‌های UHF از نرخ انتقال بیشتری برخوردارند، اما نسبت به تگ‌های UHF برای شناسایی مواد مات و غیرشفاف مناسب‌ترند[30].

## زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی

زنجیره‌ی تأمین در خصوص کالاهایی با عمر کوتاه و فاسدشدنی همواره یکی از بااهمیت‌ترین و چالش‌برانگیزترین مباحث مدیریتی در زمان‌های مختلف بوده است. کالاهای با عمر کوتاه و به‌خصوص مواد غذایی، مواردی هستند که بیشترین چالش‌ها را برای مدیریت زنجیره‌ی تأمین به‌وجود می‌آورند.این چالش‌ها اغلب به‌دلیل تنوع در

1 .Real-time.

تعداد این کالاها، نیازهای خاص برای ردیابی و پیگیری جریان کالا در طی زنجیره ی تأمین، عمر کم محصولات و نیاز به کنترل دما در زنجیره‌ی تأمین بروز می‌کنند. به‌علاوه، حجم زیاد کالاهایی که طول زنجیره‌ی تأمین جابه‌جا می‌شوند، تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب فرایندهایی با بیشترین بازدهی را یک الزام می کنند. بنابراین، مدیریت زنجیره ی تأمین کارآمد در خصوص کالاهای با عمر کوتاه و به‌ویژه مواد غذایی بیشترین درجه‌ی اهمیت را به‌خود اختصاص می‌دهد[25].

از آنجا که بافزایش میزان بازدهی سرمایه، یکی از اصلی‌ترین اهداف هر صنعتی است، ایجاد پیوستگی و در نتیجه جابه‌جایی سریع در زنجیره، یکی از اساسی ترین نیازهای زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی[1] محسوب می‌شود. همان‌گونه که گفته شد زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی معمولاً با حجم زیادی از مواد اولیه ی محصولات سروکار دارد، این مسئله موجب می شود که هر نوع صرفه‌جویی در مدت زمانی که صرف جابه‌جایی کالاها و اداره‌ی فعالیت‌های زنجیره می‌شود، به‌نوعی تبدیل به یک مزیت رقابتی بااهمیت شود. از دیدگاه کنترل حرارت، تمامی عملیاتی که در محیطی به‌جز محیط‌های یخچالی یا فریزری اجرا می‌شوند، بدون شک باید بسیار سریع انجام شوند[34].

امروزه به‌دلیل افزایش در ارائه‌ی انواع غذاهای آماده و محصولات گوشتی و غیرگوشتی بسته‌بندی شده، تنوع کالاهای فاسدشدنی و با عمر کوتاه با سرعت زیادی در حال افزایش است، بدیهی است که تنوع کالاها پیچیدگی کنترل زنجیره ی تأمین را بسیار افزایش می‌دهد و در نتیجه با پیچیده‌شدن مدیریت انبارها و برنامه‌ریزی ظرفیت انبارها و زمان‌بندی تولید، کارایی زنجیره‌ی تأمین با رکود مواجه می‌شود. برای مثال پیش‌بینی میزان مصرف همه‌ی انواع این کالاها کاری بسیار دشوار و زمان‌بر خواهد بود، به‌دلیل تاریخ مصرف محدود مواد غذایی تنها میزان محدودی از نقطه‌ی بهینه (نقطه‌ی اطمینان) می‌تواند در انبارها نگهداری شود و در نتیجه نمی‌توان تضمین کرد

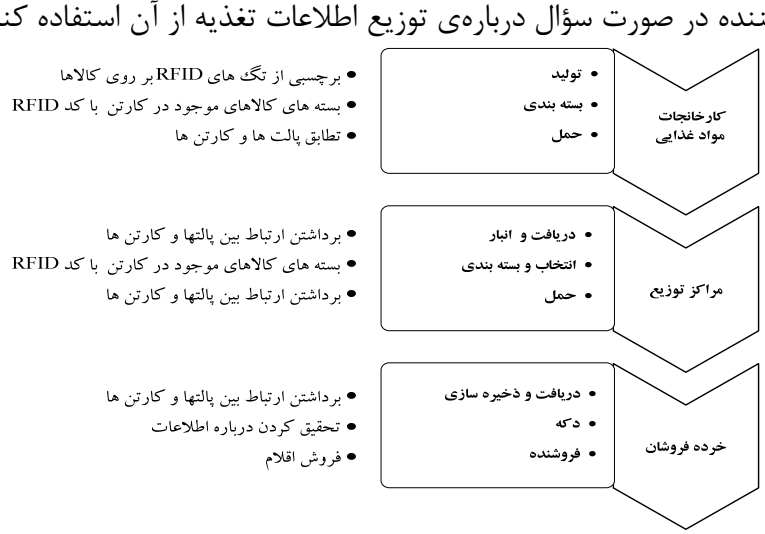
1. Food supply chain.

که محصول خاصی همیشه و در هر زمان در انبار موجود باشد تا بتوان بلافاصله به درخواست‌ها پاسخ داد. یکی دیگر از مشکلات زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی، ضایعات هستند. ضایعات بیش از هر چیز از چرخش موجودی مازاد و موجودی جاری به‌وجود می‌آیند[16].

چرخش انبار کارآمد باید بتواند این مسئله را تضمین کند که کالاها از انبارها براساس سفارش‌های درست و صحیح و مطابق با آنچه که در تاریخ مصرف آنها پیش‌بینی شده بود خارج شوند. متأسفانه یکی از بزرگ‌ترین مشکلاتی که در بسیاری از زنجیره‌های تأمین به‌چشم می‌خورد این است که حلقه‌های مختلف زنجیره‌ی تأمین مانند تولیدکننده، توزیع کننده، فروشنده و اجزای دیگر، از موجودی رو به انقضا و تاریخ دقیق مصرف محتویات انبارهای خود اطلاع دقیقی ندارند و مشاهده می‌شود که محدوده‌ی این مشکل تا حدودی گسترده‌تر از مشکلات قبلی است. برای مثال در یک فروشگاه خرده‌فروشی هزینه‌های ضایعات مبلغی حدود ۱۰٪ از کل هزینه‌های کلیه‌ی محصولات با عمر کوتاه را به‌خود تخصیص می‌دهد. در بخش خواربار اروپا تخمین زده شده است که کالاهایی که تا پیش از به‌پایان‌رسیدن تاریخ مصرفشان به فروش نمی‌رسند، سالانه هزینه‌ای حدود چند بیلیون دلار خسارت به قسمت‌های مختلف زنجیره وارد می‌کنند [37]. گردش درست کالاها و کاهش میزان انبارداری در زنجیره‌ی تأمین، نکات کلیدی برای کاهش میزان ضایعات هستند. در حال حاضر اصلی ترین سیستم های اطلاعاتی که به این منظور در زنجیره‌های توزیع مختلف استفاده می‌شوند، سیستم‌های بارکد هستند. بارکدخوان‌ها خطاهای ناشی از ورود و کنترل دستی داده‌ها را کاهش داده و قابلیت مشاهده را برای کمک به مدیریت زنجیره ی توزیع ارائه می دهند. به‌علاوه معرفی استانداردهای جدید بارکد که تاریخ مصرف را نیز به کد اضافه کرده‌اند به حفظ یکپارچگی گردش موجودی کمک کرده و در نتیجه حل مشکل ضایعات را نیز ساده‌تر می کند. با وجود مزایایی که بر شمرده شد، مشکلاتی نیز در خصوص جمع آوری داده‌ها با استفاده از بارکد وجود دارد. خواندن بارکدها در هر

صورت احتیـاج بـه کنتـرل دسـتی در زنجیـره ی تـأمین دارد و بسـته ی بارکـددار یـا بارکدخوان باید برای خواندن بارکدها بـه‌صـورت دسـتی جابـه‌جـا شـوند و ایـن ثبـت اطلاعات را به‌خصوص در محیط انبارهای خرده‌فروشی که با میـزان فراوانـی از کالاهـا سروکار دارند و درعین‌حال برای لجستیک مؤثری نیز طراحی نشده‌اند، مشکل می‌کند. همچنین قابلیت خواندن بارکدها در برخی مواقع به‌خاطر آلودگی یا خمیدگی بسته ها با مشکل روبه‌رو می‌شود و سبب کاهش دقت و صحت مقادیر خوانده‌شده می‌شود[21].
سه گروه شرکت‌کننده (فرآورده های غذایی، مراکز توزیع و خرده‌فروشی) از طریق سـه مرحله در شکل۳ است. جدول ۱: هر مرحله‌ی یـک نکتـه‌ی خـاص کنتـرل‌شـده را در عملیات گروه‌ها نشان می‌دهد، در مرحلـه» تولیـد فراینـد تغذیـه الکترونیکـی اسـت و برچسب RFID را می چسبانند تا اطلاعات تولیدات را ثبت کند (بـرای مثـال اطلاعـات تولید و محتوای اجرای سازنده و وزن). تولیدکنندگان تولیدات را در داخـل کـارتن‌هـا بسته‌بندی می‌کنند و بر روی آنها برچسب RFID را به‌خوبی می‌چسبانند. در مرحلـه‌ی بسته‌بندی، تشخیص تولیدات خاص توسط کارتن و صفحه‌های حمل بار که کارتن‌ها را نگه می‌دارد و دارای برچسب نیز هستند، همـه ی اطلاعـات مربـوط بـه ایـن سیسـتم، پردازش و فوراً در دسترس قرار می‌گیرند.
گروه دوم شامل عملیات در یک مرکز توزیـع اسـت کـه شـامل دریافـت، انبـارکـردن، انتخاب‌کردن و دوباره بسته‌بندی‌کردن است که روانه‌ی بازار می‌شود. زمانی کـه کالاهـا از داده‌خوان RFID رد می شوند انبارکردن داده‌ها و خرید و فـروش کالاهـای بازرگـانی دوباره ثبت می‌شود. در همان زمان ارتباط متقابل و صفحه ی حمل بار دوباره جابـه‌جـا می‌شود، چون کالاها به دیگر کارتن‌ها در مرحله‌ی بعد اختصـاص دارنـد. اپـراتورهـا در توزیع مرکزی مکانی دارند که کارتن‌ها بر روی صفحه‌ی بار برچسب می‌خورند و داده‌ها برای سیستم بارگیری و روانه‌ی بازار می‌شوند[36].

گروه سوم: خرده‌فروش‌ها دریافت و انبار می‌کنند، سؤالات باجه‌ی تلفن را اداره می‌کنند و کالاها را از طریق سیستم[1] می‌فروشند، (نقاط فروش) اطلاعات فروش را ثبت می‌کنند. وقتی خرده‌فروش‌ها کالاها را از مراکز توزیع دریافت می‌کنند، ارتباط متقابل بین کارتن‌ها و صفحه‌ی حمل بار دوباره جابه‌جا می‌شود. خرده‌فروش‌ها اطلاعات کالای خودشان را می‌نویسند و از نمونه‌خوان RFID برای ثبت اطلاعات مخصوص انبارکردن استفاده می‌کنند و کالاهای جمع‌آوری‌شده به‌وسیله‌ی سیستم را خودشان می‌فروشند. طبق معمول هر خرده‌فروش در فروشگاه یک کیوسک دارد تا مصرف‌کننده در صورت سؤال درباره‌ی توزیع اطلاعات تغذیه از آن استفاده کند[14].




شکل ۳. عملیات سیستم قابلیت ردیابی مواد غذایی

## فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی نخستین‌بار به وسیله ی «توماس. ال. ساعتی»[2](۱۹۸۰) مطرح شد. این تکنیک نظرات و ارزیابی‌های کارشناسان را ترکیب کرده و سیستم تصمیم‌گیری پیچیده را به یک سیستم سلسله‌مراتبی ساده تبدیل می‌کند. سپس روش

1. RFID-pos.
2 .Saaty.

ارزیابی بر حسب مقیاس به‌منظور بررسی اهمیت نسبی مقایسات زوجی در بین هر یک از معیارها، استفاده می‌شود. این تکنیک شاخص‌های کمی و همچنین شاخص‌های کیفی را به‌شکل کارآمدی بررسی می‌کند[29]. با وجود مزایای بسیار، به‌کارگیری AHP متعارف و کلاسیک، در دستیابی دقیق نیازمندی‌های تصمیم‌گیران ناکافی و ناکارآمد به‌نظر می‌رسد و قادر به انعکاس کامل تفکر بشری نیست. به‌منظور مدل‌سازی این نوع از عدم اطمینان‌ها در ترجیحات افراد بشر، تئوری مجموعه‌های فازی (که نخستین‌بار به وسیله ی «زاده» در سال ۱۹۶۵، به‌منظور رسیدگی به ابهامات موجود در تفکر بشری مطرح شد) با مقایسات زوجی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی ترکیب می‌شود. تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، به‌عنوان توسعه‌ی تکنیک AHP می‌تواند درک دقیق‌تری از فرایند تصمیم‌گیری را ارائه دهد[6] .

اعداد فازی درنظرگرفته‌شده برای مقایسه ی زوجی معیارها در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. اعداد فازی سه‌وجهی[22]

| درجه‌ی اهمیت | تعریف | عدد فازی مثلثی |
|---|---|---|
| ۹ | فوق‌العاده مهم | (9, 9,9) |
| ۷ | بسیار مهم | (6, 7, 8) |
| ۵ | مهم | (4, 5, 6) |
| ۳ | نسبتاً مهم | (2, 3, 4) |
| ۱ | اهمیت یکسان | (1, 1, 1) |

با استفاده از اعداد فازی مثلثی و با مقایسات زوجی، ماتریس ارزیابی فازی $A=(a_{ij})m.n$ تشکیل می‌شود. اهمیت نسبی عنصر j بر عنصر i به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود: aij $(L_{ij},M_{ij},U_{ij})$ بعد از محاسبه $S_k$ها باید درجه‌ی بزرگی آنها را نسبت‌به هم به‌دست آورد.

درجه‌ی بزرگی دو عدد فازی $M_1(l_1,m_1,u_1)$ و $M_2(l_2,m_2,u_2)$ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(M_1\geq M_2)=1 \quad m_1\geq m_2 \quad \text{اگر} \qquad (۱)$$

$$V(M_1\geq M_2)=(u_1-l_2)/((u_1-l_2)+(m_2-m_1)) \quad \text{در غیر این صورت}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از K عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه ی زیر به‌دست می‌آید:

$$V(M_1\geq M_2,...,M_k)=V\{(M_1\geq M_2)\text{and}\ \ldots\text{and}(M_1\geq M_k)\}= \min V(M_1\geq M_i)\ i=1,..,k \qquad (۲)$$

فرض می‌کنیم که:

$$(A_i)=\min(S_i\geq S_k)'d \qquad k=1,2,.....,n;k\neq i \qquad (۳)$$

بنا بر تعاریف ارائه‌شده، بردار وزنی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$d'=(d'W=d'(A_1),d'(A_2),\ldots..,d'(A_n))^T \qquad (۴)$$

که $A_i$ $(i=1,2,.....,n)$ شامل n عنصر است.

با نرمال‌سازی بردار بالا، بردار نرمال‌شده به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$W=(d(A_1),d(A_2),\ldots..,d(A_n))^T \qquad (۵)$$

که W یک عدد غیر فازی است.

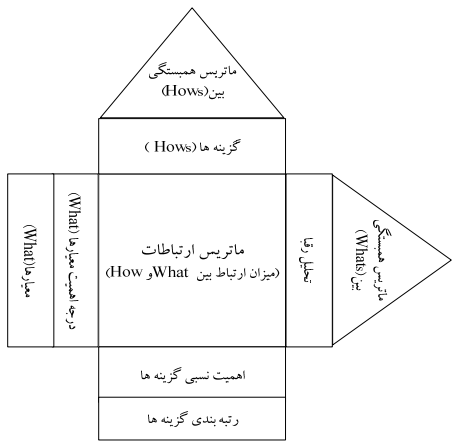
## گسترش کارکرد کیفیت[1] (QFD)

نخستین تلاش‌ها به‌منظور استفاده از مفاهیم «گسترش کیفیت» در سال ۱۹۶۶ میلادی در ژاپن آغاز شد و در سال ۱۹۷۲ روش تکامل‌یافته‌ی توسعه‌ی عملکرد کیفی در شرکت کشتی‌سازی کوبه به‌وسیله‌ی آکائو با هدف طراحی مخازن ذخیره‌سازی نفت مورد استفاده قرار گرفت. گسترش کاربرد کیفیت به‌عنوان یکی از ابزارهای نوین مهندسی کیفیت، با تمرکز بر گوش فرادادن به ندای مشتری تضمین می کند که

1. Quality Function Deployment.

کیفیت محصولات در همان مراحل طراحی اولیه افزایش یابد. QFD با استفاده از یک چهارچوب ساختاری منظم و مستند، نیازها و خواسته‌های مشتری را تعیین کرده و به‌صورت ویژگی‌های فنی در محصول نمایان می‌کند. این امر شرکت را قادر می‌سازد تا در مواجهه با مسائل مربوط به کیفیت و رضایت مشتری، موضعی پیشگیرانه بگیرد. QFD این امکان را برای شرکت‌ها فراهم می‌آورد که از طریق سه استراتژی کاهش هزینه‌ها، افزایش درآمدها، کاهش زمان تولید و ارائه ی محصولات جدید، قدرت رقابتی خود را حفظ کنند [15]. با به‌کارگیری QFD شرکت‌ها می‌توانند براساس خواسته‌های مشتری منابع را تخصیص دهند یا بخش‌های مختلف سازمان و مهارت‌های افراد را هماهنگ کنند. نتیجه‌ی آن هزینه‌های کم تولید به‌واسطه‌ی صرف‌نظرکردن از خواسته‌های کم‌اهمیت مشتری و تمرکز بیشتر روی خواسته‌های مهم‌تر خواهد بود[13]. تکنیک QFD به‌سبب سیستماتیک‌بودنش، توانایی ارزیابی تصمیمات لازم برای تغییر و توسعه ی سازمان را در بهبود عملکرد دارد. همچنین زمان لازم برای معرفی محصولات جدید یا توسعه‌یافته به بازار را بهینه می‌کند[3]. از مزایای QFD می‌توان به کاهش هزینه‌ی راه‌اندازی، چرخه‌ی کوتاه‌تر طراحی محصول،کاهش شکایات مشتریان، بهبود ارتباطات بین بخش‌های مختلف سازمان و گسترش کار گروهی،گسترش دانش مهندسی و کمک به شناسایی مزیت رقابتی اشاره کرد[15].QFD در زمینه‌های مختلفی چون توسعه‌ی محصول، مدیریت کیفیت، تجزیه‌وتحلیل نیازهای مشتری، طراحی، طرح‌ریزی، تصمیم‌گیری، مهندسی، مدیریت،کار گروهی، زمان‌سنجی و هزینه‌یابی به‌کار رفته است. در واقع هیچ مرز مشخصی برای زمینه‌های بالقوه‌ی کاربردی QFD وجود ندارد. کاربردهای اولیه‌ی QFD روی صنایعی مانند خودروسازی، الکترونیک و سیستم‌های نرم‌افزاری متمرکز بوده است. توسعه‌ی سریع QFD سبب کاربرد آن در بسیاری از صنایع ساخت شده است و در بخش‌های خدماتی و مدیریتی استفاده شده است. این روش به دلیل قابلیت

انعطاف‌پذیری که دارد می‌تواند در زمینه‌های مختلف و روش‌های متنوع استفاده شود[9]. شکل۴ اجزای یک خانه‌ی کیفیت را نشان می‌دهد.




شکل ۴. ماتریس خانه‌ی کیفیت HOQ

## ماتریس خانه‌ی کیفیت (HOQ)

نخستین ماتریس این روش را خانه ی کیفیت گویند. (شکل ۴) متخصصان QFD اذعان دارند که اگر این ماتریس به‌صورت کامل و جامع تکمیل شود، پروژه در همان گام اولیه خاتمه می یابد. بنا به اهمیت این ماتریس، هفت بخش آن به قرار زیر آورده شده است:

الف. نیازهای مشتریان؛

ب. ویژگی‌های محصول؛

ج. اهمیت نیازهای مشتری؛

د. ماتریس طرح‌ریزی؛

هـ ارتباط بین نیازهای مشتری و ویژگی‌های محصول؛

و. ماتریس همبستگی بین مشخصه‌های مهندسی؛

ز. اولویت‌ها و اهداف هریک از مشخصه‌های مهندسی.

اگر QFD صحیح به‌کار گرفته شود، می تواند روش مـؤثری بـرای درنظـرگـرفتن نـدای مشتری در محصولات جدید و طراحی فرایند به‌حساب آید.
متداول‌ترین نوع از انواع خانه‌های کیفیت مدل «کوبه» اسـت کـه خانـه‌هـای کیفیـت موجود در مدل کوبه شامل چهارخانه می‌باشد و براسـاس نظـر «مـوران» و «کـوکس» به‌ترتیب شامل:
برنامه‌ریزی محصول، گسترش قطعات، برنامه‌ریزی فرایند و برنامـه‌ریـزی تولیـد اسـت. اصلی‌ترین و مهم‌ترین این خانه‌ها، خانه‌ی یکم یا خانه‌ی کیفیت اسـت. دلیـل اهمیـت خانه‌ی یکم از این‌رو است که این خانه بـه‌عنـوان دروازه‌ی ورودی فراینـد QFD عمـل می‌کند و بیان‌کننده نیازهای اصلی برای مشتری اسـت. دقـت لازم در اجـرای مراحـل موجود در این خانه، می‌تواند به‌عنوان سنگ زیربنایی اجرای بهینه ی QFD عمل کنـد. در تکمیل خانه‌ی یکم کیفیت شش مرحله تدوین شده است که دقت در اجرای هریک از این مراحل، به‌ویژه مرحله ی یکـم سـبب افـزایش احتمـال موفقیـت پـروژه ی QFD می‌شود. هر خانه‌ی کیفیت شامل اجزای زیر است:

* نیازمندی‌های مشتری؛
* ماتریس برنامه‌ریزی؛
* الزامات فنی؛
* ماتریس ارتباطات (بام خانه‌ی کیفیت)؛
* اهداف[2].

## موانع و چالش‌های RFID در زنجیره تأمین

تحقیقات نشان می‌دهد که فناوری RFID علاوه بر مزایایی که دارد با چالش‌هـایی زیـر نیز مواجه است که امکان دارد مانع از توسعه‌ی آن در برخی از حوزه‌هـا شـود. در زیـر برخی این موانع و چالش‌ها آورده شده است:

قیمت بالا: علی‌رغم پیشرفت‌های علمی و فنی صورت‌گرفته، قیمت برچسب‌های غیرفعال[1] در تعداد بالا بین ۳۵ تا ۴۵ سنت و در تعداد کم حدود ۸۰ سنت و در مورد برچسب‌های فعال[2] حدود ۸۵ سنت است. متأسفانه این قیمت‌ها حدود ۵ تا ۱۰ سنت بالاتر از آستانه ی مقرون‌به‌صرفه‌بودن این برچسب‌ها برای کاربردهای مختلف هستند. هزینه‌ی نصب و راه‌اندازی سیستم، هزینه‌ی نگهداری و تعمیرات سیستم، هزینه‌ی یکپارچگی سیستم، هزینه‌ی سفارشی‌سازی سیستم، هزینه‌ی آموزش، هزینه‌ی عملیاتی[21].

**تداخل: به دو صورت اتفاق می‌افتد:**

* تداخل Readerها: زمانی اتفاق می‌افتد که سیگنال‌های ارسال‌شده از چند دستگاه Reader تداخل پیدا می‌کنند.

* تداخل برچسب‌ها: زمانی اتفاق می‌افتد که تعداد برچسب‌های بسیار زیادی در فضای کوچکی وجود داشته باشند[17].

مسئله‌ی ایمنی: بیشتر برچسب‌های RFID حتی پس از خرید و خروج از فروشگاه فعال هستند. در نتیجه اطلاعات آنها می‌تواند به‌وسیله‌ی دستگاه‌های Reader خوانده شود و بنابراین احتمال سرقت کالاها افزایش می‌یابد. علاوه بر این، بسیاری از سازمان‌ها به هنگام خرید مشتری اطلاعات مشتری (ازجمله شماره ی Credit-card، آدرس، نام و...) به برچسب RFID کالاها منتقل می‌کنند تا فهرستی از مشخصات مشتریان خود داشته باشند که این امر اطلاعات محرمانه‌ی مشتریان را به‌خطر می‌اندازد. موضوع امنیت زمانی بیشتر به‌چشم می‌خورد که به کاربردهای RFID در پزشکی توجه کنیم[11].

مشکلات اجتماعی: بر اثر پیشرفت‌های اخیر تکنولوژی در بسیاری از مناطق دنیا، ازجمله فرانسه، نیوزیلند، نروژ و... فناوری RFID برای تشخیص هویت افراد استفاده

1. Passive.
2. Active.

می‌شود. این امر به‌عقیده ی بسیاری از افراد نامطلوب است، زیرا شخصیت اجتماعی و انسانی آنها را زیر سؤال می برد و سبب می‌شود که به انسان‌ها به چشم یک ربات نگریسته شود[11].

نبود استانداردها: شرکت‌های متعددی وجود دارند که دستگاه‌های RFID را تولید می‌کنند، ولی قوانین و استانداردهای جهانی خاصی برای این تولید وجود ندارد. این مسئله سبب می‌شود که فناوری RFID طراحی شده برای یک کمپانی یا شرکت، تنها در همان شرکت قابل استفاده باشد و برچسب‌های موجود بر روی محصولات یک کمپانی (مثلاً تأمین کننده) ممکن است از سوی کمپانی دیگر (مثلاً تولیدکننده) خوانده نشود که این امر مشکلات فراوانی را ایجاد می‌کند. استانداردهای موجود برای تعیین فرکانس RFID نیز در کشورهای مختلف تفاوت دارد.

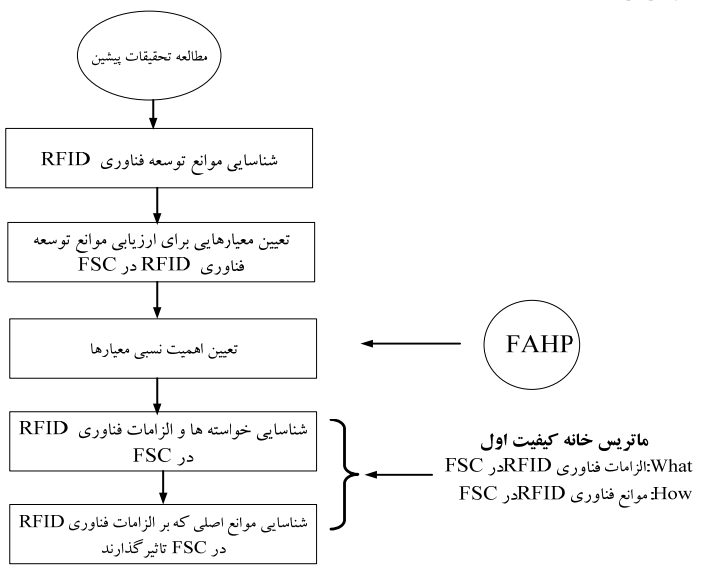
با بررسی تحقیقات پیشین به‌خصوص «لین» (۲۰۰۹) و صنایعی و همکاران(۱۳۹۰) برخی از عواملی که بیشترین تأثیر را بر بهبود زنجیره‌ی تأمین دارند در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از: صرفه‌جویی در هزینه، افزایش سود، کاهش دوباره کاری ها، مدیریت موجودی، افزایش قابلیت اطمینان تحویل، افزایش سرعت تحویل[11].

«وانت»[1] (۲۰۰۴) موانع پیش رو در ارتباط با اجرای برنامه‌های RFID را شامل:
هزینه‌های مستقیم RFID مانند هزینه ی تگ‌ها، زیرساخت و میان‌افزارها، جنبه‌های خصوصی‌بودن، امنیت، یکپارچگی داده‌ها و مباحث قانونی، مباحث فنی (تداخل، پایایی، قابلیت تعامل با کاربر و استانداردها) و چالش‌های عملیاتی/ مدیریتی (محاسبات خطر و عدم اطمینان، انتخاب فناوری‌ها، هزینه‌های اجرا، یکپارچگی) می‌داند[33].

1. Want.

## روش تحقیق

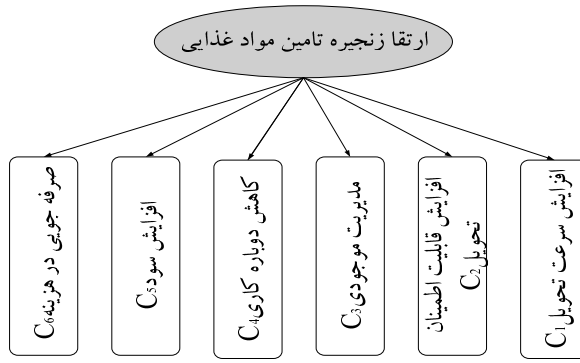
این پژوهش براساس هدف، کاربردی و براساس ماهیت و روش تحقیق، توصیفی ـ پیمایشی است. به‌منظور گردآوری اطلاعات در خصوص مبانی نظری از مطالعات کتابخانه‌ای و برای جمع‌آوری مطالعات میدانی از پرسش‌نامه استفاده شده است. جامعه ی آماری پژوهش شامل کارشناسان و مدیران میانی و ارشد ۱۰ فروشگاه بزرگ در استان اصفهان بودند که توانسته بودند تا حدودی از فناوری RFID استفاده کنند و با مفاهیم آن آشنایی داشتند. در این تحقیق ابتدا چالش‌ها و موانع توسعه‌ی فناوری RFID در زنجیره ی تأمین مواد غذایی و معیارهای ارزیابی این موانع شناسایی و تعیین می‌شوند، سپس با استفاده از FAHP وزن معیارها محاسبه می‌شوند و در نهایت موانع و چالش‌های توسعه‌ی فناوری RFID در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی با استفاده از QFD اولویت‌بندی می‌شوند. در این مطالعه بعد از استخراج داده‌های مورد نظر از طریق پرسش‌نامه، از نرم‌افزار Excel برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است. چهارچوب کلی تحقیق به‌شکل زیر است:




شکل ۵. چهارچوب کلی تحقیق

## تعیین وزن معیارها با استفاده از FAHP

به‌طور کلی می‌توان گفت که هدف از استفاده‌ی همه‌ی این تکنولوژی‌ها در زنجیره‌ی تأمین: افزایش سرعت تحویل، افزایش قابلیت اطمینان تحویل، مدیریت موجودی، کاهش دوباره‌کاری و افزایش سود و صرفه‌جویی در هزینه است که در این تحقیق برای محاسبه‌ی وزن معیارهای تعیین‌شده از نظرات یک گروه خبره‌ی ۴نفره استفاده شد. اعضای این گروه خبره متشکل از دو نفر از بخش صنعت و دو نفر از بخش دانشگاه است که هر کدام حداقل ۱۰ سال در حوزه‌ی زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی تجربه داشتند. با توجه به نظرات گروه خبره، اطلاعات مربوط به مقایسات زوجی این معیارها جمع‌آوری شده است که با استفاده ی محاسبات انجام شده، وزن نهایی هریک از این معیارها در جدول ۲ آورده شده است.



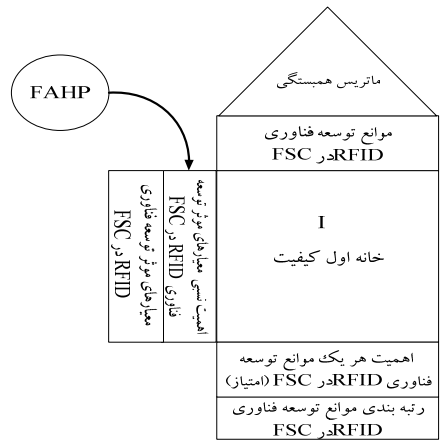

شکل ۶. نمودار درختی برای زنجیره تأمین مواد غذایی

جدول ۲. وزن نهایی هریک از این معیارها

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_1$=۰.۲۴۱ | $C_2$=۰.۰۸۶ | $C_3$=۰.۲۲۶ | $C_4$=۰.۱۷۳ | $C_5$=۰.۱۵۸ | $C_6$=۰.۱۱۶ |

اولویت‌بندی موانع و چالش‌های توسعه‌ی فناوری RFID در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی با استفاده از وزن‌های به‌دست‌آمده از روش FAHP برای هریک از معیارها و همچنین با توجه به موانع و چالش‌ها توسعه‌ی فناوری RFID، از روش QFD برای اولویت‌بندی این

موانع استفاده می‌شود. (شکل۷) در این روش با استفاده از طیف استاندارد (۱= کم، ۳=متوسط، ۹ = زیاد) اطلاعات مربوطه از مدیران میانی و ارشد فروشگاه‌ها جمع‌آوری شده است. بدین‌صورت که با استفاده از پرسش‌نامه ی طراحی شده تأثیر هریک از موانع و چالش‌های توسعه ی فناوری RFID در زنجیره ی تأمین مواد غذایی بر هریک از معیارها و مشخصه های اصلی زنجیره ی تأمین نظرخواهی شد و در ماتریس ارتباطات میزان این تأثیر را براساس طیف (۱= کم، ۳=متوسط، ۹ = زیاد) تعیین شد. برای مواردی که از نظر متخصصان ارتباطی بین موانع توسعه‌ی فناوری RFID و مشخصه‌های زنجیره‌ی تأمین وجود نداشت، خانه‌های مربوطه را خالی در نظر گرفتند. نکته ی قابل توجه این است برای افزایش اعتبار تحقیق، نظراتی که بالاترین فراوانی را در پرسش‌نامه داشته‌اند در نظر گرفته شده است. در مرحله‌ی بعد اهمیت نسبی هریک از معیارهای زنجیره ی تأمین را که با استفاده از روش FAHP (جدول ۲) محاسبه شده در هریک از اعداد نظیر آن در ماتریس ارتباطات خانه کیفیت ضرب می‌شود و در نهایت اعداد مربوط به ستون هریک از موانع با هم جمع می‌شوند. در پایان بر اساس نرمال‌سازی وزن های محاسبه شده، موانع اولویت بندی شده‌اند. نتایج به‌کارگیری روشQFD در جدول(۳) خلاصه نشان شده است.




شکل ۷. مدل تلفیقیFAHP و QFD

جـدول ۳ نتـایج اسـتفاده از رویکـرد تلفیقـیFAHP-QFD در اولویـت‌بنـدی موانـع و چالش‌های توسعه‌ی فناوری RFID در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی را نشان می‌دهد.

جدول۳. اولویت‌بندی موانع و چالش‌های توسعه‌ی فناوری RFID

| | اهمیت نسبی معیارها | قیمت بالا | تداخل فرکانس‌ها | مسئله امنیت داده | مشکلات اجتماعی | عدم وجود استانداردها | زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری | سازگاری سیستم در زنجیره تأمین | هزینه یکپارچه‌سازی سیستم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| افزایش سرعت تحویل | ۰.۲۴۱ | 1 | 9 | ۹ | ۱ | ۹ | ۳ | ۳ | ۳ |
| افزایش قابلیت اطمینان تحویل | ۰.۰۸۶ | | 3 | ۳ | | ۳ | ۱ | ۱ | ۳ |
| مدیریت موجودی | ۰.۲۲۶ | 9 | | ۹ | ۳ | ۹ | ۳ | ۳ | ۳ |
| کاهش دوباره کاری | ۰.۱۷۳ | 9 | 3 | ۱ | | ۳ | ۳ | ۱ | ۱ |
| افزایش سود | ۰.۱۵۸ | | | ۳ | | ۳ | ۳ | | |
| صرفه‌جویی در هزینه | ۰.۱۱۶ | | 3 | ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | | ۹ |
| 26.319 | | 3.832 | 3.294 | 5.456 | 1.035 | 5.57 | 2.596 | 1.66 | 2.876 |
| وزن نهایی | | 0.145 | 0.125 | 0.207 | 0.039 | 0.211 | 0.098 | 0.063 | 0.109 |
| اولویت‌بندی | | ۳ | ۴ | ۲ | ۸ | ۱ | ۶ | ۷ | ۵ |

## یافته‌ها

نتایج نشان می‌دهد که رتبه‌بندی اوزان ابعاد چالش‌های موجود توسعه‌ی RFID در زنجیره ی تأمین مواد غذایی به‌ترتیب عبارت است از: نبود استانداردها (۰.۲۱۱)، مسئله‌ی امنیت داده‌ها ( ۰.۲۰۷ )، قیمت بالا (۰.۱۴۵ )، تداخل فرکانس‌ها (۰.۱۲۵)، هزینه‌ی یکپارچه‌سازی سیستم (۰.۱۰۹)، زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری (۰.۰۹۸ )، سازگاری سیستم در زنجیره‌ی تأمین (۰.۰۶۳ ) و مشکلات اجتماعی (۰.۰۳۹). این نتایج مشخص می کند که دو بعد استاندارد و مشخصات بین‌المللی و امنیت داده‌ها دارای بیشترین تأثیر در توسعه‌ی RFID در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی هستند. این موضوع مشخص می‌کند که فروشگاه‌های زنجیره‌ای بایستی این دو حوزه را در سازمان خود تقویت کنند که شامل استفاده‌کردن از فرکانس های استاندارد، سازگاری و رعایت استانداردهای بین المللی برای داده ها و وضع قوانین حقوقی مرتبط با حفظ امنیت داده‌ها هستند.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله پس از معرفی مختصر تکنولوژی RFID، به بررسی ویژگی‌ها و چالش‌های زنجیره های تأمین و به‌طور ویژه مشکلات موجود در زنجیره ی تأمین مواد غذایی پرداخته شد. استفاده از تکنولوژیRFID می تواند راهگشای بسیاری از این مشکلات باشد؛ البته مشکلی که هنوز هم به‌قوت خود باقی است و مانع بزرگی برای استفاده ی گسترده از RFID به‌شمار می‌رود مسئله‌ی وجودنداشتن استانداردهای کافی در این زمینه است. با توجه به اینکه بعد استاندارد و مشخصات بین‌المللی دارای بیشترین تأثیر در توسعه‌ی RFID است، بنابراین به این فروشگاه‌ها توصیه می‌شود این حوزه را که شامل استفاده‌کردن از فرکانس های استاندارد، سازگاری و رعایت استانداردهای بین المللی برای داده‌ها است تقویت کنند. بعد امنیت دارای بیشترین تأثیر پس از بعد استاندارد و مشخصات بین‌المللی است و بنابراین بایستی در توسعه‌ی RFID در

فروشگاه های زنجیره‌ای به آن توجه ویژه‌ای شود. همچنین بایستی در حوزه‌ی امنیت، عامل وضع قوانین حقوقی مرتبط با حفظ امنیت داده‌ها را که از عوامل تأثیرگذار بر توسعه‌ی RFID است را مورد توجه ویژه قرار دهند. نتایج این تحقیق با تحقیق وانت (۲۰۰۴) که به این نتیجه رسید امنیت، هزینه ی بالا و زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری از موانع اجرای RFID هستند، مطابقت دارد. همچنین نتایج تحقیق با نتیجه ی تحقیق لین (۲۰۰۹) نیز مطابقت دارد. لین به این نتیجه رسید که مشکلات اجتماعی و هزینه‌های بالا از موانع اجرای RFID هستند. از آنجا که در این پژوهش برای بررسی نظرات و تحلیل قضاوت ها از تحلیل سلسله‌مراتب فازی و گسترش کیفیت عملکرد استفاده شد، آشنانبودن پاسخ‌گویان با این فرایندها به ویژه فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و نامفهوم‌بودن برخی جملات پرسش‌نامه ها را می‌توان ازجمله محدودیت‌های پژوهش برشمرد.

به منظور پژوهش محققان آینده که قصد فعالیت در این حوزه را دارند موضوعات زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. بررسی فرهنگ‌سازمانی به‌عنوان یک بعد تأثیرگذار در توسعه‌ی RFID در ایران؛

۲. بررسی تأثیر RFID در ارتقای دقت پیش‌بینی در مدیریت زنجیره ی تأمین با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی نظیر: GARCH، VAR-GARCH، ... .

## منابع و مآخذ


۱. صنایعی، علی؛ قاضی فرد، امیر مهدی؛ سبحان‌منش، فریبرز، ***عوامل مؤثر بر توسعه‌ی فناوری شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی در مدیریت زنجیره‌ی تأمین الکترونیکی (مطالعه‌ی موردی: شرکت ایران‌خودرو)***، تحقیقات بازاریابی نوین، سال اول، شماره اول، ۱۳۹۰، صص ۴۱-۷۰.

۲. رضایی، کامران؛ حسنی آشتیانی، حمیدرضا؛ هوشیار، محمد، ***QFD رویکردی مشتری مدار به طرح‌ریزی و بهبود کیفیت***، تهران، آتنا، ۱۳۸۱.

۳. مقدسی، سعید و سبحان‌منش، فریبرز، ***اصول سیستم های شناسایی از طریق فرکانس‌های رادیویی و کاربردهای آن***، شیراز، نشر رستار، ۱۳۸۸.

4. Akao,Y & Mizono, S, ***QFD: the Customer Driven Approach to Quality Planning and Deployment***. Asian Productivity Organization, 1994.
5. AMR Research Report (2004). ***The Hierarchy of Supply Chain Metrics: Diagnosing your Supply Chain Health***.
6. Angeles, R. (2005). ***RFID Technologies; Supply-Chain Applications and Implementation issues***. Information Systems Management, 22(1), 51-61.
7. Ayag, Z., & Ozdemir, R.G. (2006). ***A fuzzy AHP approach to evaluating machine tool alternatives***. Journal of Intelligent Manufacturing, 17, 179 – 190.
8. Bose, I. and Pal, R. (2005). ***Auto-ID; Managing Anything, Anywhere, Anytime in the supply chain***. Communications of the ACM, 48(8).
9. B. Tuncer, From farm to fork? ***Means of assuring food quality; an analysis of the European food quality initiatives***. MSc Thesis, Lund, Sweden, IIIEE Reports2001, 14.
10. Carnevalli, J. A. & Miguel, P. C., (2008). "***Review, analysis and classification of the literature on QFD—Types of research, difficulties and benefits***", Int. J. Production Economics, Vol 114,pp:737– 754.
11. ***Food Standards Agency, Traceability in the food chain***. Food chain strategy division, Food Standards Agency, 2002.
12. Gandino, F., Montrucchio, B., Rebaudengo, M., Sanchez, E.R., 2007. ***Analysis of an RFID-based information system for tracking and tracing in an agri-food chain***.
13. Government Accountability Office. (2005). ***Information Security, Radio Frequency Identification Technology in the Federal Government*** (GAO-05-551 Radio Frequency Identification Technology).Washington, DC: US Government Printing Office.
14. Han,S.B.et al,(2001), "***A conceptual QFD planing model***", International Journal of Quality and Reliability Management,18(8),796-812.
15. Hong, I-Hsuan; Dang, Jr-Fong; Tsai, Yi-Hsuan; Shen Liu, Chen; Tsang Lee, Tsang Lee; Li Wang, Ming(2011). ***An RFID application in the food supply chain: A case study of convenience stores in Taiwan***, Journal of Food Engineering 106, 119–126

16. Hunt,R.A,Xavier,F.(2003),"***The leading edg in strategic QFD***", International Journal of Quality and Reliability Management,20(1),56-73.
17. Jacques Trienekens, Jack van der Vorst, ***Traceability in food supply chains, in: P.A. Luning, F. Devlieghee, R. Verhé*** (Eds.), Safety in the Agri-Food Chain, Wageingen Academic Publishers, The Netherlands, 2006, pp. 439–470.
18. Jedermann, R., Ruiz-Garcia, L., Lang, W., 2009. ***Spatial temperature profiling by semi-passive RFID loggers for perishable food transportation***. Computers and Electronics in Agriculture 65, 145–154.
19. Jia,G.z., and Bai,M.,(2011), "***An approach for manufacturing strategy development based on fuzzy-QFD***",Computers & Industrial Engineering, Vol 60,PP: 445–454
20. Karsak,E.E.et al(2002). "***Production Planing in quality function deployment using a combined…***",Computer and Industrial Engineering,44,171-190
21. Keen, P. and Mackintosh R. (2001). ***The Freedom Economy: Gaining the M-Commerce Edge in the Era of the Wireless internet***. New York: Osborne/McGrawHill.
22. Kelepouris, T., Pramatari, K., Doukidis, G., 2007. ***RFID-enabled traceability in the food supply chain***. Industrial Management and Data Systems 107, 183–200.
23. Lee,A.H.I., Chen,W-C., Chang,CJ.(2008). ***A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan***. Expert systems with applications. 34(1), 96-107.
24. Levinson, M. (2003). ***The RFID Imperative, CIO Magazine***, December Issue.
25. Lin, L. C. (2009). ***An Integrated Framework for the Development of Radio Frequency Identification Technology in the Logistics and Supply Chain Management***. Computers & Industrial Engineering, 57, 832-842.
26. L. Mogensen, J.E. Hermansen, N. Halberg, R. Dalgaard, J.C. Vis, B. Gail Smith, ***Life Cycle Assessment across the Food Supply Chain, in: Baldwin (Ed.)***, Sustainability in the Food Industry, 2009, pp. 115–144 (Chapter 5).
27. Lockamy, A., Beal, R.M., Smith, W.I. (2000). ***Supply Chain Excellence for Accelerated Improvement***. Interfaces, 30(4), 22-31.
28. Moeeni, F. (2006). ***From Light Frequency Identification (LFID) to Radio Frequency Identification (RFID) in the Supply Chain***. Decision Line, Production/Operations Management, 8-13.
29. Morel, K., Kuijt-Evers, L., Eikelenberg, N., and Vink. P.,(2009) ***Application of the QFD as a design approach to ensure comfort in using hand tools: Can the design team complete the House of Quality appropriately***, Applied Ergonomics, Vol 40,PP:519–526
30. Rao, R.V., & Davim, J. P. (2008). ***A decision-making framework model for material selection using combined multiple attribute decision-making method***. Journal of Adv Manufacturing Technology, 35, 751 – 760.
31. ***RFID journal. Available at: rfidjeurnal.com.***
32. Saaty, T. L. (1980). ***The analytic hierarchy process: Planning***, ***priority setting***. New York: McGraw-Hill International Book, Co.
33. Sadok Cherif,M., Chabchoubb, H., and Aouni,B.,(2010), "***Integrating customer's preferences in the QFD planning process using a combined benchmarking and***

***imprecise goal programming model***', international transactions in operational research,Vol 17,PP: 85–102.

34. Twist, D.C. (2005). ***The impact of radio frequency identification on supply chain facilities. Journal of Facilities Management***, 3(3), 226-236.
35. Want, Roy. (2004) ***RFID A key to automating everything***. Scientific American. 290(1): 56–65.
36. Wu, C. H. (2005). ***TheNew Tools of Logistics and Circulation- Application Benefit of RFID***. Taiwan Economic Research Monthly, 28(6), 35-40.
37. W. van Plaggenhoef, ***Integration and self regulation of quality management in Dutch agri-food supply chains. Doctoral Thesis***, Wageningen University, The Netherlands, 2007.