

ISME2020-XXXX

چالش‌های پیش روی زنجیره تامین و راهکارهای تکنولوژیکی غلبه بر آن‌ها

امیرحسین شهدادی^۱، افشین آشفته^۲

^۱ دکتری مهندسی مکانیک، مرکز نوآوری گروه صنعتی بارز، دانشگاه صنعتی شریف shahdadi_ah@mech.sharif.ir, shahdadi_a@barez.com
^۲ دکتری مهندسی مکانیک، مرکز نوآوری گروه صنعتی بارز، دانشگاه تهران a.ashofteh@ut.ac.ir, ashofteh_a@barez.com

چکیده

شامل کارت‌های هوشمند، سیستم‌های بیومتریک، شناسایی نوری کاراکترها^۱، بارکد و شناسایی با فرکانس رادیویی^۲ هستند. کارت‌های هوشمند از پلاستیک ساخته شده و در آن‌ها یک مدار مجتمع قرار دارد. از این نوع کارت‌ها به صورت عمده برای کارت‌های اعتباری، حمل و نقل عمومی و دسترسی افراد به مکان‌های مختلف استفاده می‌شود. اساس روش‌های بیومتریک و شناسایی نوری کاراکترها بر تشخیص یک محصول یا فرد با توجه به خصیصه‌های ذاتی آن، مانند اثر انگشت، استوار است. نمونه‌ای از روش اول، ثبت تردد افراد از طریق اثر انگشت و روش دوم تبدیل تصویر یک نوشته به فایل متنی است. بارکد معروف‌ترین سیستم شناسایی در جهان است و به صورت گسترده و در کاربردهای مختلف از آن استفاده می‌شود. بارکدها دارای انواع یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی هستند و با توجه به نوع ساختار آن می‌توانند حجم‌های مختلفی از داده را انتقال دهند. (شکل ۱). این فناوری به دلیل توسعه کافی و قیمت مناسب از مزایای زیادی برخوردار است.

در اقتصاد جهانی امروز، مدیریت کیفیت زنجیره تامین عامل حیاتی برای دستیابی به مزیت رقابتی در زنجیره تامین و به حداکثر رساندن ارزش در سازمان است. طی چند سال اخیر ظهور فناوری‌های نوین و ایجاد تحولات عظیم در بازارهای جهانی، مدیریت زنجیره تامین را بیش از پیش ضروری ساخته است. به طوری که سازمان‌های مختلف برای ایجاد و حفظ موقعیت و جایگاه رقابتی خود، ناگزیر به استفاده از تئوری‌های مدیریت زنجیره تامین هستند. در مقاله حاضر چالش‌های پیش روی زنجیره تامین و راهکارهای مقابله با این چالش‌ها از جمله به کار بستن تکنولوژی‌های جدید مانند شناسایی با فرکانس رادیویی و هوشمندسازی زنجیره تامین بررسی شده است. شناسایی با فرکانس رادیویی یکی از روش‌های صنعتی مدرن است که امکان ردیابی محصولات و موقعیت آن‌ها را در زنجیره تامین فراهم می‌کند. در نتیجه به کار بردن این فناوری کنترل موجودی و همین‌طور بهره‌وری عملیاتی بهبود پیدا می‌کند. در این مقاله زنجیره تامین هوشمند و تاثیر آن بر مدیریت کیفیت بررسی می‌شود. یکی دیگر از مباحث مطرح شده در این مقاله، بررسی نتایج حاصل از پیاده‌سازی سیستم‌های مبتنی بر شناسایی با فرکانس رادیویی در کارخانه‌های مختلف تولیدی است.

نوع	یک بعدی خطی	دو بعدی (QR، کد، لینک وبسایت)	سه بعدی (QR، کد، رنگ)
نماد			
ظرفیت	EAN-13: 13 digits: 1012 combinations	Up to 5,016 bits/square inch ²	Up to 16,000 bits/square inch ²
استاندارد	ISO/IEC 15426-1	ISO/IEC 15426-2 ISO/IEC 18004 (QR)	ISO/IEC 18004 (QR/ High Capacity Coloured 2-Dimensional)

شکل ۱: چرخه فرآیند زنجیره تامین بر مبنای بارکد

فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی یکی دیگر از روش‌های شناسایی و موقعیت‌یابی است که در آن به جای روش‌های نوری نظیر بارکد، از امواج رادیویی استفاده می‌شود. این روش مزایای فراوانی نسبت به روش بارکد در پی داشته و امروزه استفاده از آن در کاربردهای صنعتی برای اجرای فرایندهای ردیابی در زنجیره تامین، به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد، به سرعت در حال گسترش است [۲]. سیستم‌های شناسایی با فرکانس رادیویی از سه جزء اصلی تگ، ریدر/رایتر و نرم‌افزار پشتیبان تشکیل شده است. تگ‌ها شامل یک تراشه و یک آنتن هستند و در انواع اکتیو و پسیو وجود دارند. تگ‌های پسیو درون خود منبع انرژی ندارند و زمانی که سیگنال ارسالی از ریدر را دریافت کنند، با استفاده از انرژی آن فعال شده و پاسخ را

واژه‌های کلیدی

حمل و نقل هوشمند، زنجیره تامین هوشمند، فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی

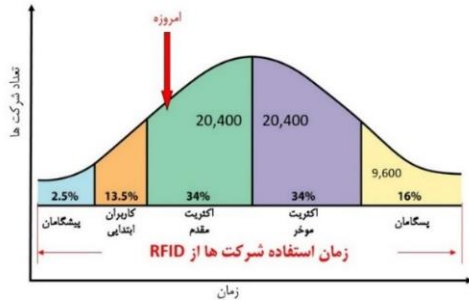
مقدمه

در جهان امروز مدیریت کیفیت زنجیره تامین به عنوان یکی از مسائل اساسی و اصلی در زمینه به حداکثر رساندن ارزش آفرینی در سازمان‌ها مطرح شده است. یکی از مهم‌ترین اقدامات مدیریت زنجیره تامین، فرآیند ردیابی و ردگیری است که در آن سه فاکتور اصلی شناسایی، موقعیت‌یابی و ارتباطات اهمیت دارد [۱]. برای این منظور ابزارهای مختلفی توسعه یافته‌اند که برخی از آن‌ها به صورت تجاری مورد استفاده قرار گرفته و برخی دیگر تنها کاربردهای محدود و آزمایشگاهی پیدا کرده‌اند. تکنولوژی‌های اصلی در زمینه شناسایی

¹ Optical Character Recognition (OCR)

² Radio Frequency Identification (RFID)

یکی از مباحثی که در زمینه تکنولوژی همواره مطرح است، پیاده‌سازی آن در زمان صحیح می‌باشد. مطابق شکل ۲ اکنون زمان مناسب برای پیاده‌سازی صنعتی این تکنولوژی در سطح جهانی است. زیرا از یک سو بسیاری از مشکلات و دشواری‌های فرایندی آن برطرف شده است و از سوی دیگر از لحاظ قیمتی در وضعیت مناسبی قرار دارد. در نتیجه می‌توان با اجرای آن، از مزایای فراوانی بهره برد و بسیاری از هزینه‌های مرتبط با عملیات در شرکت و زنجیره تامین را کاهش داد.



شکل ۲: منحنی عمر تکنولوژی RFID

با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی نقش پررنگی در زنجیره تامین صنایع آینده بازی خواهد کرد. به همین دلیل ارائه ارزیابی از نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای استفاده از این تکنولوژی ضروری به نظر می‌رسد. آنالیز SWOT^۳ استفاده از فناوری فوق در جدول ۲ دیده می‌شود.

جدول ۲: آنالیز SWOT فناوری RFID

S	تکنولوژی پیشرفته، استفاده آسان، ظرفیت، حافظه بالا
W	کمبود استانداردهای صنعتی و کاربردی، هزینه بالای هر تگ، هزینه بالای یکپارچه‌سازی با سیستم، درک پایین بازار از مزایای این سیستم
O	قابلیت جایگزینی بارکد، افزایش تقاضای مصرف‌کننده نهایی برای وجود RFID روی محصول نهایی، ظرفیت فوق‌العاده بالا در بسیاری از صنایع
T	تهدیدات اخلاقی در مورد زندگی خصوصی افراد، محیط به شدت رقابتی

در یک کارخانه تولیدی استفاده از RFID برای لایه‌های مختلف زنجیره تامین امکان‌پذیر بوده و پیاده‌سازی در هر سطح بر مبنای استاندارد خاصی است. این موارد در شکل ۳ قابل مشاهده می‌باشد. اطلاعات تگ‌های هر لایه توسط سیستم پشتیبان، به اطلاعات لایه بالاتر متصل شده و از این طریق پایش کل سیستم و وضعیت اقلام به طور کامل امکان‌پذیر خواهد بود.

ارسال می‌کنند. اما تگ‌های اکتیو، درون خود یک منبع انرژی (باتری) دارند و مستقل از ریدر سیگنال ارسال می‌کنند. تگ‌های اکتیو با توجه به منبع درونی از فاصله بیشتری قادر به فعالیت هستند اما قیمت بیشتری نیز دارند. ریدر وظیفه ارسال سیگنال (در موارد تگ‌های پسیو) و دریافت داده از اقلام و ارسال آن به سیستم نرم‌افزار پشتیبان را بر عهده دارد. ریدر می‌تواند در دو نوع همراه و ثابت باشد که در انواع ثابت برای تقویت سیگنال از آنتن نیز استفاده می‌شود. اطلاعات تگ‌ها توسط نرم‌افزار پشتیبان دریافت و پس از آماده‌سازی قابلیت ارسال به سیستم‌های شرکتی نظیر ERP و یا دریافت خروجی به صورت فایل‌های متنی یا اکسل را خواهد داشت. از مهم‌ترین مزایای فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی نسبت به بارکد می‌توان به توانایی آن در خواندن اطلاعات اقلام به صورت هم‌زمان و نیز عدم نیاز به قرار داشتن در معرض دید اشاره کرد. وظیفه رایت‌ر در سیستم ثبت اطلاعات در حافظه تگ است و معمولاً دستگاه‌ها هم نقش ریدر و هم رایت‌ر را بر عهده دارند. در جدول ۱ مقایسه‌ای بین عملکرد بارکد و تگ های RFID اکتیو و پسیو انجام شده است [۳].

جدول ۱: مقایسه بین بارکد و تگ‌های RFID اکتیو و پسیو [۳]

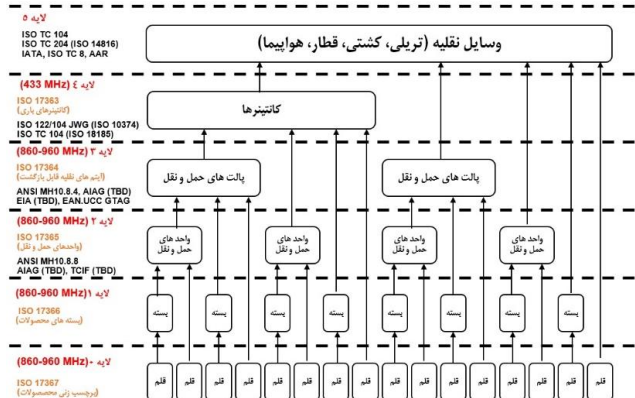
ویژگی	بارکد	تگ RFID پسیو	تگ RFID اکتیو
تکنولوژی	نوری (لیزر)	فرکانس رادیویی	فرکانس رادیویی
منبع انرژی	-	-	باتری
برای خوانده شدن باید دیده شود؟	بله	خیر	خیر
منبع تداخل	آلودگی، روغن و چربی، پارگی	برخی فلزات، مایعات	برخی فلزات، مایعات
نرخ خواندن	یک عدد در هر لحظه	صدها عدد به صورت همزمان	صدها عدد به صورت همزمان
بیشترین محدوده خواندن	۵-۶۰ cm	۶-۱۲ m	۳۰-۹۰ m
طول عمر	۲-۵ سال	۱۰ سال	۳-۸ سال
هزینه تگ	بخشی از یک سنت	۷-۱۵ سنت	۱۵-۱۰۰ دلار
هزینه ریدر (دلار)	۸۰-۳۰۰	۵۰۰-۸۰۰۰	۱۵۰۰-۱۰۰۰

³ Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats ISME2020، ۷ تا ۹ خرداد ۱۳۹۹.

درست است. این موارد به ظاهر ساده با افزایش و گسترش خواسته‌های مشتریان می‌تواند چالش‌های زیادی را موجب شود. جهانی شدن: با توجه به گسترش وابستگی شرکت‌ها در سطح جهانی، این مفهوم به عنوان یکی از چالش‌های اصلی دور از ذهن نیست. در این راستا دغدغه‌هایی نظیر ارسال غیر قابل اعتماد (۶۵٪)، زمان انتظار طولانی‌تر (۶۱٪) و کیفیت پایین (۶۱٪) چالش‌های اصلی خواهند بود.

مدیریت چالش‌های پیش روی زنجیره تامین

برای کنترل و مدیریت چالش‌های فوق ضروری است اطلاعات کافی از سیستم استخراج شده و با افزایش شفافیت آن، قدرت تصمیم‌گیری و هدایت افزایش یابد. در این راستا شناسایی و موقعیت‌یابی اجزای مختلف زنجیره تامین از اهمیت بسیاری برخوردار است. در واقع میزان اطلاعات کسب شده از این دو حوزه، موجب پیشستازی یک زنجیره تامین خواهد شد. در شکل ۵ مقایسه‌ای بین زنجیره تامین پیشستاز و بهره‌ور از تکنولوژی‌های مدرن و زنجیره تامین‌های سنتی انجام شده است [۵].



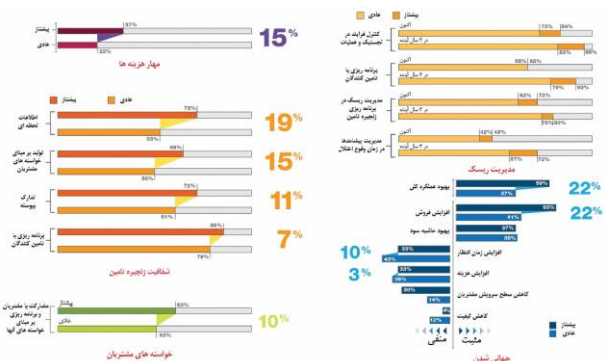
شکل ۳: نحوه پیاده‌سازی تکنولوژی RFID در لایه‌های مختلف زنجیره تامین

چالش‌های پیش روی زنجیره تامین

مدیریت زنجیره تامین هرروز نقش مهم‌تری در کسب و کارهای بزرگ پیدا می‌کند. در عین حال این زنجیره علاوه بر تامین نیازهای روزمره باید قادر باشد تا با سلاقی مشتریان و سبدهای محصولی رو به رشد انطباق پیدا کند. این موارد منجر به پیچیدگی زنجیره تامین می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که مدیران شرکت‌های صنعتی پنج مورد زیر را که در شکل ۴ نشان داده شده است به عنوان چالش اصلی زنجیره تامین می‌شناسند [۴]:



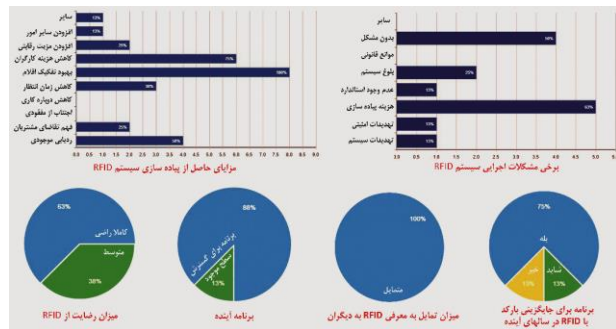
شکل ۴: چالش‌های اصلی پیش روی زنجیره تامین (درصدها نشان‌دهنده میزان مدیرانی هستند که گزینه موردنظر را انتخاب کرده‌اند) [۴]



شکل ۵: مقایسه عملکرد شرکت‌های پیشستاز و شرکت‌های عادی در زمینه مدیریت زنجیره تامین [۵]

مدیریت چالش‌های مذکور می‌تواند تاثیر شگرف و قابل توجهی روی هزینه‌های سازمان، کیفیت خدمات و رضایت مشتری داشته باشند؛ اما باید توجه کرد که یافتن بهترین روش مدیریت زنجیره تامین با توجه به اهداف و چشم‌انداز هر سازمان انجام می‌شود. همان‌طور که بیان شد برای مدیریت زنجیره تامین به صورت صنعتی عمدتاً دو تکنولوژی بارکد و شناسایی با فرکانس رادیویی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تکنولوژی بارکد به طور کامل توسعه یافته و استفاده گسترده از آن موجب حل بسیاری از چالش‌ها و موانع پیش روی آن شده است. در عین حال این فناوری دارای برخی محدودیت‌های ذاتی نظیر محدودیت حجم انتقال داده و نیز روش ارتباطی نوری می‌باشد که همین موارد فعالیت آن را در سیستم‌های جدید با محدودیت‌هایی روبرو کرده است. علاوه بر این در کاربردهایی نظیر موقعیت‌یابی نیز با محدودیت‌های جدی همراه است. به همین دلیل در حال حاضر بهترین گزینه برای سیستم‌های مدرن، فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی می‌باشد. در شکل ۶ نتایج حاصل از نظرسنجی از شرکت‌های استفاده‌کننده از این تکنولوژی آورده شده است [۶].

مهار هزینه‌ها: هزینه‌های عملیاتی به دلیل افزایش هزینه سوخت و انرژی و نیز هزینه‌های حمل و نقل، افزایش تعداد تامین‌کنندگان و مشتریان جهانی، افزایش هزینه‌های تکنولوژی و حقوق کارکنان، افزایش تعداد رقبا و الزامات قانونی به سرعت در حال افزایش است. شفافیت زنجیره تامین: شناخت، درک و شفافیت زنجیره تامین برای فهم کیفیت عملکرد کنونی، رفع نقایص و استفاده از فرصت‌های موجود ضروری است و به هر میزان اطلاعات و شفافیت سیستم بیشتر باشد، قدرت تصمیم‌گیری سازمان افزایش پیدا خواهد کرد. مدیریت ریسک: برای به حداکثر رساندن میزان تاثیر و بهره‌وری تا حد امکان، ارزیابی و طراحی مجدد دوره‌های مورد نیاز است. این اصلاحات در پاسخ به تغییرات بازار نظیر تولید محصول جدید، تامین جهانی منابع، محدودیت اعتبار و محافظت از دارایی‌های عقلی انجام خواهد شد. در واقع این ریسک‌ها باید شناسایی و مقداره‌دهی شوند تا قابلیت کنترل و پیشگیری داشته باشند. افزایش خواسته‌های مشتریان: مدیریت زنجیره تامین در واقع فراهم آوردن محصول درست، در میزان درست، در مکان درست و در زمان



شکل ۶: نتایج حاصل از نظرسنجی از شرکت‌های استفاده کننده از RFID [۶]

نمونه‌های استفاده از RFID در زنجیره تامین

یکی از مهم‌ترین کاربردهای تکنولوژی شناسایی با فرکانس رادیویی در فرآیندهای کاری کارخانه‌ها مانند زنجیره تامین و یا سیستم نگهداری و تعمیر تجهیزات است. در واقع یکی از مسائل مهم در صنایع، دسترسی سریع به موجودی انبار و همین‌طور دسترسی سیستم‌های مدارک فنی مختلف می‌باشد [۷]. اجرای یکی از مدرن‌ترین پروژه‌های مدیریت زنجیره تامین را می‌توان به شرکت والمارت نسبت داد. این شرکت طی بررسی مدل سنتی زنجیره تامین خود دریافت که چندین گام غیرضروری در آن وجود دارد و این فرآیند از بهره‌وری و بازدهی کافی برخوردار نیست. از این رو در سال ۲۰۰۳ تامین‌کنندگان اصلی اجناس خود را ملزم کرد که تا سال ۲۰۰۵ باید کلیه اقلام آن‌ها به جای بارکد، مجهز به تگ‌های شناسایی با فرکانس رادیویی باشند. این اقدام موجب تحمیل هزینه به تامین‌کنندگان شد اما در مقابل هزینه‌های انبارداری آن‌ها را کاهش داد. والمارت نیز اطلاعات توزیع مصرف اجناس آن‌ها را در اختیارشان قرار داد. طی این اقدام شرکت والمارت سالیانه با کاهش میزان عدم موجودی به میزان ۱ میلیارد دلار، با کاهش نیاز به نیروی انسانی ۶ میلیارد دلار، با جلوگیری از سرقت سالیانه ۲ میلیارد دلار (جمعاً حدود ۹ میلیارد دلار سالیانه) صرفه‌جویی کرد. پیاده‌سازی طرح شناسایی با فرکانس رادیویی مزایایی نظیر ردیابی لحظه‌ای، تولید به هنگام و کاهش سطح موجودی به اندازه ۲۵٪ را در بر داشت. نکته دیگر این که با افزایش میزان مصرف و کاهش هزینه تگ از ۱ دلار به ۵ سنت، صرفه اقتصادی طرح به شدت افزایش پیدا کرد.

از دیگر شرکت‌هایی که در آن‌ها جنبه‌های اجرایی انبارهای هوشمند مبتنی بر فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی چه از نقطه نظر تکنولوژی و چه از منظر هزینه بررسی شده است، شرکت بایلیان شانگهای می‌باشد [۸]. به طور خلاصه و بر مبنای داده‌های آماری به دست آمده حاصل از کاربرد این سیستم، نرخ دقت دریافت و ذخیره‌سازی قفسه به ۹۹/۹٪ رسید. همچنین در مقایسه با سیستم بارکد، زمان ۷۱٪ کاهش پیدا کرده و نرخ شتاب در سرعت مرتب کردن و بسته‌بندی سفارشات ۱۹۵٪ است. علاوه بر این، بازدهی سرمایه ۴۰٪ افزایش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری

فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی تکنولوژی مفیدی است که نتیجه استفاده از آن، ردیابی کارآمد محصولات و موقعیت آن‌ها در حین حرکت در زنجیره تامین است. این تکنولوژی نسبتاً ارزان قیمت بوده و به کار گرفتن آن در نهایت باعث شفافیت زنجیره تامین، هوشمندسازی آن و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. این فناوری همچنین دارای توانایی بسیاری برای مدیریت کیفیت در سراسر زنجیره تامین و اضافه کردن ارزش به آن است. نتایج این مقاله نشان داد که با به کار بردن این تکنولوژی مدیریت موجودی، فرآیند سفارش، انبارداری، حمل و نقل و سرویس‌دهی به مشتری بهبود پیدا می‌کند. از سوی دیگر استفاده از آن منجر به فراهم کردن داده‌های لحظه‌ای، ردیابی و کنترل بهتر محصولات، عملکرد بهتر انبار و کاهش هزینه نیروی انسانی می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را از حمایت‌های گروه صنعتی بارز در جهت انجام این پژوهش ابراز می‌دارند.

مراجع و منابع

- [1] Juels, A., Rivest, R.L. and Szydlo, M. 2003. "The blocker tag: Selective blocking of RFID tags for consumer privacy". In Proceedings of the 10th ACM conference on Computer and communications security, pp. 103-111, ACM.
- [2] Gladysz, B., Nalepa, K. and Santarek, K. 2017. "Justification of RFID implementation: A case study of white goods manufacturer". *Management and Production Engineering Review*, 8(4), pp.91-104.
- [3] Barut, M., Brown, R., Freund, N., May, J. and Reinhart, E. 2006. "RFID and corporate responsibility: hidden costs in RFID implementation". *Business and Society Review*, 111(3), pp.287-303.
- [4] Sarac, A., Absi, N. and Dauzère-Pérès, S., 2010. "A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management". *International Journal of Production Economics*, 128(1), pp.77-95.
- [5] Dolgui, A. and Proth, J.M., 2010. *Supply chain engineering: useful methods and techniques*. Springer Science & Business Media.
- [6] Visich, J.K., Li, S., Khumawala, B.M. and Reyes, P.M., 2009. Empirical evidence of RFID impacts on supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(12), pp.1290-1315.
- [7] Hofmayr, S. 2015. "Analysis and comparison of the potential of RFID-technology in European and U.S. retail supply Chains". M.Sc. Thesis in Economics and Business, Vienna University.
- [8] Ngai, E.W.T., To, C.K., Moon, K.K., Chan, L.K., Yeung, P.K. and Lee, M.C. 2010. "RFID systems implementation: a comprehensive framework and a case study". *International Journal of Production Research*, 48(9), pp.2583-2612.