Ranking of Internet of Things Applications in Supply Chain Management Using a Multi-Criteria Decision Making Approach and Thematic Analysis

Mohammad Kazem Sayadi*
PhD in Industrial Engineering; Assistant Professor; ICT Research Institute (Iran Telecommunication Research Center); Tehran, Iran;
Email: MK.Sayadi@itrc.ac.ir

Ehram Safari
PhD in Industrial Engineering; Assistant Professor; ICT Research Institute (Iran Telecommunication Research Center); Tehran, Iran;
Email: E.Safari@itrc.ac.ir

Soheyla Ghobadipouya
MSc in IT Engineering; Islamic Azad University; Central Tehran Branch; Tehran, Iran Email: Ghobadipouya@yahoo.com

Iranian Journal of Information Processing and Management

Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc)
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 37 | No. 3 | pp. 721-748
Spring 2022
https://doi.org/10.35050/JIPM010.2022.147

Received: 29, Nov. 2020 **Accepted: 24, Aug. 2021**

Abstract: Improving the quality of supply chain performance in manufacturing sectors, factories and businesses are one of the most important objectives of managers in each country. The economic future of each country depends on the performance of the supply chains. Also, the increasing development of the Internet of Things (IoT) has an important role in facilitating the process of businesses in different parts of the supply chain. Internet of things has many applications in this area. The aim of this study is to identify and prioritize the internet of things applications in supply chain management (SCM) with multi criteria decision making (MCDM) approach. In this research, COPRAS, a MCDM method has been used. The evaluation criteria are derived based on the opinions of experts in the Iranian society of information and communication technology and managers working in the companies that are using the IoT. These criteria are selected by thematic analysis method. The research method is applicable in terms of purpose and is descriptive in terms of means of data collection. Research shows that "monitoring and control of perishable food and medicine", "maintaining employee health in different industries", "smart manufacturing line and smart devices," and "smart maintenance and repair" are the most important application of IoT in SCM.

Keywords: MADM, IoT, Supply Chain Management (SCM), COPRAS (Complex Proportional Assessment)

* Corresponding Author

اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل مضمون

محمدکاظم صیادی
دکتری مهندسی صنایع؛ استادیار؛
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات؛ تهران، ایران؛
پدیدآور رابط MK.Sayadi@itrc.ac.ir

احرام صفری
دکتری مهندسی صنایع؛ استادیار؛
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات؛ تهران، ایران؛
E.Safari@itrc.ac.ir

سهیلا قبادی پویا
کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات؛
دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی؛ تهران، ایران؛
Ghobadipouya@yahoo.com

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۹ | پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۲ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۳۵ روز نزد پدیدآوران بوده است.

چکیده: بهبود کیفیت عملکرد زنجیرهٔ تأمین در بخش‌های تولیدی، کارخانجات و کسب‌وکارهای مختلف از مهم‌ترین اهداف مدیران در هر کشور است و آیندهٔ اقتصادی هر کشور بستگی به کیفیت عملکرد این نهادها دارد. از طرف دیگر، پیشرفت روزافزون اینترنت اشیا نقش بسیار مهمی در تسهیل روند امور در بخش‌های مختلف زنجیرهٔ تأمین دارد. فناوری اینترنت اشیا در این حوزه کاربردهای متنوعی دارد. هدف این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش مدیریت زنجیرهٔ تأمین با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این پژوهش روش تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ «کپراس» به‌کار گرفته شده است. شاخص‌های ارزیابی بر اساس نظر خبرگان عضو «انجمن فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران» و مدیران شاغل در شرکت‌هایی که در حال بهره‌گیری از اینترنت اشیا هستند و به روش تحلیل مضمون انتخاب شده است. روش پژوهش از نظر هدف کاربردی است و از لحاظ ابزار گردآوری اطلاعات، توصیفی به شمار می‌رود. بر اساس یافته‌های پژوهش، کاربردهایی نظیر «نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی غذا و دارو»، «حفظ سلامت کارکنان در

نشریهٔ علمی | رتبهٔ بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۳۷ | شمارهٔ ۳ | ص‌ص ۷۲۱-۷۴۸
بهار ۱۴۰۱
https://doi.org/10.35050/JIPM010.2022.147

صنایع مختلف»، «خط تولید و دستگاه‌های هوشمند»، و «تعمیر و نگهداری هوشمند» به‌ترتیب، بیشترین اهمیت را دارند.

کلیدواژه‌ها: کپراس، اینترنت اشیا، مدیریت زنجیرهٔ تأمین، تصمیم‌گیری چندمعیاره

۱. مقدمه

از دههٔ اخیر شاهد سرعت چشمگیری از کاربرد فناوری در محیط‌های صنعتی هستیم. امروزه، اینترنت اشیا راه‌حل‌های جدید را به‌سوی کنترل محیط‌های صنعتی گشوده است. با استفاده از این فناوری، در واحدهای صنعتی می‌توان کلیهٔ اشیا را در آنِ واحد به یکدیگر متصل کرد و یک شبکهٔ یکپارچه برای انجام کلیهٔ امور تبادل اطلاعات، انجام امور کنترلی و پایش به‌وجود آوُرد (Sestino et al. 2020). اینترنت اشیا امکان اتصال دستگاه‌های هوشمند و مدیریت سیستم‌ها را فراهم آورده است؛ به‌طوری که فرایند امور را با مداخلهٔ کم انسان و یا بدون هیچ‌گونه دخالت او تسهیل می‌کند (حاجی‌شاه‌کرم و محمدی ۱۳۹۵). اینترنت اشیا از نظارت بر سلامت، سرویس‌های هوشمند و لجستیک یکپارچه تا هواپیماهای بدون سرنشینِ مستقل، دنیای ما را تحت تأثیر قرارداده است (Garrido-Hidalgo et al. 2019). اینترنت اشیا می‌تواند مدیریت زنجیرهٔ تأمین را بهینه‌سازی کند، از منابع به‌طور مؤثر بهره گیرد، تمام زنجیرهٔ عرضه را قابل مشاهده سازد تا بتواند شفافیت اطلاعات زنجیرهٔ تأمین را بهبود بخشد (رجب‌زاده و همکاران. زودآیند)، زنجیرهٔ تأمین را در زمان واقعی مدیریت کند و در نهایت، چابکی بالا و یکپارچگی کامل را برای زنجیرهٔ تأمین به ارمغان آورد (Rejeb et al. 2020). از سوی دیگر، تمرکز بر روی فرایندهای کسب‌وکار با استفاده از به‌کارگیری فناوری اینترنت اشیا، مقیاس‌پذیری و عملکرد را بهبود داده و منجر به تصمیم‌گیری بهتر و ایجاد جریان درآمد از طریق مدیریت محصولات می‌شود (Gubbi et al. 2013).

اینترنت اشیا مفهومی انقلابی با تأثیرات مثبت فراوان در جامعه است که در رشد و توسعهٔ کشورها جایگاه اقتصادی نیز دارد (Edquist, Goodridge and Haskel 2019). شرکت‌ها ممکن است در آغاز در پیوستن به انقلاب صنعتی چهارم و توسعه و بهره‌گیری از فناوری‌های نوظهور و جدید نظیر اینترنت اشیا تردید داشته باشند، اما با توجه به دامنهٔ تأثیر این فناوری‌ها در زندگی مردم و قابلیت سودآوری آن‌ها برای شرکت‌ها و کسب‌وکارها، آن‌ها را قانع خواهد کرد که در این زمینه به سرمایه‌گذاری بپردازند و برای

کسب سهم خودشان از بازار تلاش کنند. بنابراین، وجود راهنمایی که بتواند مهم‌ترین زمینه‌های سرمایه‌گذاری در این حوزه را به شرکت‌ها ارائه کرده و مسیر را برای آن‌ها شفاف نماید، بسیار ضروری است و می‌تواند در جهت‌دهی به فعالیت در این زمینه نقش مناسبی داشته باشد. افزون بر این، شناسایی زمینه‌های اولویت‌دار می‌تواند به دولت‌ها نیز در هدایت هوشمند اکوسیستم اینترنت اشیا کمک شایانی کرده و مسیرهای حمایتی را روشن سازد.

زنجیرهٔ ارزش اینترنت اشیا شامل دستگاه‌ها و ابزارها، شبکه و ارتباطات، سکوها[1] و مراکز داده، پردازش داده، و مدیریت اطلاعات است. این زنجیره در نهایت، یک یا چند سرویس را مبتنی بر کسب‌وکار عمودی[2] مربوط به مصرف‌کنندهٔ نهایی و کاربر ارائه می‌کند (Wunck and Baumann 2017). دستگاه‌ها و ابزارها شامل سنسورها و فعال‌کننده‌هاست. آن‌ها توانایی محدودی در محاسبات، ذخیره‌سازی داده و انتقال دارند و وظایفی مانند پایش شرایط محیطی، جمع‌آوری اطلاعات و تغییر پارامترهای سیستم را انجام می‌دهند. لایهٔ ارتباطات و شبکه، ارتباطات داده و زیرساخت شبکه را برای انتقال داده‌های دستگاه‌ها فراهم می‌کند. لایهٔ سکو و مرکز داده، امکان دسترسی و ذخیرهٔ اطلاعات را فراهم می‌کند. این لایه می‌تواند یک سخت‌افزار و یک سکو در مراکز دادهٔ محلی یا خدمات در فضای ابری باشد. لایهٔ نرم‌افزاری پردازش داده و مدیریت اطلاعات، خدماتی را برای دسترسی کاربران به کارکردها و سرویس‌های اینترنت اشیا فراهم می‌کند (Niyato et al. 2016). هم‌اکنون شرکت‌های بسیاری در دنیا در هر یک از این لایه‌ها مشغول فعالیت هستند و هر لایه ارزش افزودهٔ خاص خود را به اقتصاد دنیا می‌افزاید. بهره‌گیری از اینترنت اشیا در کسب‌وکارهای عمودی نیز به نوبهٔ خود بازار بسیار گسترده‌ای را ایجاد کرده و مدل‌های کسب‌وکار جدیدی برای همکاری در بین کسب‌وکارهای عمودی ارائه شده است (Ghanbari et al. 2017).

تمرکز این مقاله بر کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین و بهره‌گیری از اینترنت اشیا در کسب‌وکارهای عمودی است که بخشی از زنجیرهٔ ارزش اینترنت اشیاست و بسیاری از این کاربردها در بخش‌های بعدی این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد. مقالات مختلفی دربارهٔ لایه‌های مختلف زنجیرهٔ ارزش اینترنت اشیا موضوعات مختلفی

1. platforms
2. vrtical businesses

را مـورد بحـث و بررسـی قـرار داده‌انـد، امـا در لایـهٔ خدمـات و سـرویس‌های اینترنـت اشـیا مقالـه‌ای کـه بـه شناسـایی و رتبه‌بنـدی کاربردهـا در مدیریـت زنجیـرهٔ تأمیـن بپـردازد، وجـود نـدارد. ایـن در حالـی اسـت کـه بیشـترین میـزان تأثیـرات اینترنـت اشـیا بـر اقتصـاد در ایـن لایـه از زنجیـرهٔ ارزش ظهـور می‌کنـد (Ghanbari et al. 2017). بنابرایـن، ضـرورت بررسـی دقیق‌تـر ایـن موضـوع وجـود دارد. در ایـن پژوهـش بـا توجـه بـه نیـاز زنجیره‌هـای تأمیـن جهـت بهره‌گیـری از مزایـای اینترنـت اشـیا بـر ایـن مسـئله متمرکـز می‌شـویم کـه اینترنـت اشـیا چـه کاربردهایـی در مدیریـت زنجیـرهٔ تأمیـن دارد؟ ایـن کار باعـث می‌شـود کـه دیـدگاه کاملـی دربـارهٔ کاربردهـای اینترنـت اشـیا در مدیریـت زنجیـرهٔ تأمیـن به‌وجـود آیـد. بـا توجـه بـه محدودیت‌هـای بودجـه‌ای و منابـع موجـود شـرکت‌ها و زنجیره‌هـای تأمیـن نمی‌تواننـد تمامـی ایـن کاربردهـا را در کسـب‌وکار خـود پیاده‌سـازی کننـد. بنابرایـن، بررسـی می‌شـود کـه کدام‌یـک از ایـن کاربردهـا دارای اولویـت بالاتـری جهـت پیاده‌سـازی در زنجیـرهٔ تأمیـن اسـت؟ معیارهـای مناسـب جهـت اولویت‌بنـدی ایـن کاربردهـا چیسـت؟ و بـر اسـاس آن مهم‌تریـن کاربردهـا کدام‌انـد. ایـن کار کمـک می‌کنـد کـه مدیـران زنجیره‌هـای تأمیـن بتواننـد دربـارهٔ بهره‌گیـری از اینترنـت اشـیا در زنجیـرهٔ تأمیـن تصمیمـات بهتـر و دقیق‌تـری بگیرنـد.

سـاختار ایـن مقالـه بـه ایـن شـرح اسـت: بخـش دوم بـه بررسـی پیشـینهٔ تحقیـق می‌پـردازد. در بخـش سـوم، روش انجـام پژوهـش تشـریح می‌شـود. فراینـد پیاده‌سـازی روش «کپـراس»[1] و تجزیـه و تحلیـل داده‌هـا در بخـش چهـارم شـرح داده شـده و بـا بهره‌گیـری از ایـن روش بـه اولویت‌بنـدی ایـن کاربردهـا پرداختـه می‌شـود. در ایـن بخـش معیارهـای اولویت‌بنـدی بـر مبنـای روش تحلیـل مضمـون اسـتخراج شـده و ایـن فراینـد تشـریح می‌شـود. بخـش آخـر نیـز بـه جمع‌بنـدی و نتیجه‌گیـری می‌پـردازد.

۲. مرور ادبیات و پیشینهٔ پژوهش

اینترنـت اشـیا بـا اتصـال دسـتگاه‌های هوشـمند و کاهـش یـا حـذف مداخلـهٔ انسـان فراینـد امـور را تسـهیل می‌کنـد. اینترنـت اشـیا از نظـارت بـر سـلامت گرفتـه تـا زنجیـرهٔ تأمیـن هوشـمند و لجسـتیک یکپارچـه و ماشـین‌های خـودران دنیـای مـا را تحـت تأثیـر قـرارداده اسـت. پیش‌بینـی می‌شـود کـه رشـد بی‌سـابقه در ارتباطـات اینترنـت اشـیا بـه بیـش از ۲۰ میلیـارد دسـتگاه متصـل

1. COPRAS

بـه اینترنـت اشـیا تـا سـال ۲۰۲۰، بـه درآمـد سـالانه ۸/۹ تریلیـون دلار کمـک کنـد. برنامـه هـای کاربـردی بـرای اینترنـت اشـیای صنعتـی کـه یـک تکامـل طبیعـی اینترنـت اشیاسـت، نه‌تنهـا بـر عـدم دخالـت انسـان تأکیـد می‌کنـد، بلکـه ماهیـت خـودکار ماشـین‌ها را نیـز تأییـد می‌کنـد (Bruner 2013; Pfister 2011).

بسـیاری از تحـولات اولیـه در رابطـه بـا اینترنـت اشـیا و زیرسـاخت‌های شـبکه، در تـدارکات کسـب‌وکار و چرخـهٔ عمـر محصـول متمرکـز شـده اسـت؛ به‌طـوری کـه همـگان را بـه دسترسـی بـه اطلاعـات مهمـی در رابطـه بـا محصـولات و مکان‌هـا قـادر می‌سـازد. ادغـام و همـکاری بـا سیسـتم‌عامل‌های اصلـی نرم‌افـزار کسـب‌وکار می‌توانـد بـا تجزیـه و تحلیـل زمـان واقعـی، هـوش کسـب‌وکار و خدمـات مسـتقل تقویـت و گسـترش پیـدا کـرده و اینترنـت اشـیا را بـه یـک زیرسـاخت درآمـدزا تبدیـل سـازد تـا تجـارت اطلاعـات غنـی شـده و بـه نـوآوری کسـب‌وکار سـرعت بخشـد (Gubbi et al. 2013؛ Bruner 2013؛ و Uckelmann et al. 2011).

تجزیـه و تمرکـز بـر روی فرایندهـای کسـب‌وکار بـا اسـتفاده از به‌کارگیـری فنـاوری اینترنت اشـیا، مقیاس‌پذیـری و عملکـرد را افزایـش داده و منجـر بـه تصمیم‌گیـری بهتـر و ایجـاد جریـان درآمـد جدیـد از طریـق مدیریـت محصـولات می‌شـود. نرم‌افزارهـا و ابزارهـای موجـود در ایـن حـوزه در حـال حاضـر عامـل اصلـی نـوآوری در بسـیاری از صنایـع اسـت و بسـیاری از مدل‌هـای جدیـد کسـب‌وکار آینـده بـه شـدت به اسـتفاده از چنیـن مـواردی تکیـه می‌کننـد (Mukhopadhyay and Suryadevara 2014). قـدرت محاسـباتی اقـلام هوشـمند و دیگـر دسـتگاه‌های مرتبـط در ایـن حـوزه بـه سیسـتم‌های سـازمانی اجـازه می‌دهـد تـا تصمیم‌گیری‌هـای محلـی و تجمـع اولیـه و فیلتـر کـردن داده‌هـای سنسـور را انجـام دهنـد (Pfister 2011).

نـوآوری مـدل کسـب‌وکار، ابـزاری بـرای تطبیـق توسـعهٔ فنـاوری و ایجـاد ارزش اقتصـادی در اینترنـت اشیاسـت. اینترنـت به‌طـور قابـل توجهـی نحـوهٔ فـروش محصـولات و خدمـات را تغییـر داده اسـت. اینترنـت اشـیا، ابزارهـا و محصـولات و ... قابـلِ شناسـایی را بـه نمایندگی‌هـای مجـازی خـود پیونـد می‌دهـد. در اینترنـت اشـیا به‌طـور کلـی، تمرکـز بـر بهینه‌سـازی فرایندهـای موجـود و کاهـش هزینه‌هـای مرتبـط در داخـل شـرکت‌ها و در طـول زنجیـرهٔ ارزش اسـت. مدیریـت چرخـهٔ عمـر محصـول، مدیریـت ارتباطـات مشـتری و مدیریـت زنجیـرهٔ تأمیـن با اسـتفاده از فناوری‌هـا و سـرویس‌های هوشـمند، بیشـتر بـر تولیـدِ درآمـد متمرکـز هسـتند (Fleisch et al. 2015؛ Vermesan and Friess 2014؛ Uckelmann, Harrison and Michahelles 2011).

بـر بسـتر اینترنـت اشـیا، اتصـال هـر شـیء بـه اینترنـت اشـیا به‌طـور جداگانـه از نقطـهٔ تولیـد

تـا نقطـهٔ فـروش و عملیـات سـرویس و مصـرف و تـا بازیافـت آن قابـل پـردازش و پیگیـری اسـت. اطلاعـات در مـورد یـک شـیء می‌توانـد در سـازمان‌های متعـدد تقسـیم شـود، امـا شناسـهٔ منحصربه‌فـرد بـرای یـک شـیء به‌عنـوان یـک مرجـع مشـترک اسـتفاده می‌شـود، به‌طـوری کـه اطلاعـات مربـوط بـه آن شـیء به‌وضـوح می‌توانـد در هـر نقطـه‌ای از سـازمان شناسـایی و مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد (Macaulay 2016).

اینترنـت اشـیا می‌توانـد کل زنجیـرهٔ تأمیـن را تحـت تأثیـر قـرار دهـد. بدین‌ترتیـب کـه اینترنـت اشـیا می‌توانـد مدیریـت زنجیـرهٔ تأمیـن را بهینه‌سـازی کنـد، از منابـع به‌طـور مؤثـر اسـتفاده کنـد، تمـام زنجیـرهٔ عرضـه را قابـل مشـاهده سـازد تـا بتوانـد شـفافیت اطلاعـات زنجیـرهٔ تأمیـن را بهبـود بخشـد، زنجیـرهٔ تأمیـن را به‌صـورت بلادرنـگ مدیریـت کـرده و در نهایـت، زنجیـرهٔ عرضـه را کامـلاً چابـک و یکپارچـه سـازد. اینترنـت اشـیا بـر مدیریـت زنجیـرهٔ تأمیـن در بخـش تولیـد، بخـش انبـارداری، بخـش حمل‌ونقـل و بخـش فـروش تأثیـر می‌گـذارد. بـا اینترنـت اشـیا در بخـش حمل‌ونقـل، بـا نصـب برچسـب EPC[1] در کالاهـا و وسـایل نقلیـه، موقعیـت و وضعیـت کالاهـا را می‌تـوان در هـر لحظـه به‌وسـیلهٔ تأمین‌کننـدگان و خرده‌فروشـان بررسـی و مدیریـت کـرد (Bruner and Loukides 2015؛ Shah and Yaqoob 2016).

در بخـش تولیـد بـا به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا اتوماسـیون خـطِ تولیـد می‌توانـد شناسـایی و ردیابـی مـواد و محصـولات را انجـام داده و بدین‌وسـیله، هزینه‌هـای نیـروی انسـانی به‌شـدت کاهـش یابـد و تسـهیل در امـور را بـرای صنایـع تولیـدی فراهـم آورده و کیفیـت محصـولات را بـالا ببـرد. بـا به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در بخـش انبـار می‌تـوان فضـا را بهینه‌سـازی کـرد. بـا قـرار دادن برچسـب روی کالاهـا می‌تـوان اطلاعـات کالاهـا را بـه پایـگاه داده انتقـال داد و بدین‌صـورت، موجـودی انبـار و محـل قرارگیـری کالاهـا را کنتـرل کـرد. مرتب‌سـازی هوشـمند کالاهـا و بررسـی سـریع و درسـت سـطح ذخیره‌سـازی موجـودی انبـار از دیگـر کاربردهـای اینترنـت اشـیا در ایـن حـوزه اسـت (Uckelmann, Harrison and Michahelles 2011؛ Shen and Liu 2010).

در مقالـهٔ «چالش‌هـای امنیتـی و فرصت‌هـای تجـاری اینترنـت اشـیا» میـزان پیشـرفت و گسـترش سـریع اینترنـت اشـیا در زندگـی روزمـرهٔ مـردم مـورد بررسـی قـرار گرفتـه اسـت. بـر اسـاس تخمین‌هـا تـا سـال ۲۰۲۰، ۳۰ میلیـارد دسـتگاه اتصـال بـه اینترنـت و سنسـور فعـال

1. Electronic Product Code

خواهد شد، با این حال، بیش از ۹۹ درصد از اشیا در جهانِ فیزیکی هنوز هم قابلیت اتصال به اینترنت را ندارند. رشد سریع و همگونی داده‌ها و فرایندهای اینترنتی باعث می‌شود که ارتباطات شبکه بیشتر مورد توجه قرار گرفته و ارزشمند شود. همچنین، این فناوری فرصت‌های تجاری مختلف و جدیدی برای صنایع فراهم می‌کند. محصولات و خدمات اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۰، درآمدی فراتر از ۳۰۰ میلیارد دلار تولید خواهد کرد و ۱/۹ تریلیون دلار به اقتصاد جهانی خواهد افزود (Shrouf1, Odieres and Miraglio 2014; Haller, Karnouskos and Schroth 2008; Xu, He and Li 2014).

قابلیت ردیابی محصولات، افزایش راندمان شرکت‌ها، تسهیل مدیریت احشام، تأیید وضعیت حلال بودن کالا، و نظارت بر گواهی‌های حلال از جمله مواردی هستند که در زنجیرهٔ تأمین محصولات حلال و ارائهٔ این محصولات به بازار مورد نیاز هستند. اینترنت اشیا کمک می‌کند که برخی از این موارد را بتوان مدیریت نمود. چالش‌های متعددی در این زمینه وجود دارد؛ از جمله، محدودیت‌های فنی دستگاه‌های بسته‌بندی، عدم بلوغ فناوری، عدم پذیرش کاربر، و موانع قانونی و نظارتی. این موارد در مقالهٔ Rejeb et al. (2021) مورد بررسی قرار گرفته که به صورتی قانونمند سعی در مرور مقالات موجود در این زمینه دارد.

تأثیر داده‌های عظیم و اینترنت اشیا بر زنجیرهٔ تأمین در مقاله‌ای دیگر مورد بررسی قرار گرفته است. محققانی مانند He, Xue and Gu (2020) به هم‌افزایی موجود در این زمینه پرداخته و ثابت کرده‌اند که می‌توان عملکرد عملیاتی زنجیرهٔ تأمین را بر اساس این هم‌افزایی بهبود بخشید.

بسیاری از مقالات موجود در این زمینه به مباحث فنی اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، در مقالهٔ Garrido-Hidalgo (2019) به بحث اقتصاد دایره‌ای و بهره‌گیری از اینترنت اشیا جهت برگشت کالاهای بازیافتی به کارخانجات پرداخته شده است. محققان به ارائهٔ پیکربندی در این زمینه پرداخته و سعی در به‌حداقل رساندن تأثیر منفی ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بر کرهٔ زمین با بهره‌گیری از اینترنت اشیا دارند.

پژوهشی نیز در زمینهٔ بهره‌گیری از اینترنت اشیا و فناوری «بلاکچین»[1] (زنجیرهٔ بلوکی)

1. blockchain

به‌صورت همزمان در مدیریت داده‌های زنجیرهٔ تأمین تولید پوشاک انجام شده است. این مقاله معماری مبتنی بر «بلاکچین» را برای برنامه‌های اینترنت اشیا ارائه می‌دهد و مدیریت داده‌های توزیع‌شده را برای پشتیبانی از خدمات معاملات در یک شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین تجارت پوشاک چندجانبه به ارمغان می‌آورد (Pal and Yasar 2020).

«عبدالرحمان رجب» و همکاران در مقاله‌ای که در سال ۲۰۲۰، به چاپ رسیده، بر اساس رویکرد علم‌سنجی، پژوهش‌های انجام‌شده در زمینهٔ اینترنت اشیا و زنجیرهٔ تأمین را بررسی نموده‌اند. آن‌ها به بحث میزان توسعهٔ دانش اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین پرداخته و روند توسعهٔ تحقیقات در این زمینه را مورد مطالعه قرار داده‌اند. بر اساس نتایج این مقاله، از سال ۲۰۰۰، به بعد افزایش چشمگیری در توسعهٔ دانش اینترنت اشیا در بحث زنجیرهٔ تأمین وجود دارد، اما بسیاری از این موارد در زنجیره‌های تأمین عملیاتی نشده است (Rejeb et al. 2020).

بر اساس مطالعات ذکرشده مشاهده می‌شود که اینترنت اشیا می‌تواند خدمات مختلفی را به زنجیره‌های تأمین و کسب‌وکارها ارائه کند. بهره‌گیری از این فرصت‌های ارائه‌شده توسط اینترنت اشیا در کسب‌وکارها نیازمند شناسایی دقیق کاربردهای آن در زنجیرهٔ تأمین است. همچنین، چون زنجیرهٔ‌های تأمین با محدودیت منابع اعم از منابع پولی و مالی، نیروی انسانی دارای دانش و ... مواجه‌اند، نیاز است به اولویت‌بندی این کاربردها پرداخته شود. برای اولویت‌بندی کاربردها نیازمند معیارهایی هستیم که بر اساس آن‌ها بتوانیم بین کاربردها تمایز قائل شویم. برای شناسایی این معیارها از نظرات خبرگان بهره‌گیری می‌شود. خبرگان با توجه به شناخت وضعیت موجود این فناوری و همچنین، آشنایی با زنجیرهٔ تأمین در کشورمان می‌توانند نظرات دقیق‌تری در این زمینه ارائه نمایند و این کمک می‌کند از منظر بومی‌سازی نیز به این مسئله نگاه شود؛ هرچند هدف این مقاله بومی‌سازی این کاربردها نیست. بنابراین، شکاف اصلی موجود در تحقیقات فعلی عدم ارائهٔ رویکردی جهت شناسایی اولویت‌های به‌کارگیری اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره‌های تأمین است که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود. برای تحلیل نظرات خبرگان از تحلیل مضمون و همچنین، روش «کپراس» استفاده می‌شود. این روش در بخش‌های بعد به‌صورت مبسوط تشریح می‌شود.

۳. روش پژوهش

با توجه به اینکه این تحقیق از نوع کاربردی بوده و هدف آن اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در حوزهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین است، ابتدا معیارهای مؤثر بر اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در حوزهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین به‌عنوان معیارهای سنجش و رتبه‌بندی انتخاب شدند. این معیارها با نظر خبرگان عضو «انجمن فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران» و مدیران شاغل در شرکت‌هایی که در حال بهره‌گیری از اینترنت اشیا هستند و با استفاده از رویکرد تحلیل مضمون استخراج شده است. در برخی مقالات نیز به این معیارها به‌صورت پراکنده اشاره شده است. رویکرد مورد نظر و روش پیاده‌سازی آن در بخش بعدی تشریح می‌شود. پس از شناسایی برخی از این معیارها بر اساس مقالات و در میان گذاشتن آن با خبرگان و اخذ نظرات آن‌ها، از رویکرد تحلیل مضمون جهت یکپارچه‌سازی استفاده گردید. همچنین، مهم‌ترین کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین شناسایی شد. این موارد مبتنی بر مقالات بود. کاربردهای مذکور با بررسی مقالات مختلف در زمینهٔ بهره‌گیری از اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین استخراج گردید و از خبرگان درخواست شد تا درصورتی که کاربرد دیگری افزون بر موارد مذکور در این زمینه می‌شناسند، ذیل پرسشنامه اضافه نمایند که مورد جدیدی افزوده نشد. سپس، با استفاده از طرح پرسشنامه، اطلاعات مربوط به نمرهٔ هر کاربرد بر اساس هر معیار از خبرگان جمع‌آوری شده و سرانجام، به کمک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ «کپراس» به رتبه‌بندی کاربردها پرداخته شد. در این پژوهش، جامعهٔ آماری را خبرگان عضو «انجمن فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران» و مدیران شاغل در شرکت‌هایی که در حال بهره‌گیری از اینترنت اشیا هستند تشکیل می‌دهند. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از طریق پرسشنامه‌ای با سؤالات پنج‌گزینه‌ای که بر اساس طیف «لیکرت» طراحی شده بود، در سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری شد. داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از روش «کپراس» مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سرانجام، اولویت هر یک از کاربردها مشخص شد.

روش «کپراس» در مقالات مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (از جمله Roy et al. 2019؛ Liou et al. 2016؛ Razavi Hajiagha et al. 2013) که نشان‌دهندهٔ اهمیت این روش در بین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در ضمن، با توجه به اینکه اینترنت اشیا حوزهٔ جدیدی است، بنابراین باید به تصمیم‌گیری با ریسک کنترل‌شده در این زمینه پرداخت. روش «کپراس» نیز با بهره‌گیری از روش سنجش اهمیت نسبی سعی در کاهش

ریسک تصمیم‌گیری دارد. به همین دلیل و با هدف کنترل ریسک تصمیم‌گیری از این روش استفاده شد.

با توجه به اهمیت روش «کپراس»، گام‌های این روش در ادامه تشریح می‌شود. فرض کنید یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری داریم که باید بین m گزینهٔ موجود بر اساس n معیار مختلف اولویت‌بندی شوند. ماتریس X نیز ماتریس تصمیم‌گیری مسئلهٔ مورد نظر است که در آن X_{ij} مقدار iامین گزینه بر اساس jامین معیار است. در این مقاله گزینه‌های تصمیم‌گیری همان کاربردهای اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین هستند. معیارهای تصمیم‌گیری نیز بر اساس نظر خبرگان و تحلیل مضمون شناسایی شده‌اند. گام‌های این روش به‌شرح زیر است:

گام اول: شناسایی گزینه‌هایی که قرار است بین آن‌ها اولویت‌بندی انجام شود. تعداد این گزینه‌ها m فرض می‌شود. در این مقاله، در این گام از مقالاتِ موجود بهره گرفته می‌شود و همان‌گونه که ذکر شد، گزینه‌های ما در این مقاله همان کاربردهای شناسایی‌شده هستند.

گام دوم: یافتن مهم‌ترین معیارهایی که برای تصمیم‌گیرندگان مهم هستند و بر اساس آن‌ها می‌توان بین گزینه‌ها تمایز قائل شد. تعداد آن‌ها n در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله، در این مرحله از نظراتِ خبرگان و تحلیل مضمون استفاده می‌شود که در بخش بعدی به‌صورت مبسوط تشریح می‌گردد. تعداد ۳۰ نفر خبره در این بخش مشارکت نمودند.

گام سوم: ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری X بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده در گام‌های قبل و نظرات خبرگان. این ماتریس به شکل زیر است و در آن X_{ij} مقدار iامین گزینه برا ساس jامین معیار است.

$$X=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

گام چهارم: تجمیع ماتریس‌های تصمیم‌گیری مختلفی که بر اساس نظرات خبرگان مختلف به‌دست آمده است. برای تجمیع و به‌دست آوردن ماتریس تصمیم‌گیری نهایی از میانگین هندسی درایه‌های ماتریس‌هایی که حاصل نظرات تصمیم‌گیرندگان مختلف است، استفاده می‌شود. درصورتی که تنها یک تصمیم‌گیر وجود داشته باشد، نیازی به

انجام این مرحله نیست.

گام پنجم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم. برای نرمال‌سازی ماتریس تصمیم از رابطهٔ (۱) استفاده می‌شود:

$$\bar{x}_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^{m} x_{ij} \; ; \; i = 1, \dots m; \; j = 1, \dots, n \qquad (۱)$$

گام ششم: محاسبهٔ ماتریس تصمیم‌گیری موزون. برای محاسبهٔ این ماتریس از رابطهٔ (۲) استفاده می‌شود که در آن w_j وزن و اهمیت معیار jام است.

$$\hat{x}_{ij} = w_j . \bar{x}_{ij}; \; i = 1, \dots m; \; j = 1, \dots, n \qquad (۲)$$

گام هفتم: محاسبهٔ مقادیر هر گزینه بر حسب معیارهای مثبت و منفی. با توجه به اینکه جنس معیارها با یکدیگر متفاوت است، برخی از آن‌ها وقتی مقدار بیشتری به خود بگیرند، مطلوب هستند (مثل معیار سود، درآمد و ...)، و برخی از آن‌ها زمانی که مقدار کمتری به خود بگیرند، مطلوب‌اند (مثل معیار هزینه، ریسک و ...). معیارهای دستهٔ اول را معیارهای مثبت و معیارهای دستهٔ دوم را معیارهای منفی می‌نامند. فرض کنید k معیار اول مثبت و بقیهٔ معیارها منفی باشند. برای معیارهای مثبت به ازای هر گزینه مقدار رابطهٔ (۳) را محاسبه کنید.

$$P_i = \sum_{j=1}^{k} \hat{x}_{ij} \; ; \; i = 1, \dots m \qquad (۳)$$

و برای معیارهای منفی مقدار رابطهٔ (۴) به ازای هر گزینه محاسبه شود.

$$R_i = \sum_{j=k+1}^{n} \hat{x}_{ij} \; ; \; i = 1, \dots m \qquad (۴)$$

گام هشتم: محاسبهٔ کمینهٔ مقدار R_i. برای این کار از رابطهٔ (۵) استفاده می‌شود.

$$R_{min} = \min_{i} R_i \; ; \; i = 1, \dots m \qquad (۵)$$

گام نهم: محاسبهٔ اهمیت نسبی هر گزینه. اهمیت نسبی هر گزینه از رابطهٔ (۶) به‌دست می‌آید.

$$P_i = \sum_{j=1}^{k} \hat{x}_{ij} \; ; \; i = 1, \dots m \qquad (۶)$$

گام دهم: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار به‌دست‌آمده در مرحلهٔ قبل. گزینه‌ای که دارای مقدار Q_i بزرگ‌تری باشد، گزینهٔ بهتری است. برای محاسبه و به‌دست آوردن درجهٔ مطلوبیت هر گزینه می‌توان از رابطهٔ (۷) استفاده کرد.

$$N_i = (Q_i/Q_{max}).100\% \quad (۷)$$

که در آن $Q_{max} = \max_i Q_i \; ; i = 1, \dots, m$.

در بخش بعدی، فرایند پیاده‌سازی روش انتخاب‌شده (کپراس) تشریح می‌شود و گام‌هایی که برای رتبه‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین به‌کار گرفته شده، به‌صورت دقیق تشریح می‌گردد.

٤. فرایند پیاده‌سازی روش «کپراس» و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش از پژوهش، پیاده‌سازی گام‌های مهم روش «کپراس» تشریح می‌شود و در انتهای آن تحلیلی بر نتایج به‌دست‌آمده ارائه می‌گردد. با توجه به اینکه شناسایی گزینه‌ها (گام اول)، مشخص‌کردن معیارها (گام دوم)، ایجاد ماتریس‌های تصمیم مبتنی بر نظرات هر یک از خبرگان (گام سوم)، ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری تجمیع‌شدهٔ نظرات خبرگان (گام چهارم)، و رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس معیارها (گام دهم) از مهم‌ترین گام‌های این روش هستند، در این بخش این گام‌ها تشریح می‌شود. گام‌های دیگر، به نوعی محاسبات ریاضی مربوط به روش است که در صورت افزودن جدول‌های مربوط به آن، باعث افزایش تعداد صفحات مقاله می‌گردد و غیرضروری است.

٤-١. گام اول: شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین

با توجه به اینکه در روش «کپراس» نیاز است گزینه‌های تصمیم‌گیری مشخص شود، در این بخش کاربردهای اینترنت اشیا در حوزهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین که از طریق بررسی مقالات مختلف علمی و پژوهشی و دریافت بازخورد از خبرگان مشخص شده و گزینه‌های تصمیم‌گیریِ مسئلهٔ ماست، تشریح می‌گردد.

- **بهینه‌سازی زنجیرهٔ تأمین**

شرکت‌های مجهز به اینترنت اشیا می‌توانند هر محصول خود را در زمان واقعی نظارت کرده و معماری لجستیک خود را مدیریت کنند. اینترنت اشیا می‌تواند مدیریت زنجیرهٔ تأمین را بهینه‌سازی کند، از منابع به‌طور مؤثر استفاده کند، تمام زنجیرهٔ عرضه را قابل مشاهده سازد تا بتواند شفافیت اطلاعات زنجیرهٔ تأمین را بهبود بخشد، زنجیرهٔ تأمین را در زمان واقعی مدیریت کند و زنجیرهٔ عرضه را چابک و یکپارچه سازد. اینترنت اشیا بر مدیریت زنجیرهٔ تأمین در بخش تولید، بخش انبارداری، بخش حمل‌ونقل و بخش فروش

تأثیر می‌گذارد (Fleisch, Weinberger and Wortmann 2015). جزئیات دقیق ردیابی و نظارت اتوماتیک اشیا در مکان‌های مختلف همراه با استانداردهای تبادل داده‌ها می‌تواند منجر به دید بهتر در هر سازمان و در بین اعضای زنجیرهٔ تأمین شود (Singh and Singh 2015).

◆ **لجستیک هوشمند**

لجستیک خودمختار یا هوشمند نمونه‌ای از تدارکات داخلی هوشمند است که به تغییرات غیرمنتظره در تولید، مانند تنگناها و کمبود مواد واکنش نشان می‌دهد. به این شکل که داده‌ها و فرمول‌های محاسبات بزرگ، شامل الگوریتم‌ها را دریافت و از طریق برنامه‌های تجزیه و تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ را انجام می‌دهد و این موجب ایجاد فرصت‌های مهمی برای بهبود کارخانه‌های آینده، فرایندهای تولید و فعال‌سازی کارخانه برای ارائهٔ محصولات خواهد شد (Bohli, Sorge and Westhoff 2009). در بخش حمل‌ونقل، با قرار دادن برچسب EPC در کالاها و وسایل نقلیه، در هر لحظه می‌توان موقعیت و وضعیت کالاها را به‌وسیلهٔ تأمین‌کنندگان و خرده‌فروشان بررسی و مدیریت کرد (Shen and Liu 2010).

◆ **خط تولید و دستگاه‌های هوشمند**

مدیریت تولید هوشمند که اطلاعات را از طریق اینترنت اشیا دریافت و با منطق مدیریت تولید ادغام می‌کند، شامل ارتباطات پویا، کارآمد، خودکار و بلادرنگ برای مدیریت و کنترل یک محیط تولید بسیار پویا و فعال توسط اینترنت اشیاست (Bohli, Sorge and Westhoff 2009). در بخش تولید، با به‌کارگیری اینترنت اشیا، اتوماسیون خط تولید می‌تواند شناسایی و ردیابی مواد و محصولات را تسهیل کند. بنابراین، هزینه‌های نیروی انسانی می‌تواند به شدت کاهش یافته و تسهیل در امور را برای صنایع تولیدی فراهم آورد و کیفیت محصولات را ارتقا دهد (Mumtaz, Alsohaiy and Pang 2017؛ Shen and Liu 2010). ماشین‌های متصل به اینترنت می‌توانند شرایط ترافیکی در زمان واقعی را تشخیص داده و مسیرهای بهتری را برای عبور و مرور انتخاب کنند که باعث می‌شود سفرها امن‌تر و بار ترافیکی کمتر شود (Singh and Singh 2015).

◆ **هوشمندسازی قفسه‌های نگهداری محصولات و مواد**

قفسه‌های هوشمند در فروشگاه‌های خرده‌فروشی می‌توانند گزارش کنند که چه زمانی نیاز به پرکردن مجدد یا مرتب‌سازی مجدد دارند. این امر منجر به صرفه‌جویی

در وقت و کاهش دفعات بازبینی قفسه‌ها می‌شود. با قفسه‌های هوشمند محصولاتی را که نابه‌جا هستند، می‌توان شناسایی کرد و به موقعیت صحیح خود بازگرداند. با به‌کارگیری اینترنت اشیا در بخش انبار، فضا را می‌توان بهینه‌سازی کرد. با قرار دادن برچسب روی کالاها می‌توان اطلاعات کالاها را به پایگاه دادهٔ سِرور انتقال داد و بدین‌صورت موجودی انبار و محل قرارگیری کالاها را کنترل کرد. مرتب‌سازی هوشمند کالاها و بررسی سریع و درست سطح ذخیره‌سازی موجودی انبار از دیگر کاربردهای اینترنت اشیا در این حوزه است (Shen and Liu 2010).

◆ **شناسایی محصولات تقلبی**

فناوری اینترنت اشیا امروزه از طریق ردیابی مکان و وضعیت یک شیء در کل دورهٔ عمر محصول و در سراسر زنجیرهٔ عرضه اجازهٔ تشخیص انحراف در بازار غیرقانونی و همچنین معرفی محصولات تقلبی را می‌دهد (Bandyopadhyay and Sen 2011). ردیابی همچنین می‌تواند به‌عنوان یک ابزار برای مقابله با فعالیت‌های جعلی مورد استفاده قرار گیرد. با ردیابی محصول از کارخانه تا تحویل آن به دست خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان می‌توان از اصالت کالاها اطمینان حاصل کرد. سرانجام، همان‌طور که به‌طور فزاینده‌ای برای خرید کالاها به‌صورت آنلاین حرکت می‌کنیم، اطلاعات ردیابی دقیق موجود در فناوری اینترنت اشیا می‌تواند اطمینان بسیار بیشتری را در مورد صحت و ایمنی خریدهای آینده فراهم کند (Zhang and Yue 2020).

◆ **حفظ سلامت کارکنان در صنایع مختلف**

اینترنت اشیا جهت کنترل پرسنل نفتی در عملیات بحرانی و دریایی، ردیابی کانتینر، ردیابی لوله‌های حفاری، نظارت و مدیریت تجهیزات و ... به‌کار گرفته می‌شود. بررسی علل حوادث در صنایع شیمیایی و پتروشیمی، از قبیل مدیریت ضعیف ذخیره‌سازی، و فرایندهای نادرست جداسازی شیمیایی از دیگر قابلیت‌های فناوری اینترنت اشیاست. این فناوری می‌تواند در کاهش تعداد حوادث در صنعت نفت و گاز با تجهیز ظروف مواد شیمیایی خطرناک با گره حسگر هوشمندِ بی‌سیم کمک کند (Harrison 2011). با استفاده از اینترنت اشیا می‌توان معدنی امن‌تر در صنعت استخراج معادن زیرزمینی داشت. در بسیاری از کشورها به‌دلیل شرایط کاری معادن زیرزمینی، نگرانی‌های زیادی وجود دارد. برای جلوگیری و کاهش حوادث در معدن، نیاز به استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا

برای شناسایی سیگنال‌های فاجعه‌بار از طریق هشدار زودهنگام، پیش‌بینی فاجعه و بهبود امنیت زیربنایی است (Haller, Karnouskos and Schroth 2008).

◆ **نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی، غذا و دارو**

با استفاده از اینترنت اشیا ردیابی و نظارت مؤثر بر روند تولید مواد غذایی در صنعت تولید مواد خوراکی صورت می‌گیرد. نظارت بر وضعیت کالاهای فاسدشدنی در حمل‌ونقل می‌توانند به‌طور قابل توجه باعث کاهش فساد در زنجیرهٔ حمل‌ونقل شود. محصولات فاسدشدنی (مانند غذاها و داروها) را می‌توان به‌طور مؤثرتر مدیریت کرد تا از تلفات ناشی از محصولات تاریخ‌گذشته و فاسد جلوگیری شود. برای مثال، سنسورها می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که محصول هرگز در معرض شرایط محیطی خطرناک قرار نگرفته است (Bandyopadhyay, and Sen 2011).

◆ **قیمت‌گذاری و صدور خودکار فاکتور**

در بخش فروش، مشتریان می‌توانند اطلاعات مورد نیاز خود را به‌وسیلهٔ برچسب EPC که روی کالاها تعبیه شده، دریافت کنند. در سوپرمارکت‌ها برای مشتری با خواندن برچسب مربوط به کالای انتخابی، به‌صورت خودکار فاکتور صادر شود و به‌صورت خودکار از کارت اعتباری متصلِ مشتری، پول به حساب فروشگاه منتقل شود (Shen and Liu 2010). پیدا کردن یک طرح قیمت‌گذاری مناسب برای مصرف‌کنندگان، ارائه‌دهندگان، و واسطه‌ها یک کار چالش‌برانگیز است. به‌کارگیری اینترنت اشیا برای محاسبهٔ قیمت واقعی محصول بر اساس روند تولید، بسته‌بندی و زنجیرهٔ حمل‌ونقل جهت جلوگیری از گران‌فروشی، کلاه‌برداری و ... بسیار مؤثر است (Xu, He, and Li 2014).

◆ **تأمین‌کنندگان هوشمند**

این مورد شامل ایجاد روابط پایدار با تأمین‌کنندگان است. به‌عنوان مثال، با افزایش اشتراک اطلاعات در زمان واقعی و انتخاب بهترین تأمین‌کننده بر اساس نیازهای کارخانه، انعطاف‌پذیری افزایش می‌یابد. نظارت از راه دور با بهره‌گیری از اینترنت اشیا باعث کاهش دخالت شخص ثالث (به‌عنوان مثال تأمین‌کنندگان) در نظارت شده، و تولید به موقع و نگهداری کارخانجات با خدمات جدید را فراهم خواهد کرد (Bohli, Sorge and Westhoff 2009).

◆ **تعمیر و نگهداری هوشمند**

تعمیر و نگهداری پیشگیرانهٔ سیستم تولید، پایش و جمع‌آوری داده‌های حاصل از عملکرد سیستم‌ها در زمان واقعی تأثیر مثبتی بر بهبودِ نگهداری فعال ماشین‌آلات دارد. برای مثال، استفاده از سنسورها برای نظارت بر درجهٔ حرارت و سایر عوامل باعث کاهش خرابی محصولات، و جلوگیری از خراب شدن و نقص دستگاه و ... می‌شود. افزون بر این، با بهره‌گیری از فناوری اینترنت اشیا می‌توان به‌طور خودکار زمان فرایند تعمیر و نگهداری را پیش‌بینی کرد (Bohli, Sorge and Westhoff 2009). بهره‌گیری از اینترنت اشیا در زمینهٔ تعمیر و نگهداری باعث افزایش بهره‌وری شده و بهینه‌سازی استفاده از منابع و زمان را افزایش می‌دهد (Singh and Singh 2015).

◆ **بازاریابی هوشمند**

شرکت با بازاریابی هوشمند قادر خواهد بود کالا را در زنجیرهٔ عرضه با موجودی مرتبط‌شده با اینترنت ردیابی کند. این قابلیت، افزایش سرعت حمل‌ونقل را فراهم می‌کند و باعث می‌شود کالاها سریع‌تر در اختیار مشتری قرار گیرد (همان).

◆ **نظارت و کنترل هوشمند**

نظارت و کنترل هوشمند از طریق سنسور و دستگاه‌های هوشمندِ تلفن همراه منجر به رفع مشکلات در کوتاه‌ترین زمان و اخذ تصمیمات کارآمد می‌شود. در چنین مواردی می‌توان ماشین را قبل از ادامهٔ تولید محصولات معیوب تعطیل کرد. افزون بر این، شفافیت در آگاهی از رفتار مصرف انرژی در فرایندهای تولید را ایجاد کرده و منجر به اخذ تصمیمات درست می‌شود. برای مثال، برای کاهش هزینه‌های مصرف انرژی می‌توان از داده‌های انرژی در تصمیمات مدیریت تولید بهره برد (Zhang and Yue 2020). دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیا توانایی منحصربه‌فرد دارند تا وضعیت فعلی خود را به سایر دستگاه‌های مرتبط در اطراف ارسال کنند. این جریان، ارتباطات بهتر بین انسان و ماشین را تسهیل می‌کند و منجر به نظارت هوشمند می‌گردد (Harrison 2011).

٤-۲. گام دوم: شناسایی معیارها

به‌منظور شناسایی معیارهای مؤثر بر انتخاب کاربردهای اینترنت اشیا از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و روش تحلیل مضمون استفاده شد. جامعهٔ آماری خبرگان این بخش شامل خبرگان عضو «انجمن فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران» و مدیران شاغل در شرکت‌هایی

است که در حال بهره‌گیری از اینترنت اشیا هستند. این جامعه مشتمل بر ۳۰ نفر بوده است. در پژوهش کیفی، جمع‌آوری اطلاعات تا جایی ادامه می‌یابد که اشباع نظری اتفاق افتد؛ یعنی جایی که داده‌های جدید مطلب جدیدی به داده‌های قبلی نیافزاید. در این پژوهش اشباع نظری در مصاحبهٔ بیست‌وسوم صورت گرفت، ولی برای اطمینان بیشتر تا مصاحبهٔ سی‌ام ادامه یافت.

در این پژوهش ابتدا، به روش تحلیل مضمون، معیارهای اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا شناسایی گردید. سپس، کدهای اولیه با استفاده از نرم‌افزار ATLAS.ti چندین مرتبه مورد تحلیل و بازبینی قرار گرفت. روش تحلیل مضمون به بررسی و تحلیل متن می‌پردازد و جمع‌آوری اطلاعات در قالب چرخه‌های برداشت از متن انجام می‌شود. در این فرایند محقق با طی مسیر رفت‌وبرگشتی درون متن به درک بهتری از متن می‌رسد و این مسیر تا جایی ادامه می‌یابد که درک قابل قبولی از متن که کمترین تناقض درونی را دارد، ایجاد شود (Patton 2002). تجزیه و تحلیل اطلاعات در روش تحلیل مضمون مبتنی بر فرایند کدگذاری است. روش تحلیل مضمون فرایندی برای تحلیل اطلاعات کیفی به‌شمار می‌رود. «برون و کلارک» فرایندی شش مرحله‌ای (آشنایی با داده‌ها، ایجاد کدهای اولیه، جست‌وجوی کدهای گزینشی، شکل‌گیری مقوله‌های فرعی (تم‌های فرعی)، تعریف و نام‌گذاری تم‌های اصلی، تهیهٔ گزارش و ترسیم شبکهٔ مضامین) برای اجرای روش تحقیق تحلیل تم ارائه داده‌اند (Braun and Clarke 2006). این فرایند در این مرحله از پژوهش مبنا قرار گرفته است. در این بخش، مصاحبه‌های انجام‌شده به‌دقت پیاده‌سازی گردید و بر اساس مدل نظام‌مند « برون و کلارک » تجزیه و تحلیل شد. جدول ۱، نمونه‌ای از مفاهیم شناسایی‌شده از گزاره‌های کلامی در قالب مقوله‌های فرعی را نشان می‌دهد. سپس، بر اساس مقوله‌های فرعی شناسایی‌شده، دسته‌بندی کلی‌تری صورت گرفت که به شناسایی مقوله‌های اصلی (پذیرش شرکت‌ها) منجر شد. در بخش یافته‌های نتایج این فرایند ارائه می‌شود.

جدول ۱. کدگذاری اولیه (مقوله‌های فرعی)

گزارهٔ کلامی	مقولهٔ فرعی
منابع انسانی ماهر می‌تواند به شرکت‌ها این اطمینان را دهد که آن‌ها می‌توانند بهتر از مزایای ناشی از اینترنت اشیا استفاده کنند.	داشتن منابع انسانی شایسته برای استفاده از اینترنت اشیا
با ارائهٔ خدمات پس فروش بهتر توسط شرکت، میزان وفاداری مشتری افزایش یافته و در نتیجه، میزان خریدهای مشتری افزایش می‌یابد.	بهبود ارائهٔ خدمات پس فروش و افزایش وفاداری مشتری

با کدگذاری و تحلیل داده‌های مصاحبهٔ خبرگان به روش تحلیل مضمون، ۳۳ مقولهٔ فرعی شناسایی گردید. این مقوله‌ها در قالب ۶ معیار اصلی دسته‌بندی گردید که در جدول ۲، مشاهده می‌شود. این معیارها عبارت‌اند از: «پذیرش مردم و شرکت‌ها»، «بهبود بهره‌وری و کارایی هزینه»، «رشد فروش (درآمد)»، «سرمایهٔ مورد نیاز»، «ریسک امنیتی» و «بهبود کیفیت زندگی».

جدول ۲. نتایج حاصل از تحلیل مصاحبه‌ها و شناسایی شاخص‌های اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا

ردیف	مقولهٔ فرعی	مقولهٔ اصلی
۱	داشتن منابع انسانی شایسته برای استفاده از اینترنت اشیا	پذیرش مردم و شرکت‌ها
۲	حمایت مدیران ارشد	
۳	حمایت قانونی	
۴	پیچیدگی زیاد	
۵	ویژگی‌های صنعت	
۶	در دسترس بودن	
۷	استفاده توسط عموم مردم	
۸	افزایش بازدهی	بهبود بهره‌وری و کارایی هزینه
۹	پایش بهتر منابع و مشخص شدن منابع بی‌کار	
۱۰	کاهش نیروی انسانی	
۱۱	انجام کارها با مقدار منابع کمتر	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ردیف	مقولهٔ فرعی	مقولهٔ اصلی
۱۲	افزایش تقاضای محصولات شرکت‌ها	رشد فروش (درآمد)
۱۳	افزایش سطح دسترسی به کالاها	
۱۴	کسب سهم بیشتری از بازار	
۱۵	تأمین به‌موقع کالاها	
۱۶	ارائهٔ کالاها به مشتریان از نزدیک‌ترین انبارها	
۱۷	بهبود ارائهٔ خدمات پس فروش و افزایش وفاداری مشتری	
۱۸	هزینهٔ زیاد پیاده‌سازی	سرمایهٔ مورد نیاز
۱۹	هزینهٔ زیاد برای پیاده‌سازی سکوهای مورد استفاده در مدیریت اینترنت اشیا	
۲۰	آموزش نیروی انسانی	
۲۱	جذب نیروهای متخصص جهت پیاده‌سازی	
۲۲	خرید تجهیزات مرتبط با اینترنت اشیا	
۲۳	خرید سرورهای مورد نیاز	
۲۴	اطمینان‌بخشی به شرکت‌ها در ارتباط با محرمانگی اطلاعات آن‌ها	ریسک امنیتی
۲۵	دسترسی شرکت‌های رقیب به اطلاعات شرکت	
۲۶	فروش اطلاعات شرکت به رقبای شرکت توسط فراهم‌کنندگان سرویس اینترنت اشیا	
۲۷	فاش شدن اطلاعات مشتریان	
۲۸	مکانیزه شده بیش از حد و ترس از ضررهای هنگفت در زمان خرابی سیستم	
۲۹	افزایش سهولت دسترسی به کالاهای مورد نیاز	بهبود کیفیت زندگی
۳۰	رصد کالاهای تهیه‌شده	
۳۱	دریافت خدمات پس از فروش مناسب	
۳۲	ارائهٔ بازخورد نسبت به معایب کالاهای خریداری‌شده	
۳۳	پاسخگویی مناسب شرکت‌ها	

٤-۳. گام سوم: ایجاد ماتریس‌های تصمیم مبتنی بر نظرات هر یک از خبرگان

خبرگان عضو «انجمن فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران» و مدیران شاغل در شرکت‌هایی که در حال بهره‌گیری از اینترنت اشیا هستند، مهم‌ترین منابعی هستند که می‌توانند در اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین به‌صورتی

مؤثر کمک کنند. ۳۰ نفر از این بزرگواران که پرسشنامه را دریافت کرده بودند، با تکمیل آن در به ثمر رسیدن این پژوهش نقش پررنگی داشتند. با توجه به اینکه در گام سوم تعداد ۳۰ ماتریسِ تصمیم توسط این خبرگان در قالب پرسشنامه تکمیل شد، به‌دلیل حجم زیاد نمی‌توان آن‌ها را در این بخش از مقاله قرار داد. همان‌گونه که ذکر شد، گردآوری داده‌ها و اطلاعات از طریق پرسشنامه صورت گرفته و سپس، با استفاده از اطلاعات گردآوری‌شده، ماتریس تصمیم «کپراس» تشکیل شده است. تعیین مقادیر امتیازدهی به کاربردها از طریق مقیاس «لیکرت» که یکی از رایج‌ترین مقیاس‌های اندازه‌گیری در تحقیقاتی است که بر اساس پرسشنامه انجام می‌شود، انجام گرفته است.

٤-٤. گام چهارم: تشکیل ماتریس تصمیم تجمیع‌شده

همان‌گونه که ذکر شد، با توزیع پرسشنامه، تعداد ۳۰ پرسشنامهٔ تکمیل‌شده توسط خبرگان برگشت داده شد. در این مرحله با تجمیع پرسشنامه‌های تکمیل‌شده، ماتریسِ تصمیمِ تجمیع‌شده ایجاد شد. این ماتریس در جدول ۳، نشان داده شده است.

جدول ۳. ماتریس تصمیم تجمیع‌شده

معیارها / کاربردها	پذیرش مردم و شرکت‌ها	بهبود بهره‌وری و کارایی هزینه	رشد فروش (درآمد)	سرمایهٔ مورد نیاز	ریسک امنیتی	بهبود کیفیت زندگی
بهینه‌سازی زنجیرهٔ تأمین	۴/۴۲	۵/۱۸	۵/۱۷	۷/۱۶	۴/۰۹	۲/۰۳
لجستیک هوشمند	۴/۷۲	۵/۶۷	۴/۸۲	۵/۷۸	۳/۹۷	۳/۰۶
خط تولید، ماشین‌آلات و دستگاه‌های هوشمند	۶/۱۳	۶/۷۵	۳/۰۰	۷/۵۲	۵/۸۴	۲/۹۸
هوشمندسازی قفسه‌های نگهداری محصولات و مواد	۸/۶۸	۶/۷۹	۸/۳۸	۶/۰۶	۲/۹۵	۶/۲۱
شناسایی محصولات تقلبی	۸/۳۸	۵/۷۷	۶/۲۱	۵/۴۴	۱/۶۰	۷/۹۴
حفظ سلامت کارکنان در صنایع مختلف	۴/۴۵	۳/۳۵	۱/۶۶	۳/۱۹	۳/۴۹	۶/۲۴
نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی، غذا و دارو	۶/۰۲	۴/۷۳	۳/۷۱	۶/۷۵	۳/۵۸	۷/۹۴
قیمت‌گذاری و صدور خودکار فاکتور	۴/۵۵	۳/۲۷	۳/۲۷	۴/۱۷	۲/۳۷	۳/۳۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

کاربردها / معیارها	پذیرش مردم و شرکت‌ها	بهبود بهره‌وری و کارایی هزینه	رشد فروش (درآمد)	سرمایهٔ مورد نیاز	ریسک امنیتی	بهبود کیفیت زندگی
تأمین‌کنندگان هوشمند	۲/۸۱	۴/۵۳	۳/۹۴	۳/۹۲	۵/۷۸	۱/۸۰
تعمیر و نگهداری هوشمند	۵/۸۷	۷/۵۲	۲/۶۹	۶/۴۰	۵/۷۴	۳/۲۱
بازاریابی هوشمند	۶/۲۴	۴/۰۶	۶/۹۲	۷/۲۵	۲/۷۴	۵/۲۷
نظارت و کنترل هوشمند	۴/۴۸	۳/۵۶	۳/۷۳	۵/۳۷	۳/۶۲	۳/۹۲

همچنین، با تجمیع نظرات خبرگان اهمیت هر یک از معیارها در تصمیم‌گیری نیز مطابق با جدول ۴، مشخص شد.

جدول ٤. اهمیت هر یک از معیارها بر اساس نظرات تجمیع‌شدهٔ خبرگان

نام معیار	پذیرش مردم و شرکت‌ها	بهبود بهره‌وری و کارایی هزینه	رشد فروش (درآمد)	سرمایهٔ مورد نیاز	ریسک امنیتی	بهبود کیفیت زندگی
اهمیت معیار	۰/۱۶۲	۰/۱۳۲	۰/۲۱۴	۰/۱۷۸	۰/۱۸۳	۰/۱۳۱

٤-٥. گام پنجم تا نهم

با توجه به اینکه تمامی این گام‌ها مربوط به محاسبات ریاضی روش است و ارزش افزوده‌ای برای مقاله ایجاد نمی‌کند و تنها صفحات بیشتری را به مقاله می‌افزاید، از ارائهٔ این محاسبات صرف نظر شد.

٤-٦. گام دهم: رتبه‌بندی کاربردها بر اساس محاسبات انجام‌شده

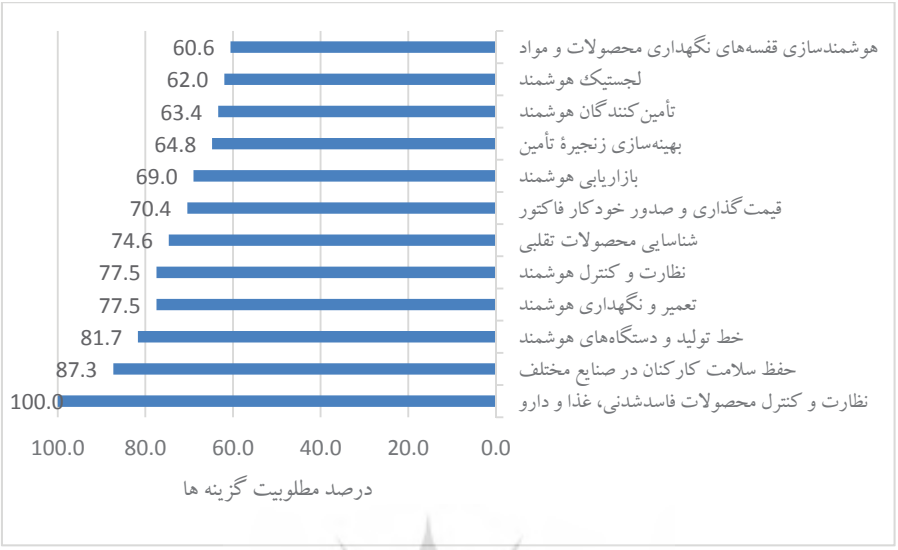
همان‌گونه که در گام‌های قبلی ذکر شد، برای بررسی مسئله، ابتدا کاربردهای مهم اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین با بررسی مقالات مشخص گردید. این کاربردها عبارت‌اند از: شناسایی محصولات تقلبی، تعمیر و نگهداری هوشمند، نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی، غذا و دارو، لجستیک هوشمند، حفظ سلامت کارکنان در صنایع مختلف، تأمین‌کنندگان هوشمند، خط تولید و دستگاه‌های هوشمند، قیمت‌گذاری و صدور خودکار فاکتور، بازاریابی هوشمند، نظارت و کنترل هوشمند، بهینه‌سازی زنجیرهٔ تأمین، و هوشمندسازی قفسه‌های نگهداری محصولات و مواد. سپس، معیارهای مؤثر بر

اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در حوزهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین مشخص شد. این معیارها که بر اساس نظرات خبرگان و رویکرد تحلیل مضمون استخراج شد، عبارت‌اند از: پذیرش مردم و شرکت‌ها، بهبود بهره‌وری و کارایی هزینه، رشد فروش (درآمد)، سرمایهٔ مورد نیاز، ریسک امنیتی، و بهبود کیفیت زندگی. این معیارها بر اساس مصاحبه با خبرگان و بررسی مقالات استخراج گردید. به جز دو معیار «سرمایهٔ مورد نیاز»، و «ریسک امنیتی»، بقیهٔ معیارها مثبت هستند و اگر گزینه‌ای در آن‌ها مقدار بیشتری به خود بگیرد، آن گزینه بهتر است. در حالی که گزینه‌ای که در معیارهای «سرمایهٔ مورد نیاز»، «ریسک امنیتی» دارای مقدار کمتری باشند، گزینهٔ بهتری هستند. با توجه به تعدد معیارها و تفاوت بار هر یک از آن‌ها، با پیاده‌سازی روش «کپراس» رتبه‌بندی نهایی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین استخراج گردید. این اولویت‌بندی در جدول ۵، ارائه شده است.

جدول ۵. رتبه‌بندی کاربردها

Qi	رتبه‌بندی کاربردها	
۰/۷۱	رتبهٔ ۱	نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی، غذا و دارو
۰/۶۲	رتبهٔ ۲	حفظ سلامت کارکنان در صنایع مختلف
۰/۵۸	رتبهٔ ۳	خط تولید و دستگاه‌های هوشمند
۰/۵۵	رتبهٔ ۴	تعمیر و نگهداری هوشمند
۰/۵۵	رتبهٔ ۵	نظارت و کنترل هوشمند
۰/۵۳	رتبهٔ ۶	شناسایی محصولات تقلبی
۰/۵	رتبهٔ ۷	قیمت‌گذاری و صدور خودکار فاکتور
۰/۴۹	رتبهٔ ۸	بازاریابی هوشمند
۰/۴۶	رتبهٔ ۹	بهینه‌سازی زنجیرهٔ تأمین
۰/۴۵	رتبهٔ ۱۰	تأمین‌کنندگان هوشمند
۰/۴۴	رتبهٔ ۱۱	لجستیک هوشمند
۰/۴۳	رتبهٔ ۱۲	هوشمندسازی قفسه‌های نگهداری محصولات و مواد

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از روش «کپراس»، درجهٔ مطلوبیت گزینه‌ها نیز محاسبه گردید. شکل ۱، درجهٔ مطلوبیت گزینه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱. درصد مطلوبیت گزینه‌ها بر اساس روش «کپراس»

در بخش بعد، نتایج به‌دست‌آمده مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

۵. نتیجه‌گیری

این پژوهش که با هدف کمک به تصمیم‌گیری صنعتگران در زمینهٔ بهره‌گیری از اینترنت اشیا انجام گرفت، می‌تواند سرمایه‌گذاری‌های صنعتی در زمینهٔ اینترنت اشیا را جهت‌دهی کند. کاربردهای متعدد و پرهزینهٔ اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره‌های تأمین به همراه محدودیت‌های منابع مالی، دانشی و نیروی انسانی در شرکت‌ها باعث می‌شود که نیازمند روشی برای شناسایی مهم‌ترین اولویت‌ها در این زمینه برای پیاده‌سازی در صنایع باشیم. این مطالعه با شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین و بهره‌گیری از روش «کپراس» به اولویت‌بندی کاربردها پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی، غذا و دارو با درجه اهمیت ۰/۷۱ دارای بالاترین رتبه بین گزینه‌هاست و حفظ سلامت کارکنان در صنایع مختلف با اهمیت ۰/۶۲ و خط تولید و دستگاه‌های هوشمند با اهمیت ۰/۵۸ در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند. همچنین، تأمین‌کنندگان هوشمند با اهمیت ۰/۴۵، لجستیک هوشمند ۰/۴۴ و هوشمندسازی قفسه‌های نگهداری محصولات و مواد ۰/۴۳ از کمترین درجه‌های اهمیت برخوردار هستند.

بر اساس دانش نویسندگان، تاکنون هیچ‌گونه رتبه‌بندی از کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین انجام نشده بود. نتایج این تحقیق می‌تواند بتواند چراغ راهی برای مدیران و صاحبان کسب‌وکار باشد. این نتایج می‌توانند در بسیاری از زنجیره‌های تأمین مورد استفاده قرار گیرند و باعث بهبود کارایی و اثربخشی آن‌ها شوند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که کاربردهای مرتبط با سلامت مردم و کارکنان صنایع برای سرمایه‌گذاران از اهمیت بالاتری نسبت به کاربردهای مرتبط با افزایش فروش و میزان بهره‌وری برخوردار است. دلیل آن نیز این است که کاربردهای دستهٔ اول به‌صورت همزمان، هم رفاه اجتماعی را بالا برده و هم با افزایش شهرت شرکت‌ها باعث افزایش فروش و سودآوری آن‌ها می‌شوند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، نظارت و کنترل محصولات فاسدشدنی، غذا و دارو دارای بالاترین اولویت در بین کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین است. مهم‌ترین دلیل برتری این گزینه، کمک به نظارت بر زنجیره‌های تأمین دارو و غذاست که افزون بر ایجاد مطلوبیت و رضایت برای مردم، موجب کاهش کالاهای فاسد و افزایش شهرت شرکت و در نتیجه، افزایش سودآوری شرکت می‌گردد. همچنین، ریسک استفادهٔ مردم از غذا و داروهای فاسد را تقریباً به صفر می‌رساند.

اولویت دوم به حفظ سلامت کارکنان در صنایع مختلف اختصاص یافته است. با توجه به جنبهٔ انسانی این کاربرد، بسیاری از سازمان‌ها و شرکت‌ها نظیر معادن، پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها و ... در دنیا شروع به بهره‌برداری از اینترنت اشیا کرده‌اند. این کار کمک می‌کند تا در زمان‌های بحرانی بتوانند به‌صورت بهتری به کارکنانشان کمک کرده و همچنین، وضعیت هر یک از آن‌ها را در هر لحظه ردیابی کنند.

خط تولید هوشمند و دستگاه‌های هوشمند یکی دیگر از کاربردهای اینترنت اشیاست که بر اساس نتایج روش «کپراس» در رتبهٔ سوم قرار گرفته است. با توجه اینکه بهره‌گیری از اینترنت اشیا باعث افزایش بهره‌وری و کارایی شرکت‌ها و کارخانجات می‌شود، قابل پیش‌بینی بود که این کاربرد نیز به جایگاه بالایی در این رتبه‌بندی دست یابد.

تعمیر و نگهداری هوشمند، و نظارت و کنترل هوشمند کاربردهایی هستند که به‌ترتیب، در رده‌های چهارم و پنجم قرار گرفته‌اند. این دو کاربرد با هوشمندسازی سعی در بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌های شرکت‌ها و کارخانجات دارند. همچنین، باعث رفع مشکلات در کوتاه‌ترین زمان و اخذ تصمیمات کارآمد در شرکت‌ها خواهند شد.

با توجه به گسترش روزافزون تقلب و تولید محصولات مشابه با محصولات اصلی

توسط افراد متقلب، شناسایی محصولات تقلبی می‌تواند به کمک شرکت‌ها آمده و بسیاری از موارد تقلب را شناسایی کند. همچنین، این کار به مردم و مشتریان شرکت‌ها نیز کمک می‌کند که از اصل بودن محصولات خریداری‌شده اطمینان حاصل کنند. افزودن این ویژگی به محصولات گران‌قیمت و محصولات لوکس می‌تواند در اولویت کارخانجات باشد.

بقیهٔ کاربردها چون بیشترین سودمندی را به کارخانجات می‌رسانند و برای مردم و مشتریان فایدهٔ کمتری دارند، در رتبه‌های پایین‌تری قرار گرفتند. با توجه به اینکه برخی از آن‌ها باعث افزایش هزینه‌های کارخانجات می‌شود، بنابراین، در اولویت کارخانجات برای بهره‌گیری و به‌کارگیری آن‌ها قرار نگرفته است.

محققان دیگر می‌توانند با روش‌های جدید به ارزیابی میزان ارزشی بپردازند که هر یک از این کاربردها به جامعه (مردم و شرکت‌ها) می‌افزاید، و با رویکردهای مبتنی بر آینده‌پژوهی در این زمینه به پیش‌بینی میزان ارزش‌آفرینی هر یک از این کاربردها بپردازند. محققان و پژوهشگران همچنین، می‌توانند با توجه به تفاوت زنجیره‌های تأمین در صنایع مختلف به‌صورت اختصاصی، زنجیرهٔ تأمین مربوط به هر صنعت را بررسی کرده و کاربردهای اینترنت اشیا را در آن‌ها شناسایی و اولویت‌بندی نمایند. همچنین، بهره‌گیری از اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین دارای مباحث فنی بسیاری نظیر معماری مربوط، محل ذخیره‌سازی داده‌ها، پردازش داده‌های جمع‌آوری‌شده و ... است که می‌تواند زمینهٔ برخی تحقیقات آتی قرار گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

حاجی‌شاه‌کرم، مریم، و شهریار محمدی. ۱۳۹۵. معماری پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا و سیستم‌های توصیه‌گر برای هوشمندسازی شهر تهران. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۲ (۱): ۲۷۵-۲۹۵.

رجب‌زاده، محسن، شعبان الهی، علیرضا حسن‌زاده، و محمد مهرآیین. زودآیند. اینترنت اشیا در مدیریت زنجیرهٔ تأمین: مروری نظام‌مند با استفاده از رویکرد قیف پارادایمی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*.

References

Bandyopadhyay, D., and J. Sen. 2011. *Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization.* Wireless Personal Communications 58 (1): 49-69.

Bohli, J., C. Sorge, and D. Westhoff. 2009. Initial Observations on Economics, Pricing, and Penetration of the Internet of Things Market. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* 39 (2): 50–55. https://doi.org/10.1145/1517480.1517491.

Braun, V., and V. Clarke. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3 (2): 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa.

Bruner, J. 2013. *Industrial Internet*. United State of America: O'Reilly Media.

Bruner, J., and M. Loukides. 2015. *What is the internet of things.* United State of America: O'Reilly Media?

Edquist, H., P. Goodridge, and J. Haskel. 2019. The Internet of Things and economic growth in a panel of countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 30 (3): 262-283. DOI: 10.1080/10438599.2019.1695941

Fleisch, E., M. Weinberger, and F. Wortmann. 2015. Business Models and the Internet of Things. In Interoperability and open-source solutions for the internet of things (pp. 6-10). Springer, Cham.

Garrido-Hidalgo, C., T. Olivares, F. J. Ramirez, and L. Roda-Sanchez. 2019. An end-to-end Internet of Things solution for Reverse Supply Chain Management in Industry 4.0. *Computers in Industry* 112, 103127, ISSN 0166-3615, https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103127.

Ghanbari, A., A. Laya, J. Alonso-Zarate, and J. Markendahl. 2017. Business Development in the Internet of Things: A Matter of Vertical Cooperation. *IEEE Communications Magazine* 55 (2): 135-141, DOI: 10.1109/MCOM.2017.1600596CM.

Gubbi, J., R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami. 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems* 29 (7): 1645-1660.

Haller, S., S. Karnouskos, and C. Schroth. 2008. The Internet of Things in an Enterprise Context. Domingue J., Fensel D., Traverso P. (eds). *Future Internet. FIS 2008. Lecture Notes in Computer Science* 5468. Berlin, Heidelberg.: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00985-3_2.

Harrison, M. 2011. The 'internet of things' and Commerce, XRDS: Crossroads. *The ACM Magazine for Students - The Fate of Money* 17 (3): 19–22. DOI:10.1145/1925041.1925045.

He, L., M. Xue, and B. Gu. 2020. Internet-of-things enabled supply chain planning and coordination with big data services: Certain theoretic implications. *Journal of Management Science and Engineering* 5 (1): 1-22.

Liou, J. H., J. T. Edmundas, K. Zavadskas, and G. Tzeng. 2016. New hybrid COPRAS-G MADM Model for improving and selecting suppliers in green supply chain management. *International Journal of Production Research* 54 (1): 114-134, DOI: 10.1080/00207543.2015.1010747.

Macaulay, T. 2016. *Understanding and Managing Risks and the Internet of Things, RIoT Control*. UK: Morgan Kaufmann.

Mukhopadhyay S. C., and N. K. Suryadevara. 2014. *Internet of Things: Challenges and Opportunities,* S. Mukhopadhyay. (ed) Internet of Things 9. Cham: Springer.

Mumtaz, S., A. Alsohaily, and Z. Pang. 2017. Massive Internet of Things for Industrial Applications Addressing: Wireless IIoT Connectivity Challenges and Ecosystem Fragmentation. *IEEE Industrial Electronics Magazine* 11 (1): 28-33. DOI:1109/MIE.2016.2618724.

Niyato, D., X. Lu, P. Wang, D. I. Kim, and Z. Han. 2016. Economics of Internet of Things: an information market approach. *IEEE Wireless Communications* 23 (4): 136-145, DOI: 10.1109/MWC.2016.7553037.

Pal, K., and A. Yasar. 2020. Internet of Things and Blockchain Technology in Apparel Manufacturing Supply Chain Data Management, *Procedia Computer Science* 170: 450-457, ISSN 1877-0509, DOI:10.1016/j.procs.2020.03.088.

Patton M. Q. 2002. Two Decades of Developments in Qualitative Inquiry: A Personal, Experiential Perspective. *Qualitative Social Work* 1 (3): 261-283. DOI:10.1177/1473325002001003636.

Pfister, C. 2011. *Getting Started with the Internet of Things*. United State of America: O'Reilly Media, Inc. 1st ed. ISBN: 978-1-4493-9357-1.

Razavi Hajiagha, S. H., S. Sadat Hashemi, and E. K. Zavadskas. 2013. A complex proportional assessment method for group decision making in an interval-valued intuitionistic fuzzy environment. *Technological and Economic Development of Economy* 19 (1): 22-37, DOI: 10.3846/20294913.2012.762953.

Rejeb, A., K. Rejeb, S. Zailani, H. Treiblmaier, and K. J. Hand. 2021. Integrating the Internet of Things in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda. *Internet of Things* 13, 100361, ISSN 2542-6605, DOI:10.1016/j.iot.2021.100361.

Rejeb, A., S. Simske, K. Rejeb, H. Treiblmaier, and S. Zailani. 2020. Internet of Things research in supply chain management and logistics: A bibliometric analysis. *Internet of Things* 12, 100318, ISSN 2542-6605, DOI:10.1016/j.iot.2020.100318.

Roy, J., H. K. Sharma, S. Kar, E. K. Zavadskas, and J. Saparauskas. 2019. An extended COPRAS model for multi-criteria decision-making problems and its application in web-based hotel evaluation and selection. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 32 (1): 219-253, DOI: 10.1080/1331677X.2018.1543054.

Sestino, A., M. I. Prete, L. Piper, and G. Guido. 2020. Internet of Things and Big Data as enablers for business digitalization strategies. *Technovation* 98.102173. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102173

Shah, S. H., and I. Yaqoob. 2016. A survey: Internet of Things (IOT) technologies, applications and challenges. *IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE) pp. 381-385*. DOI: 10.1109/SEGE.2016.7589556

Shen, G., and B. Liu. 2010. Research on Application of Internet of Things in Electronic commerce, Third International Symposium on Electronic Commerce and Security, 13-16. DOI:10.1109/ISECS.2010.11.

Singh, S., and N. Singh. 2015. Internet of Things (IoT): Security challenges, business opportunities and reference architecture for E-commerce. *International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*. 1577-1581. DOI:10.1109/ICGCIOT.2015.7380718.

Shrouf1, F., J. Odieres, and G. Miraglio. 2014. Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm, *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 697-701. DOI:10.1109/IEEM.2014.7058728

Uckelmann, D., M. Harrison, and F. Michahelles. 2011. *An Architectural Approach towards the Future Internet of Things. Architecting the Internet of Things.* pp 1-24 Berlin, Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-642-19156-5.

Vermesan, O., and P. Friess. 2014. *Internet of Things from Research and Innovation to Market Deployment.* Denmark: *River Publishers*. ISBN: 978-87-93102-94-1.

Wunck, C., and S. Baumann. 2017. Towards a process reference model for the information value chain in IoT applications. *IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS)*. pp. 1-6, DOI: 10.1109/E-TEMS.2017.8244228.

Xu, L. D., W. He, and S. Li. 2014. Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10 (4): 2233-2243. DOI: 10.1109/TII.2014.2300753.

Zhang, X., and W. T. Yue. 2020. A 2020 perspective on Transformative value of the Internet of Things and pricing decisions. *Electronic Commerce Research and Applications* 41, 100967. DOI: 10.1016/j.elerap.2020.100967.

محمدکاظم صیادی

متولد ۱۳۶۰، دارای مدرک تحصیلی دکتری مهندسی صنایع از دانشگاه علم و صنعت ایران است. ایشان هم‌اکنون استادیار پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است.

آینده‌پژوهی در زمینه فناوری‌های نوظهور حوزهٔ ICT نظیر اینترنت اشیا، بلاکچین، هوش مصنوعی و همچنین اقتصاد دیجیتال، مدیریت زنجیرهٔ تأمین، نظریهٔ بازی‌ها و تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله علایق پژوهشی وی است.

احرام صفری

متولد سال ۱۳۶۱، دارای مدرک تحصیلی دکتری مهندسی صنایع از دانشگاه علم وصنعت ایران است. ایشان هم‌اکنون استادیار پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است.

انقلاب صنعتی چهارم، هوش مصنوعی، کاربرد علوم داده در ICT، و قیمت‌گذاری خدمات فناوری اطلاعات از جمله علایق پژوهشی وی است.

سهیلا قبادی پویا

متولد سال ۱۳۶۹، دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیک از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است. ایشان هم‌اکنون توسعه‌دهنده نرم‌افزارهای تحت وب، وب‌سایت‌های فروشگاهی، نرم‌افزار مالی و ارتباط با مشتری با استفاده از فریم‌ورک اپکس اوراکل است.

یادگیری مباحث مرتبط با توسعه نرم‌افزارهای تحت وب و توسعه تکنولوژی‌های روز اعم از اینترنت اشیا در حوزه‌های مختلف از جمله علایق پژوهشی وی است.