



Developing an Internet of Things-based Intelligent Transportation Technology Roadmap in the Food Cold Supply Chain

Tooraj Karimi* 

*Corresponding Author, Associate Prof., Department of Management, Faculty of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. E-mail: tkarimi@ut.ac.ir

Adel Azar 

Prof., Department of Management, Faculty of Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: azar@modares.ac.ir

Bahareh Mohebban

Ph.D. Candidate, Department of Industrial Management, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. E-mail: bahareh.mohebban@ut.ac.ir

Rohollah Ghasemi 

Lecture, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: ghasemir@ut.ac.ir

Abstract

Objective: The Fourth Industrial Revolution affected all industries and transformed the digital, cyber, and real worlds in the supply chains of corporations. Internet of Things (IoT) is one of the emerging technologies that mostly manifests the fourth industrial revolution. As the future of the food industry is tied to the design and management of supply chains enabled by technologies such as the IoT, this paper is to provide a model for developing an IoT-based intelligent transportation technology roadmap based on alternative IoT scenarios in the food-producing cold supply chain.

Methods: In this study, scenarios were developed using qualitative methods such as the PESTEL framework and content analysis, based on the critical uncertainty method or GBN, through open semi-structured interviews with experts in the food industry and IoT. After identifying the best IoT technology stock for each selected scenario, a roadmap was developed using the T-plan quick-start method during a tow-day-interactive workshop.

Results: Communication infrastructure and time horizon of technology development were recognized as the most important uncertainties for applying IoT technology in refrigerated transportation of food cold supply chain in producing companies. Finally, “Mutation Alone” and “Ascent Slow” scenarios were selected and technology roadmaps were developed for each scenario in three layers.

Conclusion: Food companies with cold supply chains can use one of the roadmaps presented in this paper as guidelines to equip their transport fleet with IoT technology based on their current situation and choose one of the two selected scenarios. This would enable them to plan, control, and manage the cold transportation chain process by digitally monitoring, tracing, and information sharing in an efficient and effective way.

Keywords: Fourth industrial revolution, Internet of things, Technology roadmap, Cold supply chain, Scenario development.

Citation: Karimi, Tooraj; Azar, Adel; Mohebban, Bahareh & Ghasemi, Rohollah (2022). Developing an Internet of Things-based Intelligent Transportation Technology Roadmap in the Food Cold Supply Chain. *Industrial Management Journal*, 14(2), 195- 219. (in Persian)

Industrial Management Journal, 2021, Vol. 14, No 2, pp. 195- 219

Published by University of Tehran, Faculty of Management

<https://doi.org/10.22059/IMJ.2021.319427.1007825>

Article Type: Research Paper

© Authors

Received: February 20, 2021

Received in revised form: May 07, 2021

Accepted: May 27, 2021

Published online: July 20, 2022



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تدوین نقشه راه فناوری حمل و نقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره تأمین سرد

تورج کریمی *

* نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدهگان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه: tkarimi@ut.ac.ir

عادل آذر

استاد، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: azar@modares.ac.ir

بهاره محبان

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکدهگان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران، رایانامه: bahareh.mohebban@ut.ac.ir

روح اله قاسمی

مربی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ghasemir@ut.ac.ir

چکیده

هدف: انقلاب صنعتی چهارم، همه صنایع را تحت تأثیر قرار داده و دنیای دیجیتال، سایبری و واقعی را در زنجیره‌های تأمین شرکت‌ها متحول کرده است. اینترنت اشیا، یکی از فناوری‌های نوظهوری است که بیشترین نمود انقلاب صنعتی چهارم را نمایندگی می‌کند. از آنجا که آینده صنعت غذا به طراحی و مدیریت زنجیره‌های تأمین توانمندشده با فناوری‌هایی همچون اینترنت اشیا گره خورده است، در این مقاله، بر اساس سناریوهای بدیل اینترنت اشیا، الگویی برای تدوین نقشه راه فناوری حمل و نقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، در شرکت‌های تولیدی مواد غذایی دارای زنجیره تأمین سرد ارائه شده است.

روش: سناریوها با استفاده از روش‌هایی نظیر تحلیل محیط کلان PESTEL و تحلیل محتوا، بر اساس روش عدم قطعیت بحرانی (GBN)، از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته باز با خبرگان صنعت غذا و اینترنت اشیا توسعه داده شد. بسته‌های فناوری متناسب با هر سناریو، به‌کمک پرسش‌نامه و تجمیع نظر خبرگان انتخاب شد و تدوین نقشه راه به‌روش کارگاه شروع - سریع T-Plan صورت گرفت.

یافته‌ها: با توجه به دو عدم قطعیت بسیار مهم زیرساخت ارتباطی و افق زمانی توسعه طرح، چهار سناریو توسعه داده شد که دو سناریو به‌عنوان سناریوهای مطلوب انتخاب و برای هر یک، نقشه راه فناوری در سه لایه و به‌ترتیب در افق زمانی ۱۰ و ۱۵ ساله تدوین شد.

نتیجه‌گیری: شرکت‌های مذکور با در نظر گرفتن وضعیت فعلی خود و انتخاب یکی از دو سناریو مطلوب، می‌توانند از یکی از نقشه‌های راه ارائه شده در این مقاله، به‌عنوان خطوط راهنمای تجهیز ناوگان حمل و نقل خود به فناوری اینترنت اشیا استفاده کنند و از طریق پایش، ردیابی و تسهیم اطلاعات، قادر شوند که فرایندهای زنجیره حمل و نقل سرد را بی‌درنگ برنامه‌ریزی، کنترل و مدیریت کنند.

کلیدواژه‌ها: انقلاب صنعتی چهارم، اینترنت اشیا، نقشه راه فناوری، زنجیره تأمین سرد، توسعه سناریو.

استناد: کریمی، تورج؛ آذر، عادل؛ محبان، بهاره و قاسمی، روح‌اله (۱۴۰۱). تدوین نقشه راه فناوری حمل و نقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره تأمین سرد. مدیریت صنعتی، ۱۴(۲)، ۱۹۵-۲۱۹.

مقدمه

انقلاب‌های صنعتی جوامع بشری را از لحاظ اقتصادی و فضای کسب‌وکاری دگرگون ساخته‌اند. نخستین انقلاب صنعتی با استفاده از موتور بخار، اقتصاد کشاورزی را متحول ساخت و عمدتاً جوامع روستایی و کشاورزی را به جوامع صنعتی و شهری تبدیل کرد. ظهور نیروگاه‌های برق و موتورهای احتراق، موجب تسهیل در تولید انبوه و پیدایش انقلاب صنعتی دوم شد و در سومین انقلاب صنعتی، پیشرفت‌های حوزه الکترونیک و فناوری باعث خودکارسازی تولید گشت (استروزی، کولیکچیا، کریزا و نوئه^۱، ۲۰۱۷). در نهایت، چهارمین انقلاب صنعتی که انقلاب دیجیتال نامیده می‌شود، دنیایی را توصیف می‌کند که ویژگی‌های آن فراگیر بودن، اینترنت اشیا، فناوری رباتیک و حسگرها، هوش مصنوعی و... است (خو^۲، ۲۰۱۸؛ جیدیانی و همکاران^۳، ۲۰۲۰). فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی و ادغام آنها به زنجیره تأمین فضای رقابتی کسب‌وکارها را نیز دگرگون ساخته و موجب بهبود عملکرد و ارتقای بهره‌وری شده است (بارتو، آمارال و پیررا^۴، ۲۰۱۷). شرکت‌ها برای مدیریت جریان انبوه داده‌ها در زنجیره‌های تأمین دیجیتالی نسل آینده باید از فناوری‌های نوظهور در فرایندهای کسب‌وکار خود استفاده کنند (قادگه، کارا، مرادلو و گوسوامی^۵، ۲۰۲۰؛ شیله، بوس نیهلز، دلکه، استگمایر و تورن^۶، ۲۰۲۱).

زنجیره تأمین مواد غذایی، شبکه‌ای است که انتقال محصولات غذایی از تولیدکننده به سمت فعالیت‌های قبل و پس از تولید و در نهایت مصرف‌کننده نهایی را با در نظر گرفتن فاکتورهای کیفیت و زمان ممکن می‌سازد. این زنجیره به هم متصل، اهمیت زیادی دارد؛ چرا که کیفیت پایین یا تأخیر در ارسال محصولات به غیر قابل استفاده شدن یا منقضی شدن آنها منجر می‌گردد (گویندان^۷، ۲۰۱۸)؛ بنابراین از چشم‌انداز مدیریت زنجیره تأمین، این صنعت به یک حوزه چالش‌برانگیز تبدیل شده که نیاز به سیستم‌های کنترلی پیشرفته در زمینه محصولات فاسدشدنی، تغییرات پیش‌بینی‌ناپذیر تأمین و الزامات سخت‌گیرانه ایمنی و پایداری غذا را افزایش می‌دهد. همچنین انتظار می‌رود عملکرد زنجیره تأمین بهبود یابد (طالب زاده، ۲۰۱۵).

تولیدکنندگان صنایع غذایی یکی از مشکلات مهم پیش روی این صنعت را حمل‌ونقل و به‌خصوص حمل‌ونقل یخچالی عنوان می‌کنند که به‌شدت به کنترل پارامترهای محیطی و شرایط حمل‌ونقل مواد غذایی بستگی دارد (داویدویچ و استانکیویچ^۸، ۲۰۲۱)؛ بنابراین کشورهای در حال توسعه، به‌کارگیری سیستم‌های حمل‌ونقلی نیازمندند که امکان پایش بی‌درنگ وضعیت محصولات را فراهم کرده و با بهبود اثربخشی و کارایی مدیریت لجستیک زنجیره سرد، ضمن حفظ امنیت محموله‌ها، کاهش زمان و هزینه حمل‌ونقل، احتمال آلودگی‌های کیفی و هدر رفت محصولات را کاهش داده و آثار مخرب زیست‌محیطی کمتری به همراه داشته باشد.

1. Strozzi, Colicchia, Creazza & Noè
2. Xu
3. Jideani et al.
4. Barreto, Amaral & Pereira
5. Ghadge, Kara, Moradlou & Goswami
6. Schiele, Bos-Nehles, Delke, Stegmaier & Torn
7. Govindan
8. Filina-Dawidowicz & Stankiewicz

مقالات بین‌المللی نیز ارتقای امنیت و ایمنی مواد غذایی در آینده را در گرو مدرنیزه‌سازی عملیات زنجیره‌های تأمین می‌بینند که به کمک فناوری‌های شبکه، نظارت، کنترل، برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی از راه دور و بی‌درنگ را از طریق موجودیت‌های مجازی تسهیل نموده و نیاز به مشاهده در محل را کاهش می‌دهند (پورتر و هپلمن^۱، ۲۰۱۴؛ وردو، بیولنس، ریجرز و وندرورست^۲، ۲۰۱۵؛ وردو، ولفرت، بیولنس و ریالاند^۳، ۲۰۱۶).

اینترنت اشیا با کمک فناوری‌هایی چون محاسبات همه‌جایی و فراگیر، دستگاه‌های تعبیه شده، سنسورها و شبکه‌های ارتباطی و پروتکل‌های اینترنتی (الفقه‌ها، گویزانی، محمدی، آل دهری و عیاش^۴، ۲۰۱۵)، «امکان ارتباط افراد و اشیا را در هر زمان، هر مکان و با هر شی یا فرد ممکن می‌سازد که به‌طور ایدئال از هر مسیر/ شبکه و هر خدمتی استفاده می‌کنند» (مولانی و پینگل^۵، ۲۰۱۶). اتصال دستگاه‌های توانمند شده به‌وسیله سنسورها به فضای اینترنت، زندگی فردی و کاری افراد را تحت تأثیر قرار داده است؛ اما ارزش واقعی اینترنت اشیا بر ایجاد تغییرات اساسی در کسب‌وکارها اشاره دارد (ژیاورانگ، هانگوی، هانگجین و هانیو^۶، ۲۰۱۵).

بر اساس نقشه راه^۷ حاصل از مطالعات استراتژیک (مجمع اطلاعاتی کمیته اروپایی^۸، ۲۰۰۹) کاربرد اینترنت اشیا در زنجیره تأمین مواد غذایی فاسدشدنی (FSCs)^۹ یکی از کاربردهای بسیار شایان توجه آن است (پنگ، چن، هان و ژنگ^{۱۰}، ۲۰۱۵؛ لو، یه، هو، چن و بولیشوا^{۱۱}، ۲۰۱۶؛ تی سانگ و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۸). مواد غذایی فاسدشدنی به رویکردی پیشرفته به مدیریت زنجیره تأمین و به‌خصوص مدیریت زنجیره سرد نیازمندند (لو و همکاران، ۲۰۱۶)؛ چرا که حفظ کیفیت مواد غذایی یخچالی در طی حمل‌ونقل سرد به پایش اثربخش شرایط محیطی زنجیره سرد مثل شدت دما، رطوبت و نور بستگی دارد که نتیجه آن ارتقای جنبه‌های تجاری و تضمین سلامت فردی می‌باشد.

در این میان شرکت‌های فعال در صنایع غذایی برای به‌کارگیری موفق اینترنت اشیا با چالش‌های متفاوتی چون منابع انسانی، آموزش و تحقیق و توسعه، ریسک نسبتاً بالای سرمایه‌گذاری، زیرساخت قوانین و مقررات، سیاست‌گذاری و مدیریت، محیط و فرهنگی مواجهند. اما همچنین در شرایط جدید می‌توان به عدم قطعیت‌هایی چون تحریم و تورم و زیرساخت‌های شبکه‌های ارتباطی اینترنت اشیا اشاره کرد؛ بنابراین اهمیت داشتن یک رویکرد آینده‌نگر در این صنعت به‌خوبی قابل‌درک است.

بنابراین شناخت عوامل آینده و تأثیرات آنها بر اتخاذ فناوری‌های موردنیاز اینترنت اشیا در سازمان، اهمیت بسیار زیادی دارد؛ زیرا شرکت‌هایی که می‌خواهند از فناوری‌های اینترنت اشیا در فعالیت‌های زنجیره تأمین خود بهره‌مند شوند، باید امکان آن را داشته باشند تا عوامل مؤثر و شکل‌دهنده زیرساخت‌های اینترنت اشیا در سازمان خود را بشناسند تا اتخاذ

1. Porter and Heppelmann
2. Verdouw, Beulens, Reijers & van der Vorst
3. Verdouw, Wolfert, Beulens & Rialland
4. Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari & Ayyash
5. Mulani & Pingle
6. Xiaorong, Honghui, Hongjin & Hanyu
7. Road Map
8. European Commission Information Society
9. Food Supply Chains
10. Pang, Chen, Han & Zheng
11. Luo, Zhu, Ye, Hou, Chen & Bulysheva
12. Tsang et al.

و اجرای این فناوری را بر اساس تغییرات آینده شکل داده و بیشترین منافع را از آن کسب نمایند که برای این مهم وجود روشی ساختارمند ضروری به نظر می‌رسد.

تدوین نقشه راه می‌تواند اساسی برای پاسخ‌گویی سازمان در مقابل تغییرات فناورانه فراهم نماید. همچنین، خروجی برنامه‌ریزی سناریو نیز میزان نیازمندی سازمان به منابع مختلف و اقدام‌های خاص هر سناریو را تعیین می‌نماید؛ یک استراتژی مانا برای انتخاب سناریوهای پیش روی سازمان ارائه داده و جزئیات تغییرات احتمالی در یک سناریو را هنگام وقوع آن بیان می‌نمایند. به‌ندرت نقشه راه و برنامه‌ریزی سناریو، به‌تنهایی قادر به دستیابی به این پتانسیل‌ها می‌باشند.

نوآوری پژوهش حاضر را می‌توان بدین صورت برشمرد: ۱. سناریونویسی و نقشه راه اینترنت اشیا تلفیق شده و الگوی مناسبی برای روش انجام این کار پیشنهاد شده است؛ ۲. در این مقاله، برای اولین بار، این روش‌ها در حوزه حمل‌ونقل هوشمند و برای صنایع غذایی دارای زنجیره تأمین سرد به‌کار گرفته شده است. از این رو این پژوهش به‌دنبال پاسخ به سؤال‌های زیر است:

۱. سناریوهای بدیل اینترنت اشیا در حمل‌ونقل صنایع غذایی دارای زنجیره سرد با توجه به عدم قطعیت‌های اصلی شرکت‌های صنایع غذایی دارای زنجیره سرد در کشور چه هستند؟
۲. برای رسیدن به چشم‌انداز مطلوب صنعت در حوزه حمل‌ونقل مبتنی بر اینترنت اشیا، برای هر سناریو باید چه نقشه راهی را با توجه به فناوری‌های موردنیاز اینترنت اشیا در آن سناریو در نظر گرفت؟

استخراج عوامل مؤثر بر اینترنت اشیا در حمل‌ونقل سرد صنایع غذایی به کمک چارچوب تحلیل PESTEL و مصاحبه‌های باز با خبرگان

تقلیل عوامل مؤثر استخراج‌شده به سطوح بالاتر و شناسایی عوامل کلیدی اینترنت اشیا در حمل‌ونقل سرد صنایع غذایی با استفاده از منطق تحلیل محتوای عرفی

انجام مصاحبه‌های رودرو نیمه‌ساختاریافته با پرسش‌نامه باز برای تعیین عدم قطعیت‌های کلیدی

ایجاد ماتریس سناریو توسعه سناریوها با مشارکت خبرگان، تعیین پایایی و روایی سناریوها و انتخاب سناریوهای مطلوب

تعیین بهترین بسته فناوری اینترنت اشیا برای هر یک از سناریوهای منتخب و بر اساس مدل لایه‌ای اینترنت اشیا

تدوین رهنگاشت فناوری حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره سرد با استفاده از تکنیک کارگاه‌های شروع - سریع

شکل ۱. مراحل اجرای تحقیق

پیشینه نظری پژوهش

اینترنت اشیا نخستین بار در ارائه‌ای از کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ در شرکت P&G در زمینه مدیریت زنجیره تأمین به کار برده شد (اشتون^۱، ۱۹۹۹) تا به قابلیت فناوری RFID در مدیریت زنجیره تأمین اشاره نماید. اینترنت اشیا، بخشی از اینترنت نسل آینده است که می‌تواند به عنوان زیرساخت پویای شبکه جهانی با قابلیت‌های خودپیکربندی بر اساس پروتکل‌های ارتباطی استاندارد و درون همکارانه تعریف شود که در آن «اشیای» فیزیکی و مجازی، دارای هویت، مشخصه‌های فیزیکی و شخصیت‌های مجازی هستند و از رابط‌های هوشمند استفاده می‌کنند و بدون شکاف در شبکه اطلاعات جهانی ادغام می‌شوند (لی، هو، لیو و لیو^۲، ۲۰۱۲؛ نگ، اسکارف، پوگرنا و مائل^۳، ۲۰۱۵؛ ورتمن و فلاتچر^۴، ۲۰۱۵؛ الفقه‌ها و همکاران، ۲۰۱۵).

طبق پیش‌بینی NIC^۵، «تا سال ۲۰۲۵ گره‌های اینترنتی در همه چیزهایی که هرروزه با آنها سروکار داریم قرار داده می‌شوند؛ در بسته‌بندی‌های مواد غذایی، مبلمان، پرونده‌های کاغذی و...». این امر نشان‌دهنده فرصت‌هایی در آینده است که از ایده «ترکیب تقاضای افراد با پیشرفت‌های فناوری» نشئت گرفته و می‌تواند موجب گسترش نفوذ اینترنت اشیا شده و نقش بسیار مهمی در توسعه اقتصادی ایفا نماید (آتزوری، ایبرا و مورابیتو^۶، ۲۰۱۰).

آتزوری و همکاران (۲۰۱۰) بیان می‌دارند که دسته‌ای از کاربردهای احتمالی اینترنت اشیا به عادات فعلی زندگی ما ارتباط دارند و ادراک‌پذیرند؛ اما دسته‌ای دیگر، مربوط به کاربردهای آینده است که در حال حاضر تنها تصویری از آنها داریم و این قابلیت را ندارد که با فناوری‌های فعلی یا در جامعه کنونی پیاده‌سازی شوند.

آینده نگران	فردی و اجتماعی	محیط هوشمند	سلامت	حمل و نقل و لجستیک
<ul style="list-style-type: none"> • ربات تاکسی • مدل اطلاعات شهری • اتاق بازی ارتقا یافته 	<ul style="list-style-type: none"> • شبکه سازی اجتماعی • جست‌وجوی تاریخی • تلفات • دزدی‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> • خانه/ دفتر راحت • کارخانه‌های صنعتی • موزه و باشگاه هوشمند 	<ul style="list-style-type: none"> • ردیابی • شناسایی، احراز هویت • جمع آوری داده • ادراک 	<ul style="list-style-type: none"> • لجستیک • کمک راننده • دریافت بلیط از راه دور • پایش محیط • نقشه‌های افزوده

شکل ۲. حوزه‌های کاربردی اینترنت اشیا و سناریوهای اصلی مربوطه

منبع: آتزوری و همکاران (۲۰۱۰)

1. Ashton
2. Li, Hou, Liu & Liu
3. Ng, Scharf, Pogrebna & Maull
4. Wortmann & Fluchter
5. National Intelligent Commission
6. Atzori, Iera & Morabito

کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره‌های تأمین با ایجاد یک زیرساخت هوشمند در مقیاس بزرگ و در جهت ادغام داده، اطلاعات، محصولات، اشیای فیزیکی و تمامی فرایندهای زنجیره تأمین شناخته شده‌اند (عبدالباسط، مانوگاران و محمد^۱، ۲۰۱۸؛ رانی، جین، جوشی، خاندلوال و راتو^۲، ۲۰۲۱).

از میان کاربردهای شناخته‌شده اینترنت اشیا در زنجیره‌های تأمین، کاربردهای مبتنی بر فناوری‌های هوشمندساز اینترنت اشیا در حمل‌ونقل، به‌عنوان اهرمی برای مقابله با هدر رفت انرژی، کاهش تلفات در حوادث و رعایت صرفه‌جویی‌های اقتصادی مدیریت زنجیره تأمین توجه بسیاری از صنایع را به خود جلب نموده است (هرد، تایبات، خو و میلر^۳، ۲۰۱۸؛ گیانوپولوس^۴، ۲۰۲۰)؛ یعنی به‌کارگیری ابزارهای فناوری اطلاعات در سیستم‌های لجستیکی و به‌خصوص حمل‌ونقل، مهم‌ترین و هزینه‌برترین بخش لجستیکی سازمان شناخته شده است.

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS)^۵، پدیده‌ای جهانی است که به «به‌کارگیری فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی در برنامه‌ریزی و عملیات سیستم‌های حمل‌ونقل» (مک کوئین و مک کوئین^۶، ۱۹۹۹) اشاره دارد.

واژه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)^۷ و زیرساخت‌های مرتبط با آن در حمل‌ونقل تأکید دارد (گیانوپولوس، ۲۰۰۹). به بیان دیگر سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، از ادغام سیستم‌های ارتباطی و کنترلی حاصل می‌شود که به افزایش آگاهی مدیران، اپراتورها و افراد عادی کمک نموده و ابزاری پشتیبان برای تصمیم‌گیری آنها به‌شمار می‌رود (ژو، یو، ونگ، نینگ و تانگ^۸، ۲۰۱۸). آنچه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند را به‌عنوان رویکردی جدید در حمل‌ونقل معرفی می‌نماید، دیدگاه یکپارچگی آرایه‌ای از سیستم‌هاست که اطلاعات در لحظه را ارائه می‌دهد تا به بهبود عملیات کسب‌وکار، پایش اطلاعات و تسهیم آن در بین ذی‌نفعان مختلف در زنجیره حمل‌ونقل کمک نماید (کراینیک، گندرتو و پوتوین^۹، ۲۰۰۹). می‌توان نتیجه گرفت که سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند با عرضه نوآوری‌های متنوع در حوزه حمل‌ونقل مسافر و کالا، وضعیت حمل‌ونقل را متحول می‌سازند. اما از دیدگاه بسیاری از صاحب‌نظران جهان، آنچه بزرگ‌ترین تأثیر را بر آینده سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند خواهد گذاشت، فناوری ارتباطات خودرو است (انوری، کاموسی و رفیعی مهر، ۱۳۹۰). سامانه ارتباطات هوشمند خودرو، امکان گفت‌وگوی خودروها با یکدیگر و با تجهیزات کنار جاده‌ای را فراهم ساخته و امکان یکپارچگی خودرو، راننده و سرشنینان را در فضای شبکه‌ای با یکدیگر و اینترنت امکان‌پذیر می‌نماید. به‌طور کلی می‌توان گفت فناوری ارتباطات خودرو، امکان تبادل بی‌درنگ اطلاعات وسیله نقلیه را ممکن می‌سازد (دیون، بوغانانی، ترمبلای، لامارش و لکلرک^{۱۰}، ۲۰۱۱)؛ به نقل از مینلی، ایزدپناه و رضوی^{۱۱}، ۲۰۱۵).

1. Abdel-Basset, Manogaran & Mohamed
2. Rani, Jain, Joshi, Khandelwal & Rao
3. Heard, Taiebat, Xu & Miller
4. Giannopoulos
5. Intelligent Transportation System (ITS)
6. McQueen & McQueen
7. Information Communication Technology
8. Zhu, Yu, Wang, Ning & Tang
9. Crainic, Gendreau & Potvin
10. Dion, Bouaanani, Tremblay, Lamarche & Leclerc
11. Minelli, Izadpanah & Razavi

ارتباطات بی‌سیم چیزی است که فناوری ارتباطات خودرو را از فناوری سنتی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مجزا می‌سازد. مجموعه‌های گسترده‌ای از فناوری ارتباطات بی‌سیم وجود دارد و تنها تفاوت آنها در استفاده از طیف الکترومغناطیسی است که مشخصات متفاوتی دارند (زنگ، بالکه و سانگچیتروکسا^۱، ۲۰۱۲). با توجه به زیرساخت ارتباطی کشور و شرکت‌های تولیدی مذکور و نیز محدودیت‌ها و مزیت‌های شناخته شده (مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ۱۳۹۰)، دو فناوری DSRC^۲ و LTE^۳ به‌عنوان فناوری‌های ارتباطی بی‌سیم در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند.

کاربردهای فناوری حمل‌ونقل هوشمند در زنجیره تأمین مواد غذایی، دورنمای آینده کاربردهای ابزارهای حمل‌ونقل هوشمند و سنسورهای پیشرفته در دنیاست. توجه به این نکته ضروری است که اغلب برای توسعه خدمتی جدید در حوزه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، باید عملکردهای متفاوتی با یکدیگر ترکیب شود تا نیازهای خاص مشتری را برآورده و بیشترین مزیت کسب شود.

مرکز تحقیقات مخابرات ایران (۱۳۹۴) در پروژه خودروهای متصل، افزون بر ۷۰ کاربرد سامانه ارتباطات خودرو را در ۷ حوزه شناسایی کرده است.

پیشینه تجربی

پژوهش‌های گسترده‌ای در حوزه اینترنت اشیا و زنجیره تأمین انجام شده است که در ادامه، مرتبط‌ترین آنها با تحقیق حاضر به‌طور خلاصه بررسی می‌شود.

لیو و جیا^۴ (۲۰۱۰) در پژوهش خود با عنوان «مدل کسب‌وکار تأمین مواد دارویی مبتنی بر اینترنت اشیا» از مدل E3-value به‌منظور روشن ساختن مدل کسب‌وکار برای استفاده از اینترنت اشیا در زنجیره تأمین دارو استفاده نمودند که در آن ارزش تبادلات اشیا بین بازیگران خاص در زنجیره صنعت IOT نشان داده شده است.

پنگ و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان «طراحی ارزش‌محور راه‌حل اینترنت اشیا برای زنجیره تأمین مواد غذایی»، تصویر کلی زنجیره تأمین مواد غذایی در دوره اینترنت اشیا را ارائه دادند. آنها بیان کردند که زنجیره‌های امروزی تأمین مواد غذایی، سیستمی پراکنده با مقیاس جغرافیایی و زمانی گسترده، فرایندهای تولیدی پیچیده و نیازهای متنوع فنی هستند که نداشت آنها به دنیای واقعی بدون طبقه‌بندی و ترکیب‌بندی امکان‌پذیر نیست.

نگ و همکاران (۲۰۱۵) مدلی ارائه دادند که ضمن تمرکز بر فرصت‌ها و چالش‌های موجود در توسعه اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تأمین، به تأمین‌کنندگان و مشتریان این امکان را می‌دهد تا بر اساس داده‌های مصرف جمع‌آوری شده توسط سنسورهای IOT، بینش‌های معناداری در جهت توسعه محصولات سفارشی جدید کسب نمایند. این مدل همچنین به تأمین‌کنندگان کمک می‌کند تا با انتخاب یک استراتژی سفارشی‌سازی مناسب، به پیش‌بینی نیازهای آینده مصرف‌کنندگان پردازند.

1. Zeng, Balke & Songchitruksa
2. Dedicated Short Range communication
3. Long- Term Evolution
4. Liu & Jia

لو و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به ارائه سیستم ردیاب هوشمند زنجیره سرد پرداختند و در آن از ادغام فناوری اینترنت اشیا و فناوری های ردیابی بهره بردند. به خاطر ترکیب اینترنت اشیا و فناوری های ردیابی، سیستم ویژگی های چشمگیری دارد که می توان به مصرف انرژی کم، هزینه پایین، انتقال مطمئن داده ها، تأخیر کوتاه، ظرفیت بالای شبکه و پروتکل های ساده اشاره کرد. سیستم هوشمند ارائه شده سه لایه دارد: لایه حسگر، لایه شبکه و لایه اپلیکیشن.

هرد و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله خود به بررسی تحول سیستم توزیع مواد غذایی توسط خودروهای خودران در آینده پرداختند. این تحول در دو حوزه کلیدی سیستم مواد غذایی اتفاق خواهد افتاد: زیست محیطی و اقتصادی. کاهش انتشار گازهای آلوده کننده محیط زیست و تغییر الگوهای توزیع مواد غذایی با تأثیر مثبت بر محیط زیست، از تحولات زیست محیطی است. افزایش سودآوری شرکت های توزیع کننده، کاهش نیروی کار و عدم نیاز به راننده از تأثیرهای اقتصادی این تحول است.

قاسمی، محقر، صفری و اکبری جوکار (۲۰۱۶) در پژوهشی کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه سلامت را بر اساس شاخص های توسعه پایدار اولویت بندی کردند. بر اساس نتایج پژوهش، مهم ترین اولویت در ایران برای استفاده از فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان، به ترتیب کاربردهای «مدیریت بیماری های مزمن»، «نظارت بر بیماران»، «کنترل آلودگی» و «تشخیص افتادن» شناخته شد.

زارعی، محمدیان، قاسمی (۲۰۱۶) در مقاله ای به اولویت بندی صنایع ایرانی برای بهره گیری از فناوری اینترنت اشیا در ایران پرداختند. بر اساس نتایج پژوهش، بعد از حوزه های سلامت، انرژی و خانه هوشمند، حوزه حمل و نقل، چهارمین حوزه پر کاربرد اینترنت اشیا در ایران برآورد شد.

زارعی، جمالیان و قاسمی (۲۰۱۷) در فصلی از کتاب خود، راه کارهای مختلف کارآفرینی با استفاده از اینترنت اشیا را بررسی و طبقه بندی و تحلیل کردند.

تیان^۱ (۲۰۱۷) بیان می دارد که تغییر استانداردهای زندگی مصرف کنندگان موجب تغییر در عادات آنها و افزایش توجه به ایمنی و کیفیت مواد غذایی مصرفی شان شده است. محقق به ارائه یک سیستم اطلاعاتی غیرمتمرکز می پردازد که امکان ردیابی بلادرنگ مواد غذایی در زنجیره تأمین را بر اساس استاندارد HACCP^۲، بلاک چین و اینترنت اشیا فراهم می نماید. سیستم مذکور یک پلتفرم اطلاعاتی در اختیار تمامی اعضای زنجیره تأمین قرار داده و گشودگی، شفافیت، بی طرفی، قابلیت اعتماد و امنیت را بهبود می بخشد.

عبدالباسط، مانوگاران و محمد (۲۰۱۸) اذعان می دارند که زنجیره های تأمین سنتی برای غلبه بر چالش هایی چون عدم قطعیت، هزینه، پیچیدگی و حساسیت بالا باید هوشمندتر شوند. محققان یک دیاگرام تفصیلی از چارچوب ارائه شده در تحقیق برای مدیریت زنجیره تأمین هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا ارائه می دهند که فرایند شناسایی، ردیابی و رهگیری محصولات در سراسر جهان را خودکار نموده و موجب افزایش شفافیت، کاهش هزینه و زمان و در نهایت افزایش رضایت مشتری می گردد.

1. Tian

2. Hazard analysis and critical control points

تو^۱ (۲۰۱۸) در پژوهش خود بر اساس یافته‌های کیفی و چارچوب TOE^۲ (فناوری - سازمان - محیط) مدلی ارائه می‌دهد که در آن عوامل تعیین‌کننده اثرگذار بر اقتباس یا رد اینترنت اشیا در لجستیک و مدیریت زنجیره تأمین سازمان مورد آزمون قرار می‌گیرند.

زاد توت آغاج، محمدیان، ماه بانوئی و قاسمی^۳ (۲۰۱۹) در مقاله ای به اولویت بندی کاربردهای سلامت الکترونیک مبتنی بر اینترنت اشیا برای سطح افراد در ایران پرداختند.

در دهه اخیر تحقیقات متعددی انجام شده است که نتایج خوب به‌کارگیری فناوری‌های مختلف سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در لجستیک زنجیره سرد را نشان می‌دهد (بو و دانیو^۴، ۲۰۰۹؛ فانجون و ژاویونگ^۵، ۲۰۱۱؛ چانلینگ^۶، ۲۰۱۲؛ لاکشمی و ویجایاکومار^۷، ۲۰۱۲؛ انگل و هارسو^۸، ۲۰۱۴).

از آنجا که دستیابی به یک فرایند یکپارچه در سراسر زنجیره سرد منجر به کاهش هزینه، افزایش بهره‌وری و تضمین کیفیت محصول و ایمنی مواد غذایی می‌گردد، ترکیب استراتژیک فناوری‌های مختلف در جهت پایش و کنترل کارا و اثربخش زنجیره سرد اهمیت بالایی دارد (کمپوس و ویلا^۹، ۲۰۱۸). در این میان فناوری اینترنت اشیا توسط محققان بسیاری (لی، هو، لیو و لیو، ۲۰۱۲؛ ژانگ و چن^{۱۰}، ۲۰۱۴؛ لی، پنگ، ژانگ، وی و لی^{۱۱}، ۲۰۱۵؛ هنگ و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۶؛ تی سانگ و همکاران، ۲۰۱۷) پیشنهاد شده است که با کمک محاسبات همه‌جایی و فراگیر، دستگاه‌های تعبیه شده، سنسورها و شبکه‌های ارتباطی و پروتکل‌های اینترنتی نقش مهمی در آینده مدیریت زنجیره‌های تأمین سرد خواهد داشت (کومار و موخرجی^{۱۳}، ۲۰۲۱).

پژوهش‌های انجام شده فاقد دید یکپارچه از تحلیل محیط فناوری اینترنت اشیا، بررسی فناوری‌های مختلف برای پیاده‌سازی در آینده‌های ممکن و مسیر انتقالی از حال به آینده، و ارائه یک چارچوب جامع در روش‌شناسی مطالعات آینده برای پیاده‌سازی اینترنت اشیا در حمل‌ونقل‌های تجاری (خصوصاً در بستر اطلاعاتی و ارتباطی ایران) می‌باشند. در این پژوهش تلاش شده است تا این مسئله تحت پوشش قرار بگیرد؛ بنابراین از هر دو روش برنامه‌ریزی بر پایه سناریو و نقشه راه توأمان استفاده شد و فراخور نیاز پژوهش و سناریوهای انتخابی، فناوری‌های مناسب هر سناریو برای پیاده‌سازی اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوشمند زنجیره سرد مواد غذایی انتخاب گردید.

تحقیقات بسیاری در زمینه برنامه‌ریزی سناریو و نقشه راه در ادبیات یافت می‌شود اما تعداد اندکی از آنها این دو رویکرد را با یکدیگر ادغام نموده و مفهوم «نقشه راه فناوری مبتنی بر سناریو» را برای آمادگی در برابر تغییرات شرایط

1. Tu
2. Technology- Organization- Environment
3. Zadtootaghaj, Mohammadian, Mahbanoeei & Ghasemi
4. Bo & Danyu
5. Fanjun & Zhaojiong
6. Chunling
7. Lakshmi & Vijayakumar
8. Engel & Harso
9. Campos & Villa
10. Zhang & Chen
11. Li, Peng, Zhang, Wei & Li
12. Heng
13. Kumar & Mukherjee

پیچیده در آینده ارائه داده‌اند. جوآنی، کورن و بوئر^۱ (۲۰۰۳) به انجام یک مطالعه پیشگویانه در تولید پرداختند و با استفاده از روش‌های ساخت سناریو پیش‌بینانه و نقشه راه، پارادایم‌های جدید خودکارسازی انعطاف‌پذیر در تولید را تعریف نمودند. لیزائوس و رجر^۲ (۲۰۰۴)، رابینسون و پراپ^۳ (۲۰۰۸)، لی، تی سانگ و شیه^۴ (۲۰۱۰) و سان، کیم و کیم^۵ (۲۰۲۰) به بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های دو روش سناریو و نقشه راه پرداخته و با بررسی پروژه‌های حوزه فناوری‌های نوظهور، اهمیت ابزاری چون نقشه راه در مدیریت فناوری را تأیید می‌کنند.

بسیاری از این محققان، یک روش‌شناسی آینده‌نگاری سیستماتیک حاصل از ترکیب سناریو و نقشه راه در پژوهش خود ارائه می‌دهند که هرکدام شامل چندین روش بوده و به شکلی یکپارچه به کار می‌روند و در نهایت خروجی آنها به اهداف سیاستی و استراتژی منجر می‌شود (پاگانی^۶، ۲۰۰۹؛ رابینسون و پراپ، ۲۰۰۸؛ کاجیکاوا، کیکوچی، فوکوشیما و کویاما^۷، ۲۰۱۱؛ سوهارتو^۸، ۲۰۱۳؛ گیوم، لی و پارک^۹، ۲۰۱۴؛ امر، دایم و جتر^{۱۰}، ۲۰۱۶؛ سان، کیم و کیم، ۲۰۲۰). رویکرد در نظر گرفته شده در پژوهش حاضر، استفاده از سناریو قبل از تدوین نقشه راه است که در آن، سناریو قسمتی از فعالیت‌های مقدماتی و آماده‌سازی نقشه راه خواهد بود و خط مبنایی برای شرایط قطعیت و عدم قطعیت در آینده و همچنین آینده‌های ممکن و باورپذیر مشخص می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر برای نیل به مقصود خود یک الگوی سه‌بخشی طراحی نموده است. بخش اول به دنبال دستیابی به هدف توسعه سناریوهای بدیل حمل‌ونقل مبتنی بر اینترنت اشیا در زنجیره تأمین سرد مواد غذایی طراحی شده است؛ بنابراین به لحاظ هدف، تحقیقی کاربردی است. برای نگارش سناریوهای آینده اینترنت اشیا در حمل‌ونقل زنجیره تأمین سرد مواد غذایی، از رویکرد عدم قطعیت بحرانی یا الگوی شبکه جهانی کسب‌وکار (GBN)^{۱۱} استفاده شده است که شوارتز^{۱۲} (۱۹۹۱) در کتاب هنر دورنگری^{۱۳} به‌طور گسترده فرایند آن را در هشت گام توصیف کرده است (شوارتز، ۱۹۹۱). بر اساس این رویکرد، در بخش سناریونویسی پژوهش حاضر، گام‌های زیر طی شده است:

در گام نخست، با تکیه بر نظریه نهادها، از چارچوب تحلیل تغییرات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی و قانونی (PESTEL)^{۱۴} در محیط اینترنت اشیا و صنایع غذایی دارای زنجیره سرد استفاده شد تا داده‌ها و اطلاعات محیطی گردآوری شود.

1. Jovane, Koren, Boer
2. Lizaso & Reger
3. Robinson & Propp,
4. Lee, Tseng & Shieh
5. Son, kim & kim
6. Pagani
7. Kajikawa, Kikuchi, Fukushima & Koyama
8. Suharto
9. Geum, Lee & Park
10. Amer, Daim, Jetter
11. Global Business Network
12. Schwartz
13. The Art of The Long View
14. Political-Economical-Social-Technological-Environmental and Legal

در گام دوم، عوامل و نیروهای پیشران کلیدی دسته‌بندی شد. برای شناسایی عدم قطعیت‌های کلیدی از مصاحبه‌های رودرو نیمه‌ساختاریافته با پرسش‌نامه باز^۱ استفاده شد. پرسش‌نامه شامل دو بخش بود که توزیع آن در دو مقطع جداگانه صورت پذیرفت و در نهایت ۶ عدم قطعیت استخراج شد.

در گام سوم، عدم قطعیت‌ها بر اساس امتیاز آنها به روش زو و همکاران (زو، ژانگ و ونگ^۲، ۲۰۰۶) رتبه‌بندی شدند و دو عامل اول، به‌عنوان مهم‌ترین آنها و منطق تشکیل سناریوها انتخاب شد. نتایج این بخش شالوده تحقیق محسوب می‌شود. در این بخش چهار سناریو تدوین شد. این سناریوها وضعیت حمل‌ونقل مبتنی بر اینترنت اشیا در زنجیره تأمین سرد مواد غذایی را تبیین می‌کند. از میان این چهار سناریو، دو سناریو به‌عنوان سناریوهای نهایی انتخاب می‌شوند و ناوگان حمل‌ونقل شرکت‌های حوزه صنایع غذایی دارای زنجیره تأمین سرد، در این محیط‌ها که به‌واسطه داده‌های اولیه و ثانویه تصویر شده‌اند، به فعالیت خواهند پرداخت.

اگرچه در مطالعات کمی با روایی و پایایی به‌طور مجزا برخورد می‌شود، ولی در پژوهش کیفی این اصطلاحات به‌طور مجزا تصور نمی‌شوند (لانگ و جانسون^۳، ۲۰۰۰)، در عوض، از نوعی اصطلاح‌شناسی که هر دو را شامل می‌شود، نظیر قابلیت اعتبار، قابلیت انتقال و قابلیت اعتماد استفاده می‌شود (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۸۸؛ ای وونا^۴، ۱۹۸۵).

طبق پژوهش کیفی دانایی فرد و مظفری (۱۳۸۸) و با توجه به عدم تمایز مفهوم روایی و پایایی در پژوهش‌هایی کیفی، به‌طور کلی مجموعه تحقیق حاضر و فرایند مصاحبه‌ها و گردآوری اطلاعات در این تحقیق، به این دلایل دارای قابلیت اعتماد و اعتبار هستند: ۱. جمع‌آوری داده‌ها با دقت انجام شد؛ ۲. تلاش شد که مصاحبه‌ها به‌صورت صحیح و بدون سوگیری صورت پذیرد؛ ۳. نظر خبرگان عامل اصلی انتخاب عدم قطعیت‌ها بود؛ ۴. انتخاب افراد خبره به‌طور صحیح و با دقت بود؛ ۵. جمع‌آوری و پایش داده‌های جمع‌آوری‌شده در هر مرحله برای انجام مرحله بعد طی سه مرحله اجرا شد؛ ۶. جامع بودن پرسش‌ها برای تحت پوشش قراردادن تمامی عوامل محیطی مؤثر، به تأیید خبرگان رسید؛ ۸. قضاوت درباره پرسش‌های مصاحبه‌ها و روش انجام مراحل تحقیق و تأیید قابلیت اعتماد و اعتبار مصاحبه‌ها و فرایند تحقیق، زیر نظر اساتید و کارشناسان انجام شد؛ ۹. مصاحبه‌ها در دو مقطع بود (میرزایی، ۱۳۹۵).

بخش دوم با در نظر داشتن سناریوهای منتخب که هر یک نشان‌دهنده شرایطی متفاوت از دیگری است، بسته‌های فناوری ارتباطی موردنیاز و ادوات لازم برای راه‌اندازی سامانه حمل‌ونقل هوشمند زنجیره سرد را تعیین می‌کند. در این بخش پس از شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در حمل‌ونقل زنجیره سرد، به کمک ادبیات خودروهای متصل در بخش دوم و خبرگان حوزه حمل‌ونقل هوشمند، پرسش‌نامه‌ای با عنوان «شناسایی فناوری‌های مرتبط با کاربردهای فناوری حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در زنجیره سرد مواد غذایی» در اختیار آنها قرار داده شد تا فناوری‌های پیشنهادی، تجهیزات موردنیاز، فناوری‌های آتی جایگزین و زیرساخت موردنیاز فناوری‌ها شناسایی شوند. در نهایت، پس از تجزیه و تحلیل گزینه‌های پیشنهادی خبرگان، بهترین بسته فناوری متناسب با هر کاربرد در هر سناریو با تصمیم‌گیری خبرگان انتخاب شد.

1. Open questionnaire
2. Zou, Zhang & Wang
3. Long & Johnson
4. Vonna

در ادامه دو جلسه کارگاهی تمام‌وقت برای تکمیل نقشه راه فناوری حمل‌ونقل مبتنی بر اینترنت اشیا در زنجیره سرد مواد غذایی تشکیل شد. در این تحقیق از تکنیک کارگاه‌های شروع - سریع استفاده شده است^۱. این رویکرد از کارگاه‌های تعاملی برای گردهم‌آوری گروه‌های مختلف مشارکت‌کنندگان استفاده می‌کنند تا دیدگاه‌ها را به‌دست آورده و به بحث بگذارند؛ بر گزینه‌ها تمرکز کرده آنها را بررسی کنند؛ تصمیم‌گیری کرده و در خصوص اقدام‌ها به توافق برسند و نقشه راه پایه را توسعه دهند (فال و مولر^۲، ۲۰۰۹). ساختار نقشه راه ارائه شده در این پژوهش را دو محور عمود بر هم تشکیل می‌دهد که محور افقی آن، محور زمان است و محور عمودی آن، لایه‌های مختلف را نشان می‌دهد و دربردارنده ۴ لایه معماری اینترنت اشیا، یعنی مدل لایه‌ای معماری اینترنت اشیا (ITU) (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۶) به نقل از ورمسان و فرایس^۳، (۲۰۱۴) و همچنین لایه‌های زیرساخت قانونی و مقرراتی و لایه منابع است و تغییرات و تکامل آنها در طول زمان را مدنظر قرار می‌دهد.

برگرفته از پژوهش فال و مولر (۲۰۰۹) لایه‌های نقشه راه در پاسخ به سؤال‌های زیر طراحی شده است:

- می‌خواهیم به کجا برویم؟ یا اهدافی که نقشه راه در رسیدن به آن کمک خواهد کرد کدامند؟
- چگونه می‌توانیم به مقصد برسیم؟
- دانش و فناوری موردنیاز در بخش‌های تحقیق و توسعه و تولید و زیرساخت کدام است؟
- برای اجرا، به چه سیاست‌ها و جهت‌گیری‌های کلی نیاز داریم؟
- برنامه و اقدامات عملیاتی برای رسیدن به مقصد در افق زمانی معین چگونه خواهد بود؟

جامعه آماری پژوهش شامل تمامی شرکت‌های فعال در صنایع غذایی می‌باشند که به‌خاطر فسادپذیری محصولات خود از زنجیره سرد در حمل‌ونقل آنها استفاده می‌کنند. با توجه به جدید بودن موضوع پژوهش و نبودن تعداد کافی تجربه، مصاحبه‌شوندگان و پاسخ‌دهندگان در این پژوهش یا همان نمونه‌های انتخابی آگاه کلیدی، خبرگان آشنا به فناوری اینترنت اشیا با سابقه همکاری عملی یا پژوهشی در پروژه‌های حمل‌ونقل هوشمند و به‌خصوص حمل‌ونقل و لجستیک هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا بودند. با توجه به محدود بودن تعداد خبرگان، از روش گلوله برفی استفاده شد و با نظر ۱۵ نفر از خبرگان به حد اشباع رسید (بابی^۴، ۲۰۱۳) و همچنین افراد به‌صورت تکراری معرفی می‌شدند. به این ترتیب که با مراجعه به محققان پروژه خودروهای متصل در مرکز تحقیقات مخابرات ایران با مدرک دکتری، به‌عنوان پیش‌گامان تحقیقات اینترنت اشیا در ایران و همچنین، مدیران ارشد یکی از شرکت‌های بزرگ صنایع غذایی در ایران با دست‌کم ۱۰ سال سابقه مدیریت در صنعت غذا و حداقل مدرک کارشناسی ارشد، خبرگان حوزه خودروهای هوشمند و زنجیره سرد شناسایی شدند.

۱. دو رویکرد اصلی S-Plan و T-Plan برای شروع - سریع (Start-Fast) پیشنهاد شده که تفاوت‌های اندکی با یکدیگر دارند. S-Plan بر چالش‌های راهبردی کلی در سطوح کسب‌وکار، همکاری، بخش و سیاست تمرکز دارد؛ در حالی که رویکرد T-Plan بر رهنمائی محصول فناوری متمرکز است و گروه‌های دارای اندازه متوسط از ذی‌نفعان میان وظیفه‌ای را در کارگاه نیم‌روزه گردهم می‌آورد تا یک نوآوری محصول بنیان را جست‌وجو و برنامه‌ریزی کنند (فال و همکاران، ۲۰۰۱).

2. Phaal & Muller
3. Vermesan & Friess
4. Babbie

یافته‌های پژوهش

بر اساس روش پژوهش و طبق روش زو و همکاران (۲۰۰۶)، پس از تعیین امتیاز عدم قطعیت‌های شناسایی شده بر اساس میزان اهمیت و ابهام آنها (پرسش‌نامه شماره ۱) آینده‌های بدیل اینترنت اشیا در حمل‌ونقل صنایع غذایی دارای زنجیره سرد بر اساس دو عدم قطعیت کلیدی؛ یعنی آماده و در دسترس بودن زیرساخت‌های فناوری ارتباطی و زمان‌بندی (افق زمانی) توسعه طرح، در قالب سناریوهای چهارگانه توسعه داده شد. این چهار سناریو به این صورت نام‌گذاری شدند:

۱. صعود به‌تنهایی؛ ۲. تحول ناممکن؛ ۳. صعود آرام و ۴. زوال. این سناریوها بر اساس معیارهای منطقی بودن و همچنین تیم ارزیابی (کلیه خبرگانی که در جلسات مصاحبه شرکت داشته یا نداشته‌اند) بررسی شد و در نهایت، سناریو اول (جهش به‌تنهایی) و سوم (صعود آرام) به‌عنوان سناریوهای ممکن انتخاب شدند. در ادامه، مختصری از شرح سناریوهای منتخب بیان شده است.

سناریو اول: جهش به‌تنهایی

در این سناریو به‌کارگیری اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوشمند زنجیره سرد با سرعت بالا اتفاق می‌افتد و LTE، فناوری به‌کار گرفته شده برای زیرساخت مخابراتی و اطلاعاتی می‌باشد. شرکت‌ها با سرمایه‌گذاری بالا و تعیین افق زمانی کوتاه‌مدت، اقدام به تجهیز ناوگان خود به فناوری اینترنت اشیا نموده و برای تبادل داده‌ها از فناوری‌های سیم‌کارت استفاده می‌کنند که در نتیجه یک شبکه خصوصی اینترنت اشیا منحصر به خود ایجاد می‌نمایند. در این شرایط شرکت‌های پیشرو به‌عنوان رهبران بازار شناخته شده و در تعیین سیاست‌ها و قوانین حوزه اینترنت اشیا نقشی اساسی را بازی خواهند کرد. این سناریو برای سازمان‌هایی مناسب است که از سرمایه اولیه بالا، نیروی انسانی ماهر و ارتباطات شبکه مخابراتی سراسری قابل اطمینان‌تری برخوردارند.

سناریو سوم: صعود آرام

در این سناریو، فرض بر این است که زیرساخت DSRS برای کاربردهای ارتباطات خودرویی در کشور فراگیر می‌شود؛ ولی نه تا قبل از سال ۲۰۲۵؛ بنابراین سازمان‌هایی که به‌دنبال سرمایه‌گذاری تدریجی با ریسک پایین در حوزه حمل‌ونقل هوشمند زنجیره سرد خود می‌باشند، توسعه آهسته فناوری، به آنها این فرصت را می‌دهد تا خود را با این فناوری وفق و تطبیق دهند و بسیاری از تهدیدهای مخرب آن را کاهش می‌دهد.

سپس بر اساس روش تحقیق با بحث و بررسی خبرگان و با توجه به کاربردهای شناسایی شده در ادبیات تحقیق، مجموعه خدمات حوزه ITS که در صنعت غذا قابل به‌کارگیری می‌باشند شناسایی شدند. در گام بعدی پرسش‌نامه‌ای با عنوان «پرسش‌نامه شناسایی فناوری‌های مرتبط با کاربردهای اینترنت اشیا در حمل‌ونقل زنجیره سرد مواد غذایی» برای هر سناریو در اختیار خبرگان فنی قرار گرفت و فناوری‌ها و تجهیزات موردنیاز هر کاربرد در هر سناریو، فناوری ارتباطی جایگزین آتی و زیرساخت موردنیاز مشخص گردید. کاربردهای شناسایی شده حمل‌ونقل مبتنی بر اینترنت اشیا در زنجیره سرد عبارت‌اند از:

۱. پایش و کنترل پارامترهای کیفی؛

۲. ردیابی و ره‌گیری محموله‌های مواد غذایی؛
 ۳. اطمینان از بسته بودن درب یخچال‌ها؛
 ۴. ردیابی و ره‌گیری خودرو؛
 ۵. شناسایی خودکار راننده؛
 ۶. هشدار و مشاوره به راننده؛
 ۷. پایش در لحظه سوخت مصرفی خودرو و عملکرد اجزای مؤثر بر آن؛
 ۸. خدمات/ اطلاعات جاده؛
 ۹. بازرسی کنار جاده بی‌سیم؛
 ۱۰. پرداخت عوارض الکترونیکی؛
 ۱۱. مدیریت و برنامه‌ریزی تجهیزات کنترلی و اجزای وسایل حمل‌ونقل؛
 ۱۲. صدور خودکار مجوزها از پیش؛
 ۱۳. برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پویا برای مدیریت انحراف/ تخمین زمان رسیدن توسط سایر ذی‌نفعان زنجیره تأمین؛
 ۱۴. یافتن جای پارک هوشمند؛
 ۱۵. یافتن مسیر بهینه؛
 ۱۶. زمان‌بندی بهینه و پویا.
- پس از تعیین فناوری‌های موردنیاز تحت هر سناریو، می‌بایست نقشه راه برای دستیابی به چشم‌انداز مطلوب را برای هر سناریو ترسیم کرد. هدف این است که در هر فضای سناریویی به چشم‌انداز مطلوب فناوری آینده دست یابیم. برای هر سناریو یک نقشه راه تدوین گردید. شایان ذکر است که این پژوهش در سطح صنعت مواد غذایی انجام شد اما قابلیت الگوبرداری توسط تمامی صنایع دارای زنجیره تأمین سرد را داراست. به نظر می‌رسد تحت سناریو اول، اتفاقات زیر برای شرکت رخ خواهد داد:
- برای پیاده‌سازی اینترنت اشیا در حمل‌ونقل زنجیره سرد شرکت با استفاده از فناوری سیم‌کارت و تمرکز بر توسعه و سرمایه‌گذاری انقلابی، در مرحله آماده‌سازی سه‌ساله، ۱۰۰ درصد ناوگان شرکت به فناوری سیم‌کارت 2G، 3G یا LTE (4G)، برحسب مکان جغرافیایی شرکت مجهز شده و زیرساخت‌های شبکه سیم‌کارتی درون سازمان تقویت می‌شود. این فاز به‌عنوان فاز آزمون در نظر گرفته شده و هم‌زمان با استفاده ناوگان حمل‌ونقل از فناوری اینترنت اشیا، داده‌های دریافتی جهت اصلاح و بهبود جمع‌آوری و تحلیل می‌شود.
- اپراتور ایرانسل در برنامه توسعه فناوری 5G خود، مراکز علمی، تحقیقاتی و مراکز مهم شهری را در اولویت قرار داده است؛ لذا با مشورت خبرگان این انتظار وجود دارد که با فرض عملی شدن این مهم، در فاز دوم نقشه راه، شرکت قادر به بهره‌برداری این فناوری سیم‌کارتی در کنار LTE خواهد بود که دارای مزایایی نظیر سرعت بیشتر، تأخیر کمتر، تعداد و تراکم کاربر بالاتر و شبکه پایدارتر می‌باشد که این مزایا منجر به مدیریت خدمات حیاتی، دستیابی به پهنای باند سریع‌تر در همه‌جا و بهره‌گیری از اینترنت اشیا انبوه می‌شود. همچنین با توسعه ناوگان حمل‌ونقل و افزوده شدن دیگر

بخش‌های زنجیره لجستیکی به شبکه اینترنت اشیا شرکت، سیم‌کارت‌های مبتنی بر فناوری LTE-B می‌تواند در اتصال به تعداد زیادی کاربر به کار گرفته شود. با توجه به وضعیت فعلی آماده‌سازی زیرساخت‌های DSRC در کشور و چشم‌انداز خودروهای متصل و این فرض که استفاده از شبکه سراسری خودروهای متصل تا قبل از سال ۱۴۰۵ ممکن نیست، شرکت در فاز اجرا هم‌زمان برنامه توسعه زیرساخت‌های اتصال به شبکه ارتباطات خودرویی و استفاده از RSU های سراسری را اجرا می‌کند تا در فاز سوم نقشه راه، فاز رشد، امکان اتصال به شبکه سراسری ارتباطات خودرویی و بهره‌مندی از مزایای آن را داشته باشد.

بسیاری از پروژه‌های اینترنت اشیا به‌خاطر بی‌توجهی به هماهنگی بین فناوری و دیگر بخش‌های کسب‌وکار و عدم تعریف درست فرایندهای پشتیبانی منجر به شکست شده‌اند؛ لذا لایه زیرساخت‌های پشتیبان (منابع) در دو زیر لایه زیرساخت قانونی و مقرراتی و زیرساخت مالی و منابع انسانی تعریف شده است. علاوه بر مسائل فنی، بحث اقتصادی مطرح است که هزینه‌های تبادل داده قابل برگشت باشد. با رشد و بلوغ شرکت در حوزه اینترنت اشیا، امکان بهره‌مندی از جریان‌های درآمدی ناشی از آموزش نیروهای شرکت‌های مشابه و پیاده‌سازی پروژه‌های اینترنت اشیا در دیگر شرکت‌های فعال در صنعت نیز برای شرکت‌های پیشرو فراهم می‌گردد.

چشم انداز	زمان											
	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۴	۱۴۰۵	۱۴۰۶	۱۴۰۷	۱۴۰۸	۱۴۰۹	۱۴۱۰	
تولید سازه‌های کابلی و شاقه‌ها با پوشش کنترل برنانه بزرگ و پهنه سازی پلاستیکی و از راه دور	کاربردهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶											
	کاربردهای ۸ و ۹ و ۱۰											
	لایه کاربردها و خدمات	ارتقای پلتفرم تخصصی و طراحی پلتفرم چند منظوره زنجیره تامین										
		طراحی پلتفرم تخصصی صنعت با قابلیت اتصال به DSRC										
	لایه فناوری	ارتباط با دیگر پلتفرم‌ها مثل راهنمایی و رانندگی و ...										
		لایه شبکه	اتصال به شبکه سراسری DSRC									
			گسترش چتر فیزیکی شبکه سیم‌کارتی									
		لایه ادوات	بررسی امکان تولید و مهندسی مجدد محصولات و تجهیزات اینترنت اشیا یا دامه خرید									
	ارتقای کیفیت تجهیزات											
	لایه زیرساخت	تعمیرات مقررات درون سازمانی مربوط به حریم خصوصی و امنیت اطلاعات شرکت، کارکنان و مصرف‌کنندگان										
حفظ حقوق مالکیت فکری												
کمک به قانونگذاران و تصمیم‌گیرندگان سطوح بالاتر برای تنظیم مقررات اینترنت اشیا بعنوان پیشروان این حوزه در صنعت												
لایه زیرساخت مالی و منابع انسانی	آموزش نیروی انسانی (اپراتور، متخصص و تحلیلگر اینترنت اشیا)											
	برنامه ریزی برای بهره‌مندی از جریان‌های درآمدی اینترنت اشیا											
	توسعه همکاری با دیگر سازمان‌ها در حوزه آموزش و داده‌ها											
تعمین بودجه و زمانبندی برای توسعه زیرساخت اینترنت اشیا												
تعمین بودجه برای خرید یا ساخت تجهیزات پیشرفته تر و به روزتر در فازهای بعدی												

شکل ۳. نقشه راه فناوری حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره سرد در سناریو صعود به تنهایی

اتفاقاتی که برای شرکت تحت سناریو سوم رخ خواهد داد با این فرض می‌باشد که امکان بهره‌برداری از زیرساخت‌های فناوری خودروهای متصل تا قبل از سال ۱۴۰۵ در کشور ممکن نیست و ناوگان باری بعد از یک دوره زمانی اتصال ناوگان عمومی و رفع مشکلات فنی، امنیتی و مدیریتی آن، قادر به اتصال به شبکه سراسری می‌باشند، در

این سناریو شرکت یک نقشه راه ۱۵ ساله برای استفاده از فناوری DSRC و توسعه و سرمایه‌گذاری تدریجی برای پیاده‌سازی اینترنت اشیا در حمل و نقل زنجیره سرد شرکت تدوین می‌نماید. یعنی تا قبل از سال ۱۴۰۵ شرکت با برنامه‌ریزی و تخصیص تدریجی سرمایه برای ورود به شبکه سراسری آماده می‌شود. در مرحله آماده‌سازی تقریباً طولانی ۶ ساله، شرکت اقدام به ایجاد زیرساخت‌های لازم در درون سازمان برای اتصال خودروهای حمل و مرکز کنترل به RSU های کنار جاده و دریافت و انتقال داده های لازم می‌نماید. در این فاز شرکت می‌تواند زیرساخت وای فای یا بلوتوث را برای ارتباطات ناوگان حمل و نقل در داخل زیرمجموعه های خود نیز به کار گیرد.

چشم انداز	-۱۵		-۱۰		-۵		شروع	
	۱۴۱۵	۱۴۱۴	۱۴۱۳	۱۴۱۲	۱۴۱۱	۱۴۱۰	۱۴۰۹	۱۴۰۸
لایه کاربردها و خدمات	تسهیل کننده‌ها							
	توسعه پلتفرم تخصصی سلامت		استفاده آزمایشی و اصلاح پلتفرم تخصصی		طراحی ابتدایی پلتفرم تخصصی ناوگان با قابلیت اتصال به دیگر پلتفرم‌ها		لایه پلتفرم (پشتیبان کاربردها و خدمات)	
لایه فناوری	انصال ۱۰۰ درصد ناوگان حمل به شبکه DSRC		انصال ۳۰ درصد ناوگان حمل به شبکه DSRC		انصال ۱۰ درصد ناوگان حمل به شبکه DSRC		انصال ۱۰۰ درصد ناوگان حمل به شبکه DSRC	
	پیکربندی فناوری 5G و LTE B		پیکربندی فناوری 4G و LTE B		پیکربندی فناوری 4G و LTE B		پیکربندی فناوری 4G و LTE B	
لایه ادوات	بررسی امکان تولید و مهندسی مجدد محصولات و تجهیزات اینترنت اشیا با بهره‌گیری		بررسی امکان تولید و مهندسی مجدد محصولات و تجهیزات اینترنت اشیا با بهره‌گیری		بررسی امکان تولید و مهندسی مجدد محصولات و تجهیزات اینترنت اشیا با بهره‌گیری		بررسی امکان تولید و مهندسی مجدد محصولات و تجهیزات اینترنت اشیا با بهره‌گیری	
	ارتقای کیفیت تجهیزات		ارتقای کیفیت تجهیزات		ارتقای کیفیت تجهیزات		ارتقای کیفیت تجهیزات	
زیرساخت	توسعه همکاری با دیگر سازمان‌ها در حوزه آموزش و نگه‌داری		توسعه همکاری با دیگر سازمان‌ها در حوزه آموزش و نگه‌داری		توسعه همکاری با دیگر سازمان‌ها در حوزه آموزش و نگه‌داری		توسعه همکاری با دیگر سازمان‌ها در حوزه آموزش و نگه‌داری	
	آموزش تخصصی نیروی انسانی (ارگونومی، تخصصی و حمل و نقل اینترنت اشیا)		آموزش تخصصی نیروی انسانی (ارگونومی، تخصصی و حمل و نقل اینترنت اشیا)		آموزش تخصصی نیروی انسانی (ارگونومی، تخصصی و حمل و نقل اینترنت اشیا)		آموزش تخصصی نیروی انسانی (ارگونومی، تخصصی و حمل و نقل اینترنت اشیا)	
زیرساخت های مالی و منابع انسانی	برنامه ریزی برای بهره‌مندی از جریان های درآمدی اینترنت اشیا		برنامه ریزی برای بهره‌مندی از جریان های درآمدی اینترنت اشیا		برنامه ریزی برای بهره‌مندی از جریان های درآمدی اینترنت اشیا		برنامه ریزی برای بهره‌مندی از جریان های درآمدی اینترنت اشیا	
	انحصار از حمایت های پارک ای اینترنت اشیا		انحصار از حمایت های پارک ای اینترنت اشیا		انحصار از حمایت های پارک ای اینترنت اشیا		انحصار از حمایت های پارک ای اینترنت اشیا	

شکل ۴. نقشه راه فناوری حمل و نقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره سرد در سناریو

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از پژوهش‌های انجام شده در حوزه اینترنت اشیا و زنجیره تأمین می‌توان دریافت که آینده صنایع مختلف و از جمله صنعت غذا به خلق زنجیره‌های تأمین مجازی کارا گره خورده است. در این میان، شرکت‌های بزرگ مواد غذایی دارای زنجیره‌های تأمین سرد در سراسر جهان، به دنبال راه‌حل پایش در لحظه زنجیره سرد می‌باشند تا خطرهای ناشی از عدم کنترل زنجیره سرد و ضررهای ناشی از آن را کاهش دهند و این جایی است که اینترنت اشیا با کمک حسگرها، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل برتری خود را نسبت به سایر فناوری‌های این حوزه نشان می‌دهد.

کاربردهای مبتنی بر اینترنت اشیا به عنوان یک ابزار توانمندساز برای عملیات نرم، اثربخش و کارای سیستم‌های مختلف زنجیره تأمین و خصوصاً لجستیک و حمل و نقل کالا شناخته شده است جایی که حمل و نقل و انبارداری از عوامل کلیدی خدمت‌رسانی و ایجاد هزینه‌های عمده در سازمان‌ها تشخیص داده شده‌اند. فناوری اینترنت اشیا در ناوگان حمل و نقل زنجیره سرد دو نقش اصلی را ایفا می‌کند:

اول، از نظر جغرافیایی حرکت کالاها به سمت بازار را ردیابی می‌کند و به‌طور هم‌زمان از سیستم‌های تحلیلی استفاده می‌کند که به تعیین مطمئن‌ترین و سریع‌ترین مسیرهای رسیدن به بازار کمک می‌کنند.

علاوه بر این، به‌طور مداوم محیط داخلی تریلرهای یخچال‌دار و فضای داخلی بسته‌ها و ظروفی را که محصولات فاسدشدنی ذخیره می‌شوند، اندازه‌گیری می‌کند. اگر مهر و موم یک ظرف شکسته شود، یا کنترل دما و رطوبت درون ظرف خراب شود، سنسورها هشدارهای فوری را برای مدیران زنجیره تأمین صادر می‌کنند تا بتوان ریسک را کاهش داد. به‌کارگیری هم‌زمان این مکانیسم‌های ردیابی، رهگیری و کنترل مواد غذایی فساد را کاهش می‌دهد و سلامت مواد غذایی را حفظ می‌کنند.

بر اساس یافته‌های پژوهش، سؤال اول (سناریوهای بدیل اینترنت اشیا در حمل‌ونقل صنایع غذایی دارای زنجیره سرد با توجه به عدم قطعیت‌های اصلی شرکت‌های صنایع غذایی دارای زنجیره سرد در کشور چه هستند؟) به صورت زیر پاسخ داده می‌شود:

تحقیق، وضعیت فعلی فناوری پایش حمل‌ونقل زنجیره سرد در شرکت‌های فعال در صنعت مدنظر را بررسی کرده و در آینده‌های بدیلی که توسط سناریوها بسط داده شده است وضعیت آینده را بررسی و وضعیت دیگری را توسط نقشه راه ارائه داده است. آینده‌های بدیل اینترنت اشیا در حمل‌ونقل صنایع غذایی دارای زنجیره سرد بر اساس دو عدم قطعیت کلیدی (آماده و در دسترس بودن زیرساخت‌های فناوری ارتباطی و زمان‌بندی (افق زمانی) توسعه طرح) و در قالب سناریوهای چهارگانه توسعه داده شدند که در نهایت بر اساس معیارهای منطقی بودن و همچنین بررسی تیم ارزیابی، سناریوهای اول (جهش به‌تنهایی) و سوم (صعود آرام) به‌عنوان سناریوهای ممکن انتخاب شدند.

در گام بعدی بهترین بسته فناوری اینترنت اشیا در هوشمندسازی ناوگان حمل‌ونقل سرد تحت هر سناریو مشخص گردید. در این بخش با توجه به کاربردهای شناسایی شده حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در زنجیره تأمین سرد مواد غذایی، فناوری‌ها و تجهیزات موردنیاز هر کاربرد در هر سناریو، فناوری ارتباطی جایگزین آتی و زیرساخت موردنیاز تعیین شد. در سناریو جهش به‌تنهایی، فناوری ارتباطی به‌کار گرفته شده توسط شرکت برای تبادل داده‌ها و برقراری ارتباطات هوشمند، LTE بوده و قصد بر این است که با رویکرد انقلابی در سرمایه‌گذاری، ناوگان حمل‌ونقل یخچالی در افق زمانی ۱۰ ساله به فناوری اینترنت اشیا مجهز شود؛ لذا کاربردهایی که به اتصال به شبکه سراسری ارتباطات برای تبادل داده با سازمان‌های دیگر نیازمندند در فازهای اولیه کاربردپذیر نیستند (کاربردهای ۸، ۹ و ۱۰).

در سناریو صعود آرام شرکت به‌دلیل محدودیت بودجه و یا فرهنگ محافظه‌کارانه، یک افق ۱۵ ساله برای هوشمندسازی ناوگان حمل‌ونقل خود با فناوری اینترنت اشیا در نظر می‌گیرد. در این سناریو تبادل داده‌ها و برقراری ارتباطات از طریق فناوری DSRC که یک فناوری ارتباطی با بالاترین قابلیت اطمینان و روشی مؤثر و کارآمد برای پشتیبانی ارتباطات خودرویی در فواصل نزدیک شناخته شده است استفاده می‌شود.

بر اساس یافته‌ها، سؤال دوم (برای رسیدن به چشم‌انداز مطلوب صنعت در حوزه حمل‌ونقل مبتنی بر اینترنت اشیا، چه نقشه راهی باید برای هر سناریو با توجه به فناوری‌های موردنیاز اینترنت اشیا در آن سناریو در نظر گرفت؟) به‌صورت زیر پاسخ داده می‌شود:

شرکت‌های فعال در صنایع غذایی دارای زنجیره سرد باید به راه‌حل‌های اینترنت اشیا به‌عنوان راهی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین، صرفه‌جویی در هزینه‌ها، کاهش فساد، بهبود زمان رسیدن به بازار، تغییر مدیریت زنجیره تأمین و در نهایت افزایش رضایت مشتری و حاشیه سود بنگرند تا با ایجاد شبکه‌ای از اشیا فیزیکی متعامل با هم، امکان پایش، ردیابی و به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات به‌صورت دیجیتالی را ممکن ساخته و برنامه‌ریزی، کنترل و هماهنگی به‌موقع فرایندهای زنجیره تأمین در یک شرکت و بین شرکت و زنجیره تأمین آن را تسهیل نمایند. بدین منظور با در نظر گرفتن وضعیت فعلی شرکت‌های فعال در صنعت و همان‌طور که در فصل گذشته شرح داده شد نقشه راه فناوری حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در کارگاه‌های شروع سریع با مشارکت خبرگان و طبق روش معرفی شده برای هر کدام از سناریوهای انقلابی و تدریجی در افق زمانی ۱۰ و ۱۵ ساله نگاشته شد (شکل‌های ۳ و ۴) که ساختار آن دارای سه لایه اصلی می‌باشد.

- لایه بیرونی (لایه کاربردها و خدمات): این لایه مربوط به کاربردهایی است که دورنمای آینده پیاده‌سازی اینترنت اشیا در حمل‌ونقل زنجیره سرد مواد غذایی برای شرکت‌های فعال در صنعت و سازمان‌های ذی‌نفع بوده و چشم‌انداز صنعت با اجرای آنها محقق می‌گردد. کاربردها در این لایه با توجه به رشد فناوری توسعه می‌یابند.
- لایه میانی (لایه فناوری): لایه میانی معطوف به فناوری‌هایی است که برای تحقق لایه کاربردها و خدمات لازم می‌باشد. در این لایه سیر تکامل فناوری‌ها با الهام از چارچوب معرفی شده در سه بخش پلتفرم، شبکه و ادوات نشان داده می‌شود.
- لایه درونی (لایه منابع): این لایه مربوط به منابعی است (درون و برون‌سازمانی) که لازم است برای توسعه اینترنت اشیا در حمل‌ونقل زنجیره سرد مواد غذایی به کار گرفته شود، مانند زیرساخت‌های قانونی و مقرراتی، زیرساخت مالی و زیرساخت‌های منابع انسانی.

شرکت‌هایی که با سناریو انقلابی اقدام به پیاده‌سازی اینترنت اشیا در ناوگان حمل‌ونقل خود می‌نمایند نیازمند افراد متخصص در طراحی پلتفرم اختصاصی اینترنت اشیا، متخصصان شبکه و بخش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری می‌باشند؛ لذا می‌توانند از آموزش و استخدام نیروهای متخصص و یا بهره‌مندی از مشاوران این حوزه و برون‌سپاری فعالیت‌ها استفاده کنند. این امر در سناریو تدریجی می‌تواند با تدوین برنامه‌ریزی‌های جامع و کلان در زمینه آموزش نیروهای داخلی و ارزیابی درون‌سازمانی نمودن کلیه بخش‌های اینترنت اشیا صورت پذیرد. استفاده از فناوری بلاک‌چین^۱ در کنار اینترنت اشیا در لجستیک مواد غذایی موجب بهبود عملکرد اینترنت اشیا در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی شده و می‌تواند زمینه‌ساز خلق سناریوها و طراحی نقشه راهی جدید باشد و هم‌زمان با افزایش کارایی اینترنت اشیا، نگاهی کلانتر و جامع‌تر برای اتخاذ بسته‌های فناوری در جهت هوشمندسازی زنجیره‌های تأمین ارائه دهد؛ لذا می‌توان تحقیقات آتی را با در نظر گرفتن این فناوری در زیرساخت هوشمندسازی زنجیره لجستیکی انجام داد. پیشنهاد می‌شود که نقشه راه برای کل زنجیره لجستیکی و حتی در سطح بالاتر، کل زنجیره تأمین توسعه داده شود (که در فاز رشد نقشه راه‌های ارائه شده دیده

شده است). شرکت‌ها باید در تدوین نقشه راه خود چه به صورت انقلابی یا تدریجی، مباحث قانونی و مقرراتی اینترنت اشیا را در حوزه امنیت سیستم‌های اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی ذی‌نفعان مختلف، در نظر گرفته و مباحث مالکیت داده‌ها را نیز در اولویت برنامه‌ریزی خود قرار دهند. برای شرکت‌هایی که به صورت انقلابی اقدام به پیاده‌سازی اینترنت اشیا می‌کنند، بحث حفظ حقوق مالکیت فکری برای طراحی پلتفرم مای اختصاصی و همچنین دستگاه‌های اینترنت اشیا توسط شرکت، اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

این پژوهش از آن جهت که به بررسی نتایج تأثیر عوامل بیرونی بر پیاده‌سازی اینترنت اشیا در حمل‌ونقل سرد می‌پردازد و به دنبال کشف آینده‌های جایگزین در به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های فعال در صنعت مذکور می‌باشد تا چگونگی تأثیر آنها را بر تصمیمات استراتژیک اتخاذ فناوری‌ها تعیین کند شباهت‌هایی از لحاظ چارچوب و موضوع با تحقیقات گذشته دارد (لیو و جیا، ۲۰۱۰؛ ان جی، اسکارف، پوگرنا و مائل، ۲۰۱۵؛ پنگ، چن، هان و ژنگ، ۲۰۱۵؛ لو، یه، هو، چن و بولیشوا، ۲۰۱۶؛ تی سانگ و همکاران، ۲۰۱۸) اما به‌خاطر عدم استفاده تحقیقات گذشته از رویکرد ترکیبی سناریو و نقشه راه در زنجیره تأمین مبتنی بر اینترنت اشیا، اجزای هیچ‌یک از تحقیقات گذشته از مدل‌های آینده‌نگاری اینترنت اشیا با اجزای این مدل تطبیق ندارد، ولی به‌لحاظ مفهومی می‌توان روابط و مقایساتی انجام داد. همچنین استفاده از چارچوب لایه‌ای اینترنت اشیا برای تدوین نقشه راه یکی دیگر از نوآوری‌های پژوهش است که تاکنون در سطح تحلیل زنجیره تأمین مبتنی بر اینترنت اشیا دیده نشده است.

تحقیقات بسیاری در زمینه برنامه‌ریزی سناریو و نقشه راه در ادبیات یافت می‌شود اما تعداد اندکی از آنها این دو رویکرد را با یکدیگر ادغام نموده و مفهوم "نقشه راه فناوری مبتنی بر سناریو" را برای آمادگی در برابر تغییرات شرایط پیچیده در آینده ارائه داده‌اند. از طرف دیگر رویکردهای نقشه راه مبتنی بر سناریو در تحقیقات گذشته به‌طور گسترده‌ای از روش‌های آینده‌نگری و مطالعات آینده برای سطح کلان (ملی و صنعتی) استفاده نموده‌اند و اغلب بر پایش و تحلیل تغییرات آینده‌های جایگزین تمرکز نموده‌اند (پاگانی، ۲۰۰۹؛ رابینسون و پراپ، ۲۰۰۸؛ کاجیکاوا، کیکوچی، فوکوشیما و کویاما، ۲۰۱۱؛ سوهارتو، ۲۰۱۳؛ گیوم، لی و پارک، ۲۰۱۴؛ امر، دایم و جتر، ۲۰۱۶؛ سان، کیم و کیم، ۲۰۲۰).

نوآوری پژوهش حاضر را می‌توان بدین صورت برشمرد: ۱. سناریونویسی و نقشه راه اینترنت اشیا تلفیق شده و الگوی مناسبی برای روش انجام این کار پیشنهاد شده است؛ ۲. در این مقاله، برای اولین بار، این روش‌ها در حوزه حمل‌ونقل هوشمند و برای صنایع غذایی دارای زنجیره تأمین سرد به‌کار گرفته شده است.

از محدودیت‌های پژوهش عدم بررسی امکان‌سنجی فنی - اقتصادی برای پیاده‌سازی هر یک از کاربردها در زنجیره تأمین مواد غذایی سرد است. پیاده‌سازی این کاربردها با چالش‌های فنی، قانونی، تنظیم مقرراتی، حقوقی، فرهنگی و مانند آن‌ها همراه است که هرچند در بسیاری از این موارد در لایه‌های نقشه راه موردتوجه قرار گرفت (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۸)، بدون توجه آنها پیاده‌سازی نقشه راه برای به‌کارگیری فناوری حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره تأمین سرد ممکن نخواهد بود. از این‌رو در پژوهش‌های آتی برای هر یک از کاربردهای منتخب مطالعات عمیق صورت گیرد و چالش‌های پیاده‌سازی آن به‌دقت بررسی و راه‌کارهای عملیاتی برای پیاده‌سازی آنها در زنجیره تأمین مواد غذایی سرد ارائه گردد. همچنین اولویت‌بندی پیاده‌سازی این کاربردها با توجه با

شاخص‌های پایداری به دستیابی به زنجیره تأمین پایدار از طریق فناوری اینترنت اشیا کمک می‌کند که می‌تواند در تحقیقاتی مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش برگرفته از رساله دکتری در رشته مدیریت تولید و عملیات با عنوان «ره‌نگاشت فناوری حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنایع غذایی دارای زنجیره سرد» در پردیس فارابی دانشگاه تهران است. تنها نویسندگان مقاله در مالکیت فکری آن نقش داشتند؛ با این حال، از همه افرادی که به‌عنوان خبره در این پژوهش به ما یاری رساندند، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

- انوری، زهرا؛ کاموسی، زینب؛ رفیعی مهر، بهنام (۱۳۹۲). بررسی جایگاه فناوری ارتباطات خودروبی در سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند. *دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۹ (۱۸)، ۷۵-۸۴.
- دانایی‌فرد، حسن؛ مظفری، زینب (۱۳۸۸). ارتقای روایی و پایایی پژوهش‌های کیفی. *تحقیقات مدیریت*، ۱ (۱)، ۱۳۱-۱۶۲.
- قاسمی، روح‌اله؛ محقر، علی؛ صفری، حسین؛ اکبری جوکار، محمدرضا (۱۳۹۵). اولویت‌بندی کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران: محرکی برای توسعه پایدار. *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۸ (۱)، ۱۵۵-۱۷۶.
- مرکز تحقیقات مخابرات ایران (۱۳۹۴). *نقشه راه توسعه کاربردهای ارتباطات خودروبی*. تهران: پژوهشکده فناوری ارتباطات.
- میرزایی، مریم (۱۳۹۵). *الگوی طراحی و ترسیم آینده مدل کسب‌وکار در صنعت نرم‌افزار ایران با استفاده از ادغام برنامه‌ریزی سناریو و رنگاری*، پایان‌نامه برای دریافت درجه دکتری، دانشگاه تهران، تهران.

References

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G. & Mohamed, M. (2018). Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer Systems*, 86, 614-628.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE communications surveys & tutorials*, 17(4), 2347-2376.
- Amer, M., Daim, T.U., Jetter, A., 2016. Technology roadmap through fuzzy cognitive mapbased scenarios: the case of wind energy sector of a developing country. *Technology Analysis and Strategic Management*, 28 (2), 131-155.
- Anvari, Z., Kamousi, Z. & Rafiey Mehr, B. (2012) Connected Vehicle Technology: An Overview of Concepts and Application. *Journal of industrial technology development*, 9(18), 73-82. (in Persian)
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.

- Babbie, E. (2013). *The basics of social research. Cengage learning*. Stamford, CT.
- Barreto, L., Amaral, A. & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245-1252.
- Bo, Y. & Danyu, L. (2009). Application of RFID in cold chain temperature monitoring system, *Second ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, CCCM*, pp. 258-261.
- Börjeson, L., Höjer, M., Dreborg, K. H., Ekvall, T. & Finnveden, G. (2006). Scenario types and techniques: towards a user's guide. *Futures*, 38(7), 723-739.
- Campos, Y. & Villa, J. L. (2018, November). Technologies applied in the monitoring and control of the temperature in the Cold Chain. *IEEE 2nd Colombian Conference on Robotics and Automation (CCRA)*, pp. 1-6
- Chunling, S. (2012). Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things, *AASRI Procedia*, 1, 106-111.
- Crainic, T. G., Gendreau, M. & Potvin, J. Y. (2009). Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 17(6), 541-557.
- Danaeifard, H., Mozaffari, Z. (2009) Promoting Validity and Reliability in Qualitative Management Research: Reflections on Research Auditing Strategies, *Management Research*, 1(1), 131-162. (in Persian)
- Dion, C., Bouaanani, N., Tremblay, R., Lamarche, C. P. & Leclerc, M. (2011). Real-time dynamic substructuring testing of viscous seismic protective devices for bridge structures. *Engineering structures*, 33(12), 3351-3363.
- Engel, V. J. L. & Supangkat, S. H. (2014, September). Context-aware inference model for cold-chain logistics monitoring. *International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)* (pp. 192-196).
- Fanjun, L. & Zhaojiong, C. (2011). Brief analysis of application of RFID in pharmaceutical cold-chain temperature monitoring system, *Proceedings 2011 International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering*, pp. 2418-2420.
- Filina-Dawidowicz, L. & Stankiewicz, S. (2021). Organization and Implementation of Intermodal Transport of Perishable Goods: Contemporary Problems of Forwarders. *In Sustainable Design and Manufacturing 2020* (pp. 543-553). Springer, Singapore.
- Geum, Y., Lee, S. & Park, Y. (2014). Combining technology roadmap and system dynamics simulation to support scenario-planning: A case of car-sharing service. *Computers & Industrial Engineering*, 71, 37-49.
- Ghadge, A., Kara, M. E., Moradlou, H. & Goswami, M. (2020). The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(4), 669-686.
- Ghasemi, R., Mohaghar, A., Safari, H. & Akbari Jokar, M.R (2016), prioritizing the applications of internet of things technology in the healthcare sector in Iran: a driver for

- sustainable development, *journal of information technology management*, 8(1), 155-176. (in Persian)
- Giannopoulos, A. G. (2020, September). Quantifying the role of IT in the ITS sector. In *2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Giannopoulos, G. A. (2009). Towards a European ITS for freight transport and logistics: results of current EU funded research and prospects for the future. *European Transport Research Review*, 1(4), 147-161.
- Govindan, K. (2018). Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. *International Journal of Production Economics*, 195, 419-431.
- Heard, B. R., Taiebat, M., Xu, M. & Miller, S. A. (2018). Sustainability implications of connected and autonomous vehicles for the food supply chain. *Resources, conservation and recycling*, 128, 22-24.
- Iran Telecommunication Research Center (2015), Road map of connected cars applications, Tehran, Iran. (in Persian)
- Jideani, A. I., Mutshinyani, A. P., Maluleke, N. P., Mafukata, Z. P., Sithole, M. V., Lidovho, M. U., ... & Matshisevhe, M. M. (2020). Impact of Industrial Revolutions on Food Machinery-An Overview. *Journal of Food Research*, 9(5).
- Jovane, F., Koren, Y., Boer, C., (2003). Present and future of flexible automation: towards new paradigms. *CIRP Ann. Manuf. Technol.* 52 (2), 543-560
- Kajikawa, Y., Kikuchi, Y., Fukushima, Y. & Koyama, M. (2011, July). Utilizing risk analysis and scenario planning for technology roadmapping: A case in energy technologies. In *2011 Proceedings of PICMET'11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)*, pp. 1-5.
- Kumar, S. & Mukherjee, S. (2021). Monitoring Food Quality in Supply Chain Logistics. In *Research in Intelligent and Computing in Engineering* (pp. 781-786). Springer, Singapore.
- Lakshmi, V. & Vijayakumar, S. (2012). Wireless sensor network based alert system for cold chain management, *Procedia Engineering*, 38, 537-543.
- Lee, W. H., Tseng, S. S. & Shieh, W. Y. (2010). Collaborative real-time traffic information generation and sharing framework for the intelligent transportation system. *Information Sciences*, 180(1), 62-70.
- Li, Y. N., Peng, Y. L., Zhang, L., Wei, J. F. & Li, D. (2015). Quality monitoring traceability platform of agriculture products cold chain logistics based on the internet of things. *Chemical Engineering Transactions*, 46, 517-522.
- Li, Y., Hou, M., Liu, H. & Liu, Y. (2012). Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things. *Information Technology and Management*, 13(4), 205-216.

- Liu, L. & Jia, W. (2010, September). Business model for drug supply chain based on the internet of things. In *2010 2nd IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content*, pp. 982-986.
- Lizaso, F. & Regeer, G. (2004). Linking roadmapping and scenarios as an approach for strategic technology planning. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 1(1), 68-86.
- Long, T. & Johnson, M. (2000). Rigour, reliability and validity in qualitative research. *Clinical effectiveness in nursing*, 4(1), 30-37.
- Luo, H., Zhu, M., Ye, S., Hou, H., Chen, Y. & Bulysheva, L. (2016). An intelligent tracking system based on internet of things for the cold chain. *Internet Research*, 26(2), 435-445.
- McQueen, B. & McQueen, J. (1999). *Intelligent transportation systems architectures*.
- Minelli, S., Izadpanah, P. & Razavi, S. (2015). Evaluation of connected vehicle impact on mobility and mode choice. *Journal of traffic and transportation engineering*, 2(5), 301-312.
- Mirzaie, M. (2016) *Future business model design pattern in Iran software industry using scenario and roadmap merger*. Phd thesis, University of Tehran, Tehran, Iran. (in Persian)
- Mohammadzadeh, A.K., Ghafoori, S., Mohammadian, A., Mohammadkazemi, R., Mahbanooei, B. & Ghasemi, R. (2018). A Fuzzy Analytic Network Process (FANP) approach for prioritizing internet of things challenges in Iran. *Technology in Society*, 53, 124-134.
- Mulani, Tanjim T., & Subash V. Pingle. (2016). Internet of things. *International Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 2(3).
- Ng, I., Scharf, K., Pogrebna, G. & Maull, R. (2015). Contextual variety, Internet-of-Things and the choice of tailoring over platform: Mass 217tilization217n strategy in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 159, 76-87.
- Pagani M. (2009). Roadmapping 3G mobile TV: strategic thinking and scenario planning through repeated cross-impact handling, *Technological Forecasting and Social Change*, 76 (3) 382-395.
- Pang, Z., Chen, Q., Han, W. & Zheng, L. (2015). Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: Value creation, sensor portfolio and information fusion. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 289-319.
- Phaal, R. & Muller, G. (2009). An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological forecasting and social change*, 76(1), 39-49.
- Phaal, R., Farrukh, C. & Probert, D. (2001). Technology Roadmapping: linking technology resources to business objectives. *Centre for Technology Management*, University of Cambridge, 1-18.
- Porter, M., Heppelmann, J. (2018). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*. Disponível em: <https://hbr.org/2014/11/howsmart-connected-products-are-transforming-competition>. Acessado em 15 fev.

- Rani, P., Jain, V., Joshi, M., Khandelwal, M. & Rao, S. (2021). A Secured Supply Chain Network for Route Optimization and Product Traceability Using Blockchain in Internet of Things. *In Data Analytics and Management* (pp. 637-647). Springer, Singapore.
- Robinson, D. K. & Propp, T. (2008). Multi-path mapping for alignment strategies in emerging science and technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(4), 517-538
- Schiele, H., Bos-Nehles, A., Delke, V., Stegmaier, P. & Torn, R. J. (2021). Interpreting the industry 4.0 future: technology, business, society and people. *Journal of Business Strategy*.
- Schwartz, P. (1991). *The Art of Long View*. New York: Bantam Doubleday Dell Publishing Group.
- Son, C., Kim, J. & Kim, Y. (2020). Developing scenario-based technology roadmap in the big data era: an utilization of fuzzy cognitive map and text mining techniques. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(3), 272-291.
- Strozzi, F., Colicchia, C., Creazza, A. & Noè, C. (2017). Literature review on the "Smart Factory" concept using bibliometric tools. *International Journal of Production*, 4, 512-514. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326643>
- Suharto, Y. (2013). Study of multi-scenario based technology roadmapping: Bayesian causal maps approach. In 2013 Proceedings of PICMET'13: *Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET)*, pp. 2212-2218.
- Talebzadeh Hosseini, S. (2015). *Measuring Sustainability Performance of Supply Chain Management Practices Using Fuzzy Inference*. Doctoral dissertation, Faculty of Graduate Studies and Research, University of Regina.
- Tian, F. (2018). *An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, blockchain and internet of things*. Doctoral dissertation, WU Vienna University of Economics and Business.
- Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T., Lam, C. H. & Koo, P. S. (2018). An Internet of Things (IoT)-based risk monitoring system for managing cold supply chain risks. *Industrial Management & Data Systems*, 118(7), 1432-1462.
- Tu, M. (2018). An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management: A mixed research approach. *The International Journal of Logistics Management*, 29(1), 131-151.
- Verdouw, C. N., Beulens, A. J., Reijers, H. A. & van der Vorst, J. G. (2015). A control model for object virtualization in supply chain management. *Computers in industry*, 68, 116-131.
- Verdouw, C. N., Wolfert, J., Beulens, A. J. M. & Rialland, A. (2016). Virtualization of food supply chains with the internet of things. *Journal of Food Engineering*, 176, 128-136.
- Vermesan, O. & Friess, P. (Eds.). (2014). *Internet of Things-From Research and Innovation to Market Deployment*. River Publishers.
- Wortmann, F. & Flüchter, K. (2015). Internet of things. *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221-224

- Xiaorong, Z., Honghui, F., Hongjin, Z. & Hanyu, F. (2015). The design of the internet of things solution for food supply chain. In *5th International Conference on Education, Management, Information and Medicine, Shenyang, China*, pp. 314-318.
- Xu, L. D. (2020). The contribution of systems science to Industry 4.0. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 618-631.
- Yvonna, S. L. (1985). Naturalistic inquiry (Vol. 75). *Egon G. Guba (Ed.)*. Sage.
- Zadtootaghaj, P., Mohammadian, A., Mahbanooei, B. & Ghasemi, R. (2019). Internet of Things: A Survey for the Individuals' E-Health Applications. *Journal of Information Technology Management*, 11(1), 102-129.
- Zarei, M., Jamalian, A. & Ghasemi, R. (2017). Industrial guidelines for stimulating entrepreneurship with the internet of things. In *The Internet of Things in the Modern Business Environment* (pp. 147-166). IGI Global.
- Zarei, M., Mohammadian, A. & Ghasemi, R. (2016). Internet of things in industries: A survey for sustainable development. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 10(4), 419-442.
- Zeng, X., Balke, K. N. & Songchitruksa, P. (2012). Potential connected vehicle applications to enhance mobility, safety, and environmental security (No. SWUTC/12/161103-1). *Southwest Region University Transportation Center, Texas Transportation Institute, Texas A & M University System*.
- Zhang, Y. J. & Chen, E. X. (2014). Comprehensive monitoring system of fresh food cold chain logistics. In *Applied Mechanics and Materials (Vol. 602, pp. 2340-2343)*. Trans Tech Publications Ltd.
- Zhu, L., Yu, F. R., Wang, Y., Ning, B. & Tang, T. (2018). Big data analytics in intelligent transportation systems: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(1), 383-398.
- Zou, P. X., Zhang, G. & Wang, J. Y. (2006, January). Identifying key risks in construction projects: life cycle and stakeholder perspectives. In *Pacific Rim Real Estate Society Conference*.