نشریه علمی مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند- سال هفتم ـ شماره ۳۰ـ زمستان ۱۳۹۸
صفحات ۱۶۲- ۱۳۷

تحلیل ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی با استفاده از رویکرد نقشه شناختی فازی

غلامرضا جمالی *
سید اسماعیل موسوی **
معصومه محمدی ***

چکیده

هدف این پژوهش، تحلیل ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی با استفاده از رویکرد نقشه شناختی فازی است. جامعه آماری، کارشناسان فعال در کسب‌وکار لوازم خانگی در استان بوشهر بوده‌اند. این افراد، با مفهوم اینترنت اشیاء و زنجیره تأمین آگاه بوده که از بین آن‌ها ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. ابتدا، با مطالعه پیشینه و مبانی نظری پژوهش ۳۸ شاخص شناسایی شدند. سپس، با استفاده از تکنیک دلفی و نظر خبرگان در ۹ گروه شامل: محصول، فرآیندهای عملیاتی، موجودی، اقتصادی، تأمین‌کنندگان، پشتیبانی فنی، اطلاعات، مشتری و مأموریت سازمان دسته‌بندی شدند. در مرحله بعد، با استفاده از آزمون میانگین یک جامعه شاخص‌هایی که مقدار آن‌ها از ارزش آزمون کمتر بود حذف شدند. در نهایت، با استفاده از رویکرد ترکیبی نقشه شناختی فازی و گروه کانونی، چگونگی ارتباط میان شاخص‌ها تحلیل و تبیین شد. نتایج، نشان داد که ارتباط میان همه شاخص‌ها مثبت بوده است. همچنین، اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین شاخص کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی به شمار می‌آید، زیرا این شاخص بر همه شاخص‌های دیگر اثرگذار است. همچنین، نتایج نشان داد که شاخص مشتری در رتبه دوم اهمیت قرار دارد. در این راستا، مدیران صنعت لوازم خانگی باید با برنامه‌ریزی و خودکارسازی بهتر فرآیندها، بهینه‌سازی عملیات، بهبود خدمات ارائه‌شده به مشتری و افزایش بازگشت سرمایه در طول زنجیره تأمین موجب افزایش قدرت رقابت در این صنعت شوند.

کلید واژگان: اینترنت اشیاء، رویکرد نقشه شناختی فازی، زنجیره تأمین.

---

* عضو هیئت‌علمی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر.(نویسنده مسئول)؛ gjamali@pgu.ac.ir

** عضو هیئت‌علمی، گروه حسابداری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر.

*** کارشناس ارشد، مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر.

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۳/۱۲ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۷/۲۲**

مقدمه

فناوری اطلاعات[1]، عاملی ضروری و مؤثر برای مدیریت زنجیره تأمین[2] بوده و نقش حیاتی در کمک به زنجیره‌های تأمین جهت مقابله با چالش‌های محیط همیشه در حال تغییر و بسیاری از ریسک‌ها در تمامی سطوح بازی می‌کند. فناوری اطلاعات، تأثیر عمده‌ای بر ماهیت و ساختار زنجیره‌های تأمین به دلیل توانایی یکپارچگی داخلی فرآیندهای مختلف و مهم‌تر از همه، یکپارچگی خارجی با تأمین‌کنندگان و مشتریان دارد. این امر، از طریق بهبود ارتباطات، به دست آوردن و انتقال داده‌ها به دست می‌آید و تصمیم‌گیری مؤثر و افزایش عملکرد زنجیره تأمین را امکان‌پذیر می‌سازد. اینترنت اشیاء[3]، یکی از آخرین تحولات و یک انقلاب جدید در فناوری اطلاعات است که تغییر پارادایم در زمینه‌های مختلف از جمله مدیریت زنجیره تأمین را فراهم می‌سازد. اینترنت اشیاء، قابلیت‌های جدید و فرصت‌های فوق‌العاده‌ای برای مقابله مؤثرتر با چالش‌های مدیریت زنجیره تأمین فراهم می‌آورد. داده‌های منتشرشده از اشیاء هوشمند، هنگامی‌که به‌طور مؤثر جمع‌آوری، تجزیه‌وتحلیل و تبدیل به اطلاعات مفید شوند، می‌تواند دید بی‌سابقه‌ای در تمام جنبه‌های زنجیره تأمین ارائه و در مورد شرایط داخلی و خارجی که نیاز به اصلاح دارند نیز هشدار دهد. اینترنت اشیاء، زنجیره‌های تأمین را قادر می‌سازد تا به تغییرات در زمان واقعی واکنش نشان داده و اجازه می‌دهد سطوحی از چابکی و پاسخگویی را به کار ببرند. همچنین، مدیریت از راه دور عملیات زنجیره تأمین، هماهنگی بهتر با همکاران را فراهم ساخته و می‌تواند اطلاعات دقیق‌تر را برای تصمیم‌گیری مؤثرتر ارائه دهد (بن- دایا و همکاران[1]، ۲۰۱۷).

از سوی دیگر، اینترنت اشیاء از جمله موضوعات داغ این روزهای عرصه فناوری است که دومین تحول بزرگ معرفی شده است (میرمحمدیان و همکاران، ۱۳۹۶). اینترنت اشیا را می‌توان به‌عنوان فناوری آینده قلمداد کرد که در شرف ایجاد انقلابی در جهت بهینه‌سازی تولید، افزایش سود و بالا بردن ایمنی در جهان صنعت است. به کمک اینترنت اشیا، تمام

1. Information Technology (IT)
2. Supply Chain Management (SCM)
3. Internet of Things (IoT)

وسیله‌هایی که در یک شبکه و در زمینه تولید یک کالا به کار گرفته می‌شوند به همدیگر متصل شده و با یکدیگر در تعامل هستند. این اتصال و تعامل همه‌جانبه، منجر به تولید حجم عظیمی از داده‌ها می‌شود. تجزیه‌وتحلیل این حجم از داده‌ها با استفاده از روش‌های نوین تحلیل داده‌ها، می‌تواند اطلاعات مفید و کارآمدی از وضعیت فعلی سیستم تولیدی ارائه داده و بر اساس این اطلاعات بهترین تصمیم گرفته شود (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۷: ۴۸). صنایعی که بیشترین بهره‌مندی از کاربردهای فناوری اینترنت اشیا را داشته‌اند، در حوزه‌های انرژی، حمل‌ونقل[۲]، خرده‌فروشی[۳]، خانه هوشمند[۴] و بهداشت و درمان[۵] گزارش شده است. در عمل نیز، کشورهای مختلف از جمله ایالات‌متحده آمریکا، چین، اتحادیه اروپا و هند با انگیزه‌های متفاوت از گسترش فناوری اینترنت اشیا حمایت می‌کنند. تاکنون، در ایران تنها دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی معدودی اهمیت این موضوع را درک کرده‌اند. بر اساس مطالعات داخلی، می‌توان گفت هنوز اهمیت و پتانسیل اینترنت اشیا در ایران به درستی درک نشده است و کاربردهای اینترنت اشیا به ارتباطات ماشین با ماشین[۶] (M2M) و یا توسعه فناوری‌های مبتنی بر شناساگر فرکانس رادیویی[۷] محدود می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، با توجه به اهمیت نقش اینترنت اشیاء و مزیت‌هایی که می‌تواند برای زنجیره‌های تأمین مختلف به همراه داشته باشد، نویسندگان این مقاله قصد دارند با بررسی شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی به این سؤال پاسخ دهند که "ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی با استفاده از رویکرد نقشه شناختی فازی چگونه است؟".

1. Ben-Daya et al.
2. Transportation
3. Retailing
4. Smart home
5. Healthcare
6. Machine to Machine (M2M)
7. Radio-Frequency Identification (RFID)

پیشینه پژوهش

پیشینه نظری

اینترنت اشیاء، به مفهوم دستگاه‌های متصل شده‌ای است که در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ در مرکز Auto-ID در MIT مطالعه آن آغاز شد.طبق گزارشی، کوین اشتون اصطلاح اینترنت اشیاء را در سال ۱۹۹۹ ابداع کرده است. در سال ۱۹۹۷، اشتون امکان استفاده از برچسب‌های شناساگر فرکانس رادیویی را برای ردیابی محصولات در زنجیره تأمین در نظر گرفت. برچسب‌های شناساگر فرکانس رادیویی، برای خواندن و شناسایی اشیاء استفاده می‌شود و سپس اطلاعات را به‌صورت بی‌سیم از طریق یک شبکه انتقال می‌دهد. قبل از آن، پذیرش صنعت برچسب‌های شناسایی امواج رادیویی در سال ۱۹۸۰ آغاز شد. سپس مفهومی جدید از سنسورها و محرک‌ها از طریق یک شبکه حسگر بی‌سیم[1] معرفی شد که پیگیری و نظارت بر اشیاء را با برنامه‌های کاربردی در مراقبت‌های بهداشتی و مدیریت ترافیک ایجاد می‌کرد. امروزه، این شبکه‌ها با دستگاه‌های GPS، تلفن‌های هوشمند، شبکه‌های اجتماعی، رایانش ابری و تجزیه‌وتحلیل داده برای پشتیبانی از مفهوم مدرن اینترنت اشیاء غنی می‌شوند (بن-دایا و همکاران، ۲۰۱۷).

اینترنت اشیاء، می تواند در هر سطحی از زندگی بشر در سراسر جهان، به کار رود، ازاین‌رو اینترنت اشیاء را می‌توان به‌عنوان یک فناوری شهودی، قوی و مقیاس‌پذیر تعریف کرد که با توانایی تحول دیجیتال و از طریق اینترنت و ارتباطات تمام اطلاعات مرتبط را در زمان واقعی در سراسر زنجیره ارزش در جهان به هم متصل کند. اینترنت اشیاء، از ظهور قدرتمند فناوری‌های بی‌سیم، حسگرها و اینترنت تکامل یافته است. اینترنت اشیاء سیستم‌های شبکه و دستگاه‌های دیگر را از طریق اینترنت به هم متصل می‌کند(ماناوالان و جیاکریشنا[2]، ۲۰۱۹).

1. Wireless Sensor Network (WSN)
2. Manavalan & Jayakrishna

نقش اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین

اینترنت اشیاء، یکی از تأثیرگذارترین فناوری‌های امروزی است که بر کسب‌وکارها تأثیر دارد. شرکت تحقیقاتی گارتنر، تخمین می‌زند که رشد دستگاه‌های فیزیکی متصل به اینترنت تا سال ۲۰۲۰ به‌طور چشمگیری افزایش یابد که خود موجب تغییر عملیات زنجیره تأمین کسب‌وکارها خواهد شد. در دهه‌ی گذشته، کسب‌وکارها از حسگرهای غیرفعال که داده آن‌ها ثابت بود، استفاده می‌کردند. اما با استفاده از اینترنت اشیاء، کنترل زنجیره تأمین به‌صورت پویا قابل اجرا است. اینترنت اشیاء به نظارت بر عملیات تدارکات کمک می‌کند (ماناوالان و جیاکریشنا، ۲۰۱۹). جدول ۱، خلاصه‌ای از تأثیر اینترنت اشیاء بر زنجیره تأمین مختلف را شرح می‌دهد.

جدول ۱: تأثیر اینترنت اشیاء بر زنجیره تأمین مختلف

ردیف	رویکرد زنجیره تأمین	شرح	منبع
۱	سنتی	تجزیه‌وتحلیل زنجیره تأمین صنایع دارویی و مدل کاربردی خاص اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین دارو و چگونگی درک بازیابی اطلاعات دارویی.	یان و هوانگ[1] (۲۰۰۹)
		نوآوری به عامل کلیدی در کسب مزیت رقابتی در مدیریت زنجیره تأمین تبدیل شده است. سیستم مدیریت زنجیره تأمین مبتنی بر اینترنت اشیاء در دستیابی به این مزیت کمک می‌کند.	لی و لی[2] (۲۰۱۷)
		اینترنت اشیاء به سیستم همکاری تجاری اکو در مدیریت زنجیره تأمین کمک می‌کند.	رونگ و همکاران (۲۰۱۵)[3]
۴	ناب	اینترنت اشیاء به زنجیره تأمین ناب شرکت‌های ساختمانی برای دستیابی به کارایی عملیاتی بهتر کمک می‌کند. اینترنت اشیاء دارایی‌ها، منابع، تجهیزات را به هم متصل می‌کند و به زمان	لیان-ویوی[4] (۲۰۱۲)

1. Yan & Huang
2. Li & Li
3. Rong et al.
4. Lian-yue

		تحویل به‌موقع بسته‌های کاری، بهبود در زمان خرابی یا ازکارافتادگی کمک می‌کند.	
۵	چابک	ظهور اینترنت در به اشتراک‌گذاری اطلاعات با سهامداران برای سرعت بخشیدن به جریان‌های مواد در اجرای مدیریت زنجیره تأمین کمک می‌کند.	یونگ و کیون[1] (۲۰۱۰)
۶	زنجیره تأمین حلقه بسته	بسیاری از شرکت‌ها به‌منظور کمک به محیط‌زیست بر بازیابی محصولات نهایی خود تمرکز دارند. اینترنت اشیاء به پیگیری، شناسایی و ذخیره فرآیند بازگشت محصول برای بهینه‌سازی تهیه، تولید، بازیابی و تصمیم‌گیری در مورد دفع کمک می‌کند.	ژانگ و همکاران (۲۰۱۷)[2]
		زنجیره تأمین معکوس هوشمند از اینترنت به‌عنوان وسیله‌ای برای اتصال حسگرها، سیستم‌های عملیاتی و سامانه‌ی بازشناسی با امواج رادیوی استفاده می‌کند. این زنجیره تأمین معکوس پیشرفته صنایع تولیدی را مدرن‌تر می‌کند تا سبزتر شوند، منابع غیر سازگار با محیط‌زیست را کاهش می‌دهد، موجب صرفه‌جویی در انرژی و تضمین استفاده بهینه از محصولات با بازیافت ضایعات می‌شود.	پری و همکاران (۲۰۱۶)[3]
۸	سبز	سیستم اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین سبز قدرت تصمیم‌گیری را در مدیریت موجودی سبز افزایش می‌دهد.	چن[4] (۲۰۱۵)
۹	پایدار	ایجاد سیستم هشدار با کمک اینترنت اشیاء در پردازش صنعت مواد غذایی برای شناسایی ریسک و توصیه‌هایی برای محافظت از غذا و بهبود کیفیت آن ارائه می‌کند. همچنین الگوی غیرطبیعی را شناسایی می‌کند و تجزیه‌وتحلیل تخصصی برای افزایش پایداری سازمان تولید مواد غذایی انجام می‌دهد.	وانگ و یوی[5] (۲۰۱۷)

نقش اینترنت اشیاء در فرآیندهای مدیریت زنجیره تأمین

جدول ۲، نقش اینترنت اشیاء را در فرآیندهای مدیریت زنجیره تأمین نشان می‌دهد.

1. Ung & Kun
2. Zhong et al.
3. Parry et al.
4. Chen
5. Wang & Yue

جدول ۲: نقش اینترنت اشیاء در مدیریت زنجیره تأمین (بن- دایا و همکاران، ۲۰۱۷)

فرآیند	نقش اینترنت اشیاء	تأثیر
منبع	ارتباط با فروشندگان سطح زیرین	دید بیشتر در زنجیره تأمین، بهبود کیفیت و کاهش زمان تأخیر
	پیشرفت در زمان واقعی و بازرسی داده فروشنده	کیفیت بهتر و کاهش هزینه
	جمع‌آوری داده زنجیره تأمین	برنامه‌ریزی استراتژیک برای انتخاب تأمین-کنندگان و دسته‌بندی و تمایز محصول
ساخت	قابلیت مشاهده بیشتر قطعات و مواد اولیه	کاهش زمان تأخیر و هزینه‌ها
	ترکیب محصول و خدمات پس از فروش	افزایش درآمد
	کیفیت زمان واقعی و نگهداری داده مشتری	بهبود طراحی محصول و زمان ارائه به بازار
	تعمیرات پیشگیرانه از راه دور	افزایش عمر محصول و رضایت مشتری
تحویل	ردیابی موجودی، به اشتراک‌گذاری اطلاعات و سفارش مشترک	صرفه‌جویی در زمان ویژه و زمان واقعی؛ استفاده مؤثر از فضا و منابع؛ انبارداری مشترک؛ تحویل به‌موقع؛ کاهش جابجایی
	تصمیم‌گیری مستقل	صرفه‌جویی در زمان، فضا و پول
	نظارت بر کیفیت و کنترل کیفیت تدارکات	بهبود استانداردهای کیفیت و کاهش ضایعات
برگشت	افزایش لجستیک معکوس	کاهش هزینه‌ها، کاهش زمان تأخیر
	قابلیت ردیابی بیشتر	کاهش هزینه‌ها
	ضبط داده محصول در هنگام استفاده	افزایش رضایت مشتری

ازآنجایی‌که اینترنت اشیاء فرصت‌های جدیدی در کسب‌وکار ایجاد می‌کند، شرکت‌ها در تلاش هستند تا اثرات تحول اینترنت اشیاء را در شبکه موجودی خود درک کنند. صرف‌نظر از شور و شوق زیادی که مدیران شبکه برای استفاده از اینترنت اشیاء دارند، هنوز کمبود تسهیلات برای بخش نوآورانه شبکه موجودی وجود دارد(سوگونا و کومار[1]، ۲۰۱۹).

1. Suguna & Kumar

پیشینه تجربی

قاسمی و همکاران (۱۳۹۵)، کاربردهای فناوری اینترنت اشیاء در بخش بهداشت و درمان ایران برای دستیابی به توسعه پایدار را با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی اولویت‌بندی کردند. برای ارزیابی حوزه‌های کاربردی فناوری اینترنت اشیاء در بهداشت و درمان ایران از شاخص‌های کامیابی اقتصادی، افزایش کیفیت زندگی و حفاظت از محیط‌زیست استفاده شده است. نتایج پژوهش، نشان داد که شاخص‌های کامیابی اقتصادی و کیفیت زندگی به ترتیب بیشترین اهمیت را برای توسعه پایدار اینترنت اشیاء در بخش سلامت ایران دارند.

سوگونا و کومار (۲۰۱۹)، کاربرد رایانش ابری و اینترنت اشیاء را برای بهبود فرآیندهای زنجیره تأمین مورد مطالعه قرار دادند. در آن پژوهش، به کاربردهای اینترنت اشیاء در لجستیک و مدیریت زنجیره تأمین، قابلیت‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین (نظارت و کنترل، به اشتراک‌گذاری اطلاعات و همکاری، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ و داده اینترنت اشیاء)، راه‌حل‌های اینترنت اشیاء برای ساده‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین، چالش‌های فنی و مدیریتی توسعه اینترنت اشیاء برای زنجیره تأمین هوشمند (کیفیت داده، امنیت داده‌ها، سرعت تغییر فنّاوری، طراحی مجدد فرآیندهای زنجیره تأمین، سرمایه‌گذاری توجیهی) اشاره شده است.

ماناوالان و جیاکریشنا (۲۰۱۹)، به بررسی قابلیت اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین پایدار پرداختند. همچنین، نقش اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین مختلف، فرصت‌هایی که اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنایع ایجاد می‌کند، مدل‌های کسب‌وکار جدید با تأثیر اینترنت اشیاء، توانایی‌های کلیدی اینترنت اشیاء و کاربرد آن، تأثیر اینترنت اشیاء در مدیریت زنجیره تأمین مختلف را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش مزیت‌های اینترنت اشیاء برای صنایع مختلف را: پیش‌بینی موقعیت‌های ناامن و هشدار پیش از وقوع وضعیت‌های غیرمنتظره و کاهش هزینه، زمان و نجات انسان‌ها؛ پیش‌بینی و اطلاع‌رسانی زمان تعمیر و نگهداری تجهیزات به ذی‌نفعان جهت انجام اقدامات فوری؛ ارائه به‌موقع محصول به مشتریان؛ ایجاد ارتباط سالم میان ارائه‌دهندگان لجستیک و خرده‌فروشان که نتیجه آن تحویل به‌موقع محصول

و در نهایت رضایت مشتریان است؛ کمک به تشخیص آتش‌سوزی و هشدار اولیه با زنگ خودکار (کمک در شرایط اضطراری)؛ افزایش بهره‌وری و سرعت حمل‌ونقل؛ موجودی در دسترس انبار را به مدیر انبار اطلاع می‌دهد (مدیریت انبار)؛ کمک به کاهش هزینه‌ها با کاهش ضایعات و صرفه‌جویی در انرژی مصرفی (مدیریت انرژی)؛ بهبود کیفیت محصول و اثربخشی زنجیره تأمین (ساخت و تدارکات)؛ حفظ امنیت و حریم خصوصی اطلاعات حساس در سیستم‌های صنعتی؛ حفاظت از محیط‌زیست؛ بهبود عملکرد عملیاتی بیان نمودند. عبدالباسط و همکاران[1] (۲۰۱۸) اینترنت اشیاء و تأثیر آن را بر زنجیره تأمین مطالعه و چارچوبی را برای ساخت سیستم‌های هوشمند، امن و کارآمد پیشنهاد کردند. بیان کردند که زنجیره‌های تأمین سنتی با چالش‌هایی متعددی مانند عدم اطمینان، هزینه، پیچیدگی و مسائل آسیب‌پذیری مواجه هستند که برای غلبه بر این مشکلات زنجیره‌های تأمین باید دقیق‌تر و هوشمندتر باشند. آنان پس از شناسایی معیارهای موردنیاز امنیت زنجیره تأمین هوشمند، وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[2] و دیمتل[3] محاسبه کردند. نتایج نشان داد که سیستم پیشنهادی فرآیند شناسایی محصولات و ردیابی محصولات در سطح جهانی را مهیا ساخته و زمان و هزینه را کاهش می‌دهد و سپس رضایت مشتری را به همراه خواهد داشت. همچنین، فرآیند هماهنگی بین مدیران را افزایش می‌دهد و تأمین‌کنندگان را قادر می‌سازد تا اطلاعات فروش محصولات خود را به‌راحتی از طریق ورود به سیستم و با نام کاربری و رمز عبور خود دنبال کنند و ارتباط بین مدیران و تأمین‌کنندگان را از طریق سیستم هوشمند افزایش می‌دهد.

سنگ و همکاران[4] (۲۰۱۸)، یک سیستم نظارت بر ریسک با کمک اینترنت اشیاء برای کنترل کیفیت محصول و خطرات ایمنی در زنجیره تأمین سرد با رویکرد منطق فازی ارائه کردند. این سیستم، حوادث و آسیب‌های مرتبط با سرما را به‌شدت کاهش می‌دهد. علاوه بر این، رضایت کارکنان و بهره‌وری عملیاتی را بهبود می‌بخشد؛ بنابراین، پایه محکمی برای

1. Abdel-Basset et al.
2. Analytical Hierarchy process (AHP)
3. DEMATEL
4. Tsang et al.

ارزیابی و شناسایی کیفیت محصول و ریسک‌های ایمنی حرفه‌ای در فعالیت‌های زنجیره سرد است. تیو[1] (۲۰۱۸)، عوامل مؤثر بر پذیرش اینترنت اشیاء را در تدارکات و مدیریت زنجیره تأمین با رویکرد حداقل مربعات جزئی مطالعه کردند. نتایج، نشان داد که به‌کارگیری اینترنت اشیاء از طریق مزایایی که برای تدارکات و مدیریت زنجیره تأمین دارد بر پذیرش آن تأثیر می‌گذارد. این مزایا عبارت‌اند از: کاهش پیچیدگی یکپارچگی زنجیره تأمین، دسترسی آسان به اطلاعات مربوط به محصول یا قطعه، اطلاعات دقیق از چرخه عمر محصول، بهبود مسیر و قابلیت ردیابی موجودی، کارایی زنجیره تأمین، ساده‌سازی عملیات بازگشت مواد، خودکارسازی فرآیندها، کاهش هزینه‌ها، مهندسی مجدد فرآیند. بن-دایا و همکاران (۲۰۱۷)، مروری بر ادبیات نظری اینترنت اشیاء و مدیریت زنجیره تأمین داشتند؛ از جمله به کاربرد اینترنت اشیاء در فرآیند مدیریت زنجیره تأمین، تأثیر و نقش اینترنت اشیاء بر زنجیره تأمین، توانمند سازهای اینترنت اشیاء در مدیریت زنجیره تأمین اشاره نمودند. مجید و روپاسینگه[2] (۲۰۱۷)، آینده اینترنت اشیاء را در زنجیره تأمین صنعت پوشاک و کفش مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج، بیانگر اهمیت اینترنت اشیاء برای رقابت بیشتر، حفظ زنجیره تأمین، مدیریت و خودکارسازی بهتر فرآیندها، بهینه‌سازی عملیات خودکار، کاهش هزینه‌ها، بهبود خدمات ارائه‌شده به مشتری و افزایش بازگشت سرمایه در طول زنجیره تأمین است. جیرام[3] (۲۰۱۶)، رویکرد شش سیگمای ناب را برای بهبود کارایی و کیفیت تولید و توزیع مدیریت زنجیره‌های تأمین جهانی با استفاده از فناوری صنعت ۴[4] (به‌عنوان انقلاب چهارم صنعتی) و اینترنت اشیاء صنعتی استفاده نمود. در این تحقیق، به نقش پشتیبانی اینترنت اشیاء صنعتی در زنجیره تأمین جهانی یک شرکت اشاره شده است؛ که این مزایا عبارت‌اند از: امکان اتصال زنجیره تأمین و تولید در یک شبکه را فراهم می‌سازد و شبکه را از هر نقطه در دسترس قرار می‌دهد، تجسم سازی حیات داده و نمودار اطلاعات را امکان‌پذیر می‌سازد، بهینه‌سازی یعنی کارایی فرآیندها را با استفاده از تجسم و تصمیم‌گیری‌هایی که در بهینه‌سازی کار شرکت

1. Tu
2. Majeed & Rupasinghe
3. Jayaram
4. Industry 4.0

دارند را افزایش می‌دهد، در سطح زنجیره تأمین می‌تواند هزینه‌ها را کاهش دهد، سود را افزایش دهد، کاهش مصرف منابع و افزایش کلی بهره‌وری را به ارمغان آورد، خودمختاری یعنی خودکارسازی، نظارت، پیش‌بینی تغییرات با سیستم‌های اینترنت اشیاء صنعتی در زنجیره تأمین شرکت مهیا می‌گردد، نظارت هوشمندانه بر تولید و عرضه محصولات، نظارت آسان‌بر محصولات تقلبی و جعلی، ارتباطات در زمان واقعی از طریق شبکه‌های صنعتی اینترنت اشیاء، انجام داده‌کاوی بر روی داده‌های جمع‌آوری‌شده از طریق اینترنت اشیاء صنعتی و حسگرها، انجام تجزیه‌وتحلیل داده با روش‌های مفید مانند تحلیل همبستگی، تجزیه‌وتحلیل پیش‌بینی شده، خودکارسازی کامل فعالیت‌های تدارکات و زنجیره تأمین از جمله تولید و توزیع شرکت را نیز فراهم می‌سازد. لین و همکاران[1] (۲۰۱۶)، عوامل مؤثر بر پذیرش اینترنت اشیاء را در زنجیره تأمین کشاورزی چین مورد مطالعه قرار دادند. داده‌ها با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته‌اند. نتایج، نشان داد عوامل فنی (پیچیدگی، سازگاری، مزایای درک شده و هزینه)، سازمانی (مقیاس سرمایه‌گذاری، پشتیبانی اجرایی، اعتماد در میان کسب‌وکار زنجیره تأمین، اطلاعات فنی، مقاومت کارکنان) و محیطی (فشار خارجی، عدم اطمینان و پشتیبانی دولت) بر پذیرش اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین کشاورزی چین تأثیر مثبت دارند.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش، به دنبال تحلیل ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت لوازم خانگی است. این تحقیق، از نظر هدف، توصیفی و از نظر نتیجه توسعه‌ای است. همچنین، در این تحقیق با در نظر گرفتن روش مورد استفاده، یک تحقیق کمی- کیفی است. جامعه آماری این پژوهش، شامل کارشناسان و خبرگان فعال در کسب‌وکار لوازم خانگی در استان بوشهر بوده‌اند. این افراد، با مفهوم اینترنت اشیاء و زنجیره تأمین آگاه بوده و از بین آن‌ها ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. با مطالعه مبانی نظری و تجربی موضوع پژوهش ۳۸

1. Lin et al.

شاخص شناسایی شده که با استفاده از تکنیک دلفی و نظر خبرگان در ۹ گروه به شرح جدول شماره ۳ دسته بندی شدند. در مرحله بعد، با استفاده از آزمون میانگین یک جامعه موارد کم‌اهمیت حذف شده و عواملی که از اهمیت بیشتری برخوردار بودند برای مراحل بعدی پژوهش باقی ماندند. در مرحله پایانی، با استفاده از رویکرد ترکیبی نقشه شناختی فازی (FCM[1]) و گروه کانونی، چگونگی ارتباط میان این شاخص‌ها تحلیل و تبیین شد. دوره زمانی اجرایی پژوهش، سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ بوده است.

جدول ۳: دسته‌بندی شاخص‌های کاربردی اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین

عوامل	شاخص
محصول	بهبود کیفیت محصول و اثربخشی زنجیره تأمین (ساخت و تدارکات)؛ بهبود طراحی محصول و زمان ارائه به بازار؛ بهبود استانداردهای کیفیت محصول؛ افزایش عمر محصول
فرآیندهای عملیاتی	بهبود فرآیندهای زنجیره تأمین؛ مهندسی مجدد فرآیند؛ مدیریت و خودکارسازی بهتر فرآیندها؛ ساده‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین؛ بهبود عملکرد و بهره‌وری عملیاتی
موجودی	افزایش تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت موجودی؛ استفاده مؤثر از فضا و منابع؛ موجودی در دسترس انبار را به مدیر انبار اطلاع می‌دهد (مدیریت انبار)؛ بهبود مسیر و قابلیت ردیابی موجودی؛ کاهش مصرف منابع
اقتصادی	کمک به کاهش هزینه‌ها با کاهش ضایعات و صرفه‌جویی در انرژی مصرفی (مدیریت انرژی)؛ افزایش درآمد و سود؛ افزایش بازگشت سرمایه در طول زنجیره تأمین، شناسایی ریسک
تأمین‌کنندگان	برنامه‌ریزی استراتژیک برای انتخاب تأمین‌کنندگان و دسته‌بندی و تمایز محصول، افزایش ارتباط بین مدیران و تأمین‌کنندگان از طریق سیستم هوشمند، یکپارچگی زنجیره تأمین
پشتیبانی فنی	پیش‌بینی موقعیت‌های ناامن و هشدار پیش از وقوع وضعیت‌های غیرمنتظره؛ پیش‌بینی و اطلاع-رسانی زمان تعمیر و نگهداری تجهیزات به ذی‌نفعان جهت انجام اقدامات فوری؛ کمک به تشخیص آتش‌سوزی و هشدار اولیه با زنگ خودکار (کمک در شرایط اضطراری)؛ تعمیرات پیشگیرانه از راه دور کنترل و نظارت، نظارت هوشمندانه بر تولید و عرضه محصولات؛ نظارت آسان‌بر محصولات تقلبی و جعلی؛ نظارت بر کیفیت و کنترل کیفیت تدارکات
اطلاعات	به اشتراک‌گذاری اطلاعات؛ دسترسی آسان به اطلاعات مربوط به محصول یا قطعه؛ اطلاعات دقیق از چرخه عمر محصول؛ حفظ امنیت و حریم خصوصی اطلاعات حساس در سیستم‌های صنعتی
مشتری	ارائه به‌موقع محصول به مشتریان؛ افزایش رضایت مشتریان؛ بهبود خدمات ارائه‌شده به مشتری
مأموریت سازمان	حفاظت از محیط‌زیست، کسب مزیت رقابتی، رضایت کارکنان

1. Fuzzy Cognitive Map (FCM)

فرآیند ایجاد نقشه‌ی شناختی فازی

مفهوم نقشه‌های شناختی، توسط اکسلورد[1] (۱۹۷۶) مطرح شد که نظرات علت و معلولی یک کارشناس یا کارشناسان درباره یک موضوع خاص را نشان می‌دهد و برای تجزیه‌وتحلیل اثرات گزینه‌ها مانند سیاست‌ها یا تصمیمات در کسب‌وکار، به‌منظور دستیابی به اهداف از پیش تعریف شده استفاده می‌شود (آشر[2]، ۱۹۸۳). پس‌ازآن، کاسکو[3] (۱۹۸۶) FCMs را معرفی کرد که ادغام تئوری مجموعه فازی و نقشه‌های شناختی است. نقشه‌های شناختی فازی، در واقع ابزاری مناسب برای پر کردن شکاف بین روش‌های کمی و کیفی است (آروان و همکاران[4]، ۲۰۱۶). در پژوهش حاضر، از روش گروه کانونی برای بررسی کارشناسی نهایی استفاده شده است. در ادامه، مراحل تدوین یک نقشه شناختی فازی تشریح می‌شود.

ماتریس اولیه موفقیت[5]: ماتریس اولیه موفقیت یک ماتریس [n×m] است که در آن «n» تعداد عوامل کلیدی موفقیت است که به آن‌ها مفاهیم یا متغیرها نیز اطلاق می‌شود و «m» تعداد افراد مصاحبه شده برای کسب داده‌ها است. هر عنصر O_{ij} ماتریس، نمایانگر اهمیتی است که فرد «j» برای مفهوم خاص «i» در مقیاسی قائل است که می‌تواند در پروژه‌های مختلف و حتی برای عوامل مختلف موفقیت در یک پروژه متفاوت باشد، زیرا این نتایج در آینده با ارزش‌های بین صفر و یک، به مجموعه‌ای فازی تبدیل خواهند شد. عناصر $O_{i1}, O_{i2}, \ldots, O_{im}$، عناصر برداری V_i مرتبط با عوامل کلیدی موفقیت متعلق به ردیف «i» ماتریس هستند (رودریگوئز رپیسو و همکاران[6]، ۲۰۰۷).

ماتریس فازی شده موفقیت[7]: بردارهای عددی V_i به مجموعه‌های فازی منتقل می‌شوند که در آن‌ها هر عنصر مجموعه فازی مؤید میزان عضویت عنصر O_{i1} بردار V_i با خود بردار V_i است. بردارهای عددی با ارزش‌های بین صفر و یک، به شکل ذیل به مجموعه‌های فازی

1. Axelrod
2. Asher
3. Kosko
4. Arvan et al.
5. Initial Matrix of Success (IMS)
6. Rodriguez-Repiso et al.
7. Fuzzified Matrix of Success (FZMS)

تبدیل می‌شوند. ارزش حداکثری در V_i را یافته و $X_i = 1$ برای آن در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی:

$$Max(O_{iq}) \rightarrow X_i(O_{iq}) = 1$$ رابطه ۱)

ارزش حداقلی در V_i را یافته و $X_i = 0$ برای آن در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی:

$$Min(O_{iq}) \rightarrow X_i(O_{iq}) = 0$$ رابطه ۲)

نسبت تمامی عناصر دیگر بردار V_i در بازه صفر و یک مشخص می‌شود؛ یعنی:

$$X_i(O_{ij}) = \frac{O_{ij} - Min\ (O_{ip})}{Max\ (O_{ip}) - Min\ (O_{ip})}$$ رابطه ۳)

که در آن $X_i(O_{ij})$ درجه عضویت عنصر O_{ij} در بردار V_i است.

برآورد مستقیم ارزش‌ها در بازه صفر و یک، می‌تواند باعث تعیین درجات عضویت شود که منعکس‌کننده دنیای واقعی نیستند و از طریق استدلال‌های رایج قابل تأیید نیستند. در این موارد، معرفی یک ارزش سقف بالاتر یا پایین‌تر توسط کارشناس تحلیل‌کننده داده‌ها ضروری است. بنابراین، اگر V_i بردار عددی عناصر m مرتبط با مفهوم «i» و O_{ij} باشد، با j= 1, 2, …, m، به‌عنوان عناصر V_i، ارزش‌های سقف بالاتر و پایین‌تر به شرح ذیل هستند:

$$\forall_{j=1\dots m} O_{ij}(O_{ij} \geq \alpha_u) \rightarrow X_i(O_{ij}) = 1$$ رابطه ۴)

$$\forall_{j=1\dots m} O_{ij}(O_{ij} \leq \alpha_u) \rightarrow X_i(O_{ij}) = 0$$ رابطه ۵)

عناصر باقیمانده بردار، در بازه صفر و یک برآورد می‌شوند (رودریگوئز رپیسو و همکاران (۲۰۰۷). با دنبال نمودن فرآیند بالا، بردارهای عددی به مجموعه‌های فازی تبدیل می‌شوند. علاوه بر این، یک انحراف احتمالی ۲۰± درصد بین کارشناسان شرکت‌کننده در مصاحبه در نظر گرفته می‌شود، ارزش آستانه برابر ۸۰ و ۲۰ معرفی شده است. به‌بیان‌دیگر، اگر یک متخصص، اهمیت یک معیار را بیش از ۸۰ در نظر بگیرد، آن را به مقدار عددی ۱، در ماتریس فازی شده موفقیت تبدیل می‌کنیم. به همین ترتیب، اگر زیر ۲۰ باشد، در این ماتریس صفر خواهد شد (آروان و همکاران، ۲۰۱۶).

ماتریس رابطه‌ی قدرت موفقیت[1]**:** ماتریس رابطه قدرت موفقیت، یک ماتریس [n×n] است. ردیف‌ها و ستون‌های مربوط به ماتریس عوامل کلیدی موفقیت هستند و هر عنصر در ماتریس نشانگر رابطه میان عامل «i» و عامل «j» است. همچنین S_{ij} می‌تواند ارزش‌ها را در بازه [۱ , −۱] بپذیرد. هر عامل کلیدی موفقیت به‌عنوان یک بردار عددی S_i نشان داده می‌شود که حاوی عناصر n برای هر مفهوم نشان داده شده در نقشه است. سه رابطه احتمالی میان دو مفهوم (S_{ij})، «i» و «j» وجود دارند:

$S_{ij}>0$ بیانگر علیت مستقیم (مثبت) میان مفاهیم «i» و «j» است. این یعنی، افزایش ارزش مفهوم «i» باعث افزایش ارزش مفهوم «j» می‌شود.

$S_{ij}<0$ بیانگر علیت معکوس (منفی) میان مفاهیم «i» و «j» است. این یعنی، افزایش ارزش مفهوم «i» باعث کاهش ارزش مفهوم «j» می‌شود.

$S_{ij}=0$ بیانگر این است که هیچ رابطه‌ای میان مفاهیم «i» و «j» نیست (رودریگوئز رپیسو و همکاران، ۲۰۰۷).

تعیین دوگانگی روابط: بردارهای عددی ماتریس اولیه موفقیت در ماتریس فازی شده موفقیت به مجموعه‌های فازی تبدیل می‌شوند. با توجه به V_1 و V_2، بردارهای مرتبط با عوامل ۱ و ۲ و $X_1(V_j)$ و $X_2(V_j)$، درجات عضویت j در V_1 و V_2، این بردارها منحصراً دارای رابطه‌ای فزاینده هستند (رابطه‌ی مستقیم میان مفاهیم ۱ و ۲ و $S_{ij}>0$). اگر $X_1(V_j)$ مشابه با $X_2(V_j)$ برای تمام یا اکثر عناصر مرتبط با دو بردار باشد؛ و بردارهای V_1 و V_2 منحصراً دارای رابطه‌ای کاهنده میان مفاهیم ۱ و ۲ باشند و اگر $X_1(V_j)$ مشابه با $(1-X_2(V_j))$ برای تمام یا اکثر عناصر مرتبط با دو بردار باشد، آنگاه $S_{ij}<0$ است (رودریگوئز رپیسو و همکاران، ۲۰۰۷).

1. Strength of Relationships Matrix of Success (SRMS)

تعیین قدرت روابط: نزدیکی رابطه میان دو بردار V_1 و V_2 با توجه به محاسبه شباهت میان این دو بردار، مؤید قدرت رابطه‌ی میان مفاهیم ۱ و ۲ در ارتباط با این دو بردار است که توسط عنصر S_{12} نشان داده شده که در ماتریس قدرت روابط موفقیت ارائه شده است. نزدیکی رابطه‌ی میان دو بردار مبتنی بر فاصله میان دو بردار بر مبنای مفهوم فاصله میان بردارها است (کاسکو، ۱۹۸۵). برای بردارهایی که به طور مستقیم مرتبط هستند و آنانی که دارای رابطه معکوس هستند، به محاسبه‌ی متفاوتی نیاز است. اگر بردارهای V_1 و V_2، دارای ارتباط مستقیم باشند، آنگاه نزدیک‌ترین رابطه میان آن‌ها برای هر $j(j=1, \ldots, m)$، زمانی است که $X_1(V_j)= X_2(V_j)$ باشد.

اگر d_j فاصله میان عناصر j بردارهای V_1 و V_2 به‌صورت زیر باشد:

$$d_j = \left|X_1(V_j) - X_2(V_j)\right| \quad \text{رابطه ۶)}$$

و AD میانگین فاصله میان بردارهای V_1 و V_2 به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$AD = \frac{\sum_{j=1}^{m}\left|d_j\right|}{m} \quad \text{رابطه ۷)}$$

نزدیکی یا شباهت S میان دو بردار بر اساس این معادله نشان داده می‌شود:

$$S=1-AD \quad \text{رابطه ۸)}$$

$S=1$ بیانگر شباهت کامل و $S=0$، نشانگر حداکثر درجه عدم شباهت است.

اگر بردارهای V_1 و V_2 دارای رابطه معکوس باشند، آنگاه روش محاسبه شباهت میان آن‌ها مشابه با مورد قبل است، با این استثناء که در این مورد، معادله محاسبه فاصله میان عناصر مربوطه دارای یک رابطه معکوس با بردارهای V_1 و V_2 است.

$$d_j = \left|X_1(V_j) - (1 - X_2(V_j))\right| \quad \text{رابطه ۹)}$$

معادلات باقیمانده برای محاسبه فاصله میانگین میان دو بردار (AD) (رابطه ۷) و شباهت آن‌ها (S) (رابطه ۸) مشابه هستند. در این مورد $S=1$ بیانگر شباهت معکوس کامل و $S= 0$

بیانگر عدم شباهت معکوس کامل میان دو بردار است. البته در زمان مطالعه، روابط میان بردارهای عددی ارائه شده که به‌عنوان مجموعه‌های فازی نمایان می‌شوند، شباهت کامل و عدم شباهت کامل قابل‌انتظار نیست. احتمالاً، آن‌ها نمایانگر رابطه میان دو بردار بر اساس شباهت تا درجه خاصی هستند. برای هر جفت بردار V_1 و V_2، روش پیشنهادی، شباهت میان دو بردار را دو بار محاسبه می‌کند که یکی بر مبنای رابطه مستقیم و دیگری بر مبنای رابطه‌ی معکوس است. درجه بالاتر شباهت، بیانگر دوگانگی رابطه میان عوامل کلیدی موفقیت «i» و عوامل کلیدی «j» مثبت (مستقیم) یا منفی (معکوس) و قدرت آن رابطه در تعریف ارزش $\pm S_{ij}$ معرفی شده در ماتریس قدرت روابط موفقیت است (رودریگوئز رپیسو و همکاران، ۲۰۰۷).

شاخص نهایی موفقیت: وقتی ماتریس قدرت روابط موفقیت تکمیل شد، بخشی از داده‌های مندرج در آن می‌تواند داده‌های گمراه‌کننده باشد. همه عوامل کلیدی موفقیت ارائه شده در ماتریس با یکدیگر مرتبط نبوده و همیشه یک رابطه علی میان آن‌ها وجود ندارد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و تبدیل ماتریس قدرت روابط موفقیت به ماتریس نهایی موفقیت[1]، به یک نظر کارشناسی نیاز است که تنها شامل آن دسته از عناصر فازی عددی است که نمایانگر روابط علی میان عوامل کلیدی موفقیت هستند (رودریگوئز رپیسو و همکاران، ۲۰۰۷).

نمایش گرافیکی نقشه شناختی فازی: نمایش گرافیکی ماتریس نهایی موفقیت به‌صورت نقشه شناختی فازی، یک نقشه شناختی فازی هدفمند را برای ترسیم عوامل کلیدی موفقیت ترسیم می‌کند (رودریگوئز رپیسو و همکاران، ۲۰۰۷).

یافته‌های پژوهش

ابتدا، بر اساس امتیازاتی که ده خبره و کارشناس در بازه صفر تا صد به ۹ سؤال داده بودند، ماتریس اولیه مطابق با جدول ۴ تشکیل شد.

1. Final Matrix of Success (FMS)

جدول ٤: ماتریس اولیه

شاخص	کارشناس / نماد	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
محصول	C_1	۴۵	۵۰	۸۰	۶۵	۶۷	۵۲	۸۰	۷۳	۸۰	۶۴
فرآیندهای عملیاتی	C_2	۵۵	۶۰	۹۰	۷۵	۷۲	۸۰	۹۰	۸۱	۵۳	۴۲
موجودی	C_3	۵۰	۴۵	۶۰	۷۰	۶۲	۴۲	۵۲	۶۸	۷۵	۸۱
اقتصادی	C_4	۴۵	۴۵	۷۰	۹۰	۷۰	۶۰	۶۵	۸۰	۷۲	۷۴
تأمین کنندگان	C_5	۵۵	۶۰	۶۰	۶۰	۶۹	۵۷	۸۴	۷۵	۴۳	۵۳
پشتیبانی فنی	C_6	۶۰	۷۰	۶۰	۸۰	۷۸	۷۹	۸۳	۹۰	۸۵	۹۰
اطلاعات	C_7	۶۵	۵۰	۷۰	۹۰	۸۰	۸۵	۹۰	۸۰	۹۰	۸۷
مشتری	C_8	۶۵	۶۰	۹۰	۹۰	۶۴	۷۲	۸۵	۹۰	۸۲	۷۱
مأموریت سازمان	C_9	۷۵	۴۰	۸۰	۷۰	۴۵	۵۷	۶۲	۹۰	۸۱	۷۳

سطرهای ماتریس بالا به ترتیب شامل نه شاخص کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تـأمین و ستون‌های آن شامل پاسخ هر یک از ده خبره در خصوص امتیـاز هـر یـک از ایـن شـاخص‌هـا است. پس از آن، امتیازات شاخص‌ها مطابق با جدول ۵ فـازی مـی‌گـردد. بـه‌عنـوان‌مثـال بـرای محاسبه $X_1(O_{11})$ به شرح ذیل عمل می‌شود:

$X_1(O_{11}) = (80-20)/ (80-20) =1.000$

جدول ۵: ماتریس فازی شده

شاخص	کارشناس / نماد	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
محصول	C_1	۰/۴۱۶	/۵۰۰ ۰	۱/۰۰	۰/۷۵۰	۰/۷۸۳	۰/۵۳۳	۱/۰۰	۰/۸۸۳	۱/۰۰	/۷۳۳ ۰
فرآیندهای عملیاتی	C_2	۰/۵۸۳	/۶۶۶ ۰	۱/۰۰	۰/۹۱۶	۰/۸۶۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	/۵۵۰ ۰	/۳۶۶ ۰
موجودی	C_3	۰/۵۰۰	/۴۱۶ ۰	/۶۶۶ ۰	۰/۸۳۳	۰/۷۰۰	۰/۳۶۶	/۵۳۳ ۰	۰/۸۰۰	/۹۱۶ ۰	۱/۰۰
اقتصادی	C_4	۰/۴۱۶	/۴۱۶ ۰	/۸۳۳ ۰	۱/۰۰	۰/۸۳۳	۰/۶۶۶	/۷۵۰ ۰	۱/۰۰	/۸۶۶ ۰	/۹۰۰ ۰
تأمین کنندگان	C_5	۰/۵۸۳	/۶۶۶ ۰	/۶۶۶ ۰	۰/۶۶۶	۰/۸۱۶	۰/۶۱۶	۱/۰۰	۰/۹۱۶	/۳۸۳ ۰	/۵۵۰ ۰
پشتیبانی فنی	C_6	۰/۶۶۶	/۸۳۳ ۰	/۶۶۶ ۰	۱/۰۰	۰/۹۶۶	۰/۹۸۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
اطلاعات	C_7	۰/۷۵	/۵۰۰ ۰	/۸۳۳ ۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
مشتری	C_8	۰/۷۵	/۶۶۶ ۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۳۳	۰/۸۶۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	/۸۵۰ ۰
مأموریت سازمان	C_9	۰/۹۱۶	/۳۳۳ ۰	۱/۰۰	۰/۸۳۳	۰/۴۱۶	۰/۶۱۶	/۷۰۰ ۰	۱/۰۰	۱/۰۰	/۸۸۳ ۰

در مرحله بعد، ماتریس قدرت روابط مطابق با جدول ۶ را می‌بایست محاسبه نمود. این ماتریس ارتباط و همبستگی بین هر یک از عوامل نه‌گانه را نشان می‌دهد.

جدول ٦: ماتریس قدرت روابط

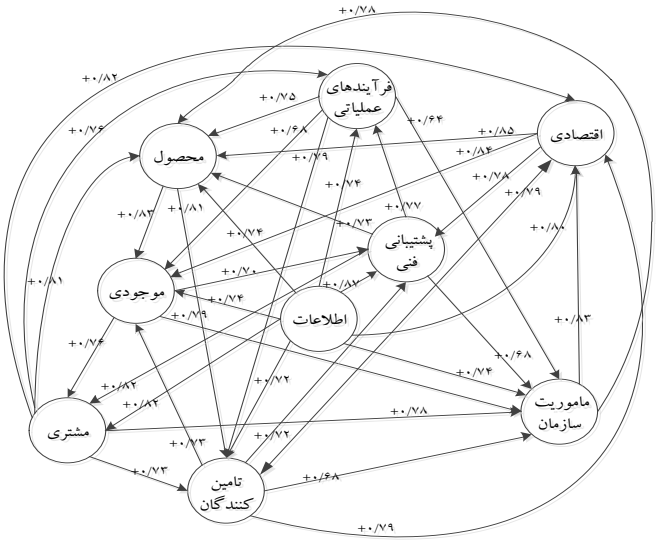
شاخص	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
C_1		۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۷۸
C_2	۰/۷۵		۰/۶۸	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۶۴
C_3	۰/۸۳	۰/۶۸		۰/۸۴	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۷۹
C_4	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۸۴		۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۲	۰/۸۳
C_5	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۷۹		۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۶۸
C_6	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۷۲		۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۶۸
C_7	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۸۷		۰/۸۲	۰/۷۴
C_8	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۸۲		۰/۷۸
C_9	۰/۷۸	۰/۶۴	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۸	

برای ایجاد ماتریس پایانی به تشکیل گروه کانونی شامل ۱۰ کارشناس خبره در صنعت لوازم خانگی اقدام شد. بر اساس نظر آنان، ارتباطات بی‌معنا میان عوامل پژوهش حذف و جهت علی روابط نیز تعیین شد. نتایج در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷: ماتریس نهایی

شاخص	عامل	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
محصول	C_1			۰/۸۳		۰/۸۱				
فرآیندهای عملیاتی	C_2	۰/۷۵		۰/۶۸		۰/۷۹				۰/۶۴
موجودی	C_3						۰/۷۰		۰/۷۶	۰/۷۹
اقتصادی	C_4	۰/۸۵		۰/۸۴		۰/۷۹	۰/۷۸			
تأمین‌کنندگان	C_5			۰/۷۳	۰/۷۹		۰/۷۲			۰/۶۸
پشتیبانی فنی	C_6	۰/۷۳	۰/۷۷						۰/۸۲	۰/۶۸
اطلاعات	C_7	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۸۷		۰/۸۲	۰/۷۴
مشتری	C_8	۰/۸۱	۰/۷۶		۰/۸۲	۰/۷۳				۰/۷۸
مأموریت سازمان	C_9	۰/۷۸			۰/۸۳					

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ارتباط و همبستگی میان همه شاخص‌های کاربردی اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی مثبت است. بر مبنای نتایج جدول بالا، نمودار نقشه شناختی فازی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه شناختی فازی شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، ملاحظه می‌شود که شاخص اطلاعات تنها شاخصی است که بر همه شاخص‌های دیگر تأثیرگذار بوده است. شاخص مشتری نیز بعد از اطلاعات در رتبه دوم تأثیرگذاری قرار گرفته است. از طرف دیگر، مأموریت سازمان و محصول شاخص‌هایی هستند که بیشترین تأثیرپذیری را از سایر شاخص‌ها داشته‌اند. مقادیر بر روی فلش‌ها، بیانگر همبستگی بین شاخص‌ها می‌باشند. بالاترین همبستگی بین شاخص اطلاعات و

پشتیبانی فنی با مقدار ۰/۸۷ و پایین‌ترین همبستگی بین شاخص فرایندهای عملیاتی و مأموریت سازمان با مقدار ۰/۶۴ بوده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ازآنجاکه اینترنت اشیاء حاصل پیشرفت‌های اخیر است، مطالعات کمی در مورد کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین وجود دارد. در این پژوهش، ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت لوازم خانگی با استفاده از رویکرد نقشه شناختی فازی تحلیل شد. با مرور ادبیات پژوهش و بهره‌گیری از نظر خبرگان و کارشناسان، شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی در ۹ دسته شامل: محصول، فرآیندهای عملیاتی، موجودی، اقتصادی، تأمین‌کنندگان، پشتیبانی فنی، اطلاعات، مشتری و مأموریت سازمان طبقه‌بندی شدند. نتایج، نشان داد که ارتباط میان کلیه شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی هم‌سو و مثبت است. همچنین، شاخص اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین شاخص قلمداد برشمرده می‌شود. زیرا بر همه شاخص‌های دیگر تأثیرگذار است. بدین معنی که شاخص اطلاعات در اینترنت اشیاء، زنجیره تأمین لوازم خانگی را قادر می‌سازد تا به‌سرعت از طریق عملیات داخلی و همکاری با تأمین‌کنندگان و مشتریان، به تغییرات پاسخ داده و هم‌زمان با کاهش هزینه‌ها موجب بهبود کیفیت محصولات، حفاظت از محیط‌زیست، تحویل به‌موقع محصول به مشتریان، هماهنگی و یکپارچگی فعالیت‌های زنجیره تأمین و در نتیجه افزایش درآمد و سود شوند. همچنین، از طریق اینترنت اشیاء، نظارت هوشمندانه بر تولید و عرضه محصولات صورت می‌گیرد که خود موجب بهبود کیفیت محصول و اثربخشی زنجیره تأمین این صنعت می‌گردد، فرآیند هماهنگی بین مدیران این صنعت را افزایش می‌دهد و تأمین‌کنندگان را قادر می‌سازد تا اطلاعات فروش محصولات خود را به‌راحتی دنبال کنند و ارتباط بین مدیران و تأمین‌کنندگان را از طریق سیستم هوشمند افزایش یابد. همچنین، نتایج نشان داد که پس از اطلاعات، شاخص مشتری در رتبه دوم اهمیت قرار دارد. در این راستا مدیران می‌بایستی با برنامه‌ریزی و خودکارسازی بهتر فرآیندها، بهینه‌سازی عملیات، بهبود

خدمات ارائه شده به مشتری و افزایش بازگشت سرمایه در طول زنجیره تأمین موجب قدرت رقابت بیشتر در صنعت لوازم خانگی گردند. این یافته با نتایج مطالعات ماناوالان و جیاکریشنا (۲۰۱۹)، بن-دایا و همکاران (۲۰۱۷)، سوگونا و کومار (۲۰۱۹)، تیو (۲۰۱۸)، مجید و روپاسینگه (۲۰۱۷)، چن (۲۰۱۵)، جیرام (۲۰۱۶)، پری و همکاران (۲۰۱۶)، سنگ و همکاران (۲۰۱۸)، وانگ و یوی (۲۰۱۷)، عبدالباسط و همکاران (۲۰۱۸)، یونگ و کیون (۲۰۱۰)، لی و لی (۲۰۱۷) هم‌راستا است. در پایان به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیاء را در انواع رویکردهای زنجیره‌های تأمین مانند سبز، ناب، چابک، پایدار و لارج[1] مورد بررسی و تحلیل قرار دهند. همچنین، پژوهشگران می‌توانند مطالعه‌ای را بر روی تعامل بین اینترنت اشیاء و زنجیره تأمین ابری در صنایع مختلف انجام دهند.

1. Lean, Agile, Resilient and Green (LARG)

منابع

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, pp. 614-628.

Arvan, M., Omidvar, A., & Ghodsi, R. (2016). Intellectual capital evaluation using fuzzy cognitive maps: A scenario-based development planning. *Expert Systems with Applications*, 55, pp. 21-36.

Asher, H. (1983), Causal Modeling. *Beverly Hills, CA: Sage Ed*.

Axelrod, R. M. (1976), Structure of decision: The cognitive maps of political elites. *Princeton University press Princeton, NJ*.

Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2017). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, pp. 1-24.

Chen, R. Y. (2015). Intelligent IoT-Enabled System in Green Supply Chain using Integrated FCM Method. *International Journal of Business Analytics (IJBAN)*, 2(3), pp. 47-66.

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), pp. 155-176.

Jayaram, A. (2016, December). Lean six sigma approach for global supply chain management using industry 4.0 and IIoT. *In Contemporary Computing and Informatics (IC3I), 2016 2nd International Conference on* (pp. 89-94). The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Kosko, B. (1985), Adaptive Inference. Monograph. Verac Inc. *Technical Report*.

Kosko, B. (1986), Fuzzy cognitive maps. *International journal of man-machine studies*, 24(1), pp. 65-75.

Li, B., & Li, Y. (2017). Internet of things drives supply chain innovation: A research framework. *International Journal of Organizational Innovation*, 9(3), pp. 71-92.

Lian-yue, W. (2012, June). Think of construction lean SCM based on IOT. *In Robotics and Applications (ISRA), 2012 IEEE Symposium on* (pp. 436-438). The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Lin, D., Lee, C. K. M., & Lin, K. (2016, December). Research on effect factors evaluation of internet of things (IOT) adoption in Chinese agricultural supply chain. *In Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2016 IEEE International Conference on* (pp. 612-615). The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Majeed, A. A., & Rupasinghe, T. D. (2017). Internet of Things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: an assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(1), pp. 25-40.

Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & Industrial Engineering*, 127, pp. 925-953.

Mirmohammadian, S. M., Berhlia, S., Babamahmoudi, R., & Akhondi, Z., (2017). A Review of Challenges and Solutions to Preventing IoT Challenges. *10th Conference on Modern Research in Science and Technology*, pp. 1-11.

Parry, G., Brax, S. A., Maull, R., & Ng, I. (2016). Visibility of consumer context: improving reverse supply with internet of things data. *Supply Chain Manag Int J*, 21(2), pp. 228-244.

Ranjbar, A., Mousavi, A., & Nazemi, M., (2018). IoT and its application in mining engineering. *Journal of Science and Technology Cycle of Yazd University*, 3, pp. 53-48.

Rodriguez-Repiso, L., Setchi, R., & Salmeron, J. (2007), Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps. *Expert Systems with Applications*, 32, pp. 543-559.

Rong, K., Hu, G., Lin, Y., Shi, Y., & Guo, L. (2015). Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. *International Journal of Production Economics*, 159, pp. 41-55.

Suguna, S. K., & Kumar, S. N. (2019). Application of Cloud Computing and Internet of Things to Improve Supply Chain Processes. *In Edge Computing* (pp. 145-170). *Springer, Cham*.

Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T. S., 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), pp. 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), pp. 131-151.

Ung, W. A. N. G., & Kun, L. V. (2010). Research Review of Agile Supply Chain. Logistics Technology, Z1.

Wang, J., & Yue, H. (2017). Food safety pre-warning system based on data mining for a sustainable food supply chain. *Food Control*, 73, pp. 223-229.

Yan, B., & Huang, G. (2009, August). Supply chain information transmission based on RFID and internet of things. In *2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management* (Vol. 4, pp. 166-169). The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Zhong, D. R. Y., Tan, P. K., & Bhaskaran, P. G. (2017). Data-driven food supply chain management and systems. *Industrial Management & Data Systems*, 117(9), pp. 1779-1781.