

## 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 خلیج فارس، بوشهر. (نویسنده مسئول)؛

gjamali@pgu.ac.ir

\*\* عضو هیئت‌علمی، گروه حسابداری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر.

\*\*\* کارشناس ارشد، مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر.

## مقدمه

فناوری اطلاعات<sup>۱</sup>، عاملی ضروری و مؤثر برای مدیریت زنجیره تأمین<sup>۲</sup> 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 اشیا<sup>۳</sup>، 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 اشیا، قابلیت‌های جدید و فرصت‌های فوق‌العاده‌ای برای مقابله مؤثرتر با چالش‌های مدیریت زنجیره تأمین فراهم می‌آورد. داده‌های منتشرشده از اشیا هوشمند، هنگامی که به‌طور مؤثر جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل 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 اشیا، 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<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷).

از سوی دیگر، اینترنت اشیا 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)

وسيله‌هایی 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. تجزیه و تحلیل 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 اشیاء را داشته‌اند، در حوزه‌های انرژی، حمل و نقل<sup>۱</sup>، خرده‌فروشی<sup>۲</sup>، خانه هوشمند<sup>۳</sup> و بهداشت و درمان<sup>۴</sup> گزارش شده است. در عمل نیز، کشورهای مختلف از جمله ایالات متحده آمریکا، چین، اتحادیه اروپا و هند با انگیزه‌های متفاوت از گسترش فناوری اینترنت اشیاء 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 اشیاء در ایران به درستی درک نشده است و کاربردهای اینترنت اشیاء به ارتباطات ماشین با ماشین<sup>۵</sup> (M2M) و یا توسعه فناوری‌های مبتنی بر شناساگر فرکانس رادیویی<sup>۶</sup> 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 به صورت 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<sup>۱</sup> 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 تجزیه و تحلیل داده برای پشتیبانی از مفهوم مدرن اینترنت اشیاء غنی می‌شوند (بن-دایا و همکاران، ۲۰۱۷).

اینترنت اشیاء، می‌تواند در هر سطحی از زندگی بشر در سراسر جهان، به کار رود، از این رو اینترنت اشیاء را می‌توان به عنوان 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<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹).

1. Wireless Sensor Network (WSN)

2. Manavalan & Jayakrishna

### نقش اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین

اینترنت اشیاء، یکی از تأثیرگذارترین فناوری های امروزی است که بر کسب و کارها تأثیر دارد. شرکت تحقیقاتی گارتر، تخمین می زند که رشد دستگاه های فیزیکی متصل به اینترنت تا سال ۲۰۲۰ به طور چشمگیری افزایش یابد که خود موجب تغییر عملیات زنجیره تأمین کسب و کارها خواهد شد. در دهه ی گذشته، کسب و کارها از حسگرهای غیرفعال که داده آن ها ثابت بود، استفاده می کردند. اما با استفاده از اینترنت اشیاء، کنترل زنجیره تأمین به صورت پویا قابل اجرا است. اینترنت اشیاء به نظارت بر عملیات تدارکات کمک می کند (ماناوالان و جیا کریشنا، ۲۰۱۹). جدول ۱، خلاصه ای از تأثیر اینترنت اشیاء بر زنجیره تأمین مختلف را شرح می دهد.

جدول ۱: تأثیر اینترنت اشیاء بر زنجیره تأمین مختلف

منبع	شرح	رویکرد زنجیره تأمین	ردیف
یان و هوانگ <sup>۱</sup> (۲۰۰۹)	تجزیه و تحلیل زنجیره تأمین صنایع دارویی و مدل کاربردی خاص اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین دارو و چگونگی درک بازیابی اطلاعات دارویی.	سنتی	۱
لی و لی <sup>۲</sup> (۲۰۱۷)	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 می کند.		
روننگ و همکاران <sup>۳</sup> (۲۰۱۵)	اینترنت اشیاء به سیستم همکاری تجاری اکو در مدیریت زنجیره تأمین کمک می کند.		
لیان-ویوی <sup>۴</sup> (۲۰۱۲)	اینترنت اشیاء به زنجیره تأمین ناب شرکت های ساختمانی برای دستیابی به کارایی عملیاتی بهتر کمک می کند. اینترنت اشیاء دارایی ها، منابع، تجهیزات را به هم متصل می کند و به زمان	ناب	۴

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

	تحويل به موقع بسته‌های کاری، بهبود در زمان خرابی یا از کار افتادگی کمک می‌کند.		
۵	چابک	ظهور اینترنت در به اشتراک گذاری اطلاعات با سهامداران برای سرعت بخشیدن به جریان‌های مواد در اجرای مدیریت زنجیره تأمین کمک می‌کند.	یونگ و کیون <sup>۱</sup> (۲۰۱۰)
۶	زنجیره تأمین حلقه بسته	بسیاری از شرکت‌ها به منظور کمک به محیط زیست 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 <sup>۲</sup> (۲۰۱۷)
		زنجیره تأمین معکوس هوشمند از اینترنت به عنوان وسیله‌ای برای اتصال حسگرها، سیستم‌های عملیاتی و سامانه‌ی بازشناسی با امواج رادیویی استفاده می‌کند. این زنجیره تأمین معکوس پیشرفته صنایع تولیدی را مدرن‌تر می‌کند تا سبزتر شوند، منابع غیر سازگار با محیط زیست را کاهش می‌دهد، موجب صرفه‌جویی در انرژی و تضمین استفاده بهینه از محصولات با بازیافت ضایعات می‌شود.	پری و همکاران <sup>۳</sup> (۲۰۱۶)
۸	سبز	سیستم اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین سبز قدرت تصمیم‌گیری را در مدیریت موجودی سبز افزایش می‌دهد.	چن <sup>۴</sup> (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 تجزیه و تحلیل تخصصی برای افزایش پایداری سازمان تولید مواد غذایی انجام می‌دهد.	وانگ و یوی <sup>۵</sup> (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 اشیا در مدیریت زنجیره تأمین (بن - دایا و همکاران، ۲۰۱۷)

فرآیند	نقش اینترنت اشیا	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
	جمع آوری داده زنجیره تأمین	برنامه ریزی استراتژیک برای انتخاب تأمین - کنندگان و دسته بندی و تمایز محصول
ساخت	قابلیت مشاهده بیشتر قطعات و مواد اولیه	کاهش زمان تأخیر و هزینه ها
	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 اشتراک گذاری اطلاعات و سفارش مشترک	صرفه جویی در زمان ویژه و زمان واقعی؛ استفاده مؤثر از فضا و منابع؛ انبارداری مشترک؛ تحویل به موقع؛ کاهش جابجایی
	تصمیم گیری مستقل	صرفه جویی در زمان، فضا و پول
	نظارت بر کیفیت و کنترل کیفیت تدارکات	بهبود استانداردهای کیفیت و کاهش ضایعات
برگشت	افزایش لجستیک معکوس	کاهش هزینه ها، کاهش زمان تأخیر
	قابلیت ردیابی بیشتر	کاهش هزینه ها
	ضبط داده محصول در هنگام استفاده	افزایش رضایت مشتری

از آنجایی که اینترنت اشیا فرصت های جدیدی در کسب و کار ایجاد می کند، شرکت ها در تلاش هستند تا اثرات تحول اینترنت اشیا را در شبکه موجودی خود درک کنند. صرف نظر از شور و شوق زیادی که مدیران شبکه برای استفاده از اینترنت اشیا دارند، هنوز کمبود تسهیلات برای بخش نوآورانه شبکه موجودی وجود دارد (سوگونا و کومار، ۲۰۱۹).

### پیشینه تجربی

قاسمی و همکاران (۱۳۹۵)، کاربردهای فناوری اینترنت اشیا 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 اشیا 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 اشیا در بخش سلامت ایران دارند.

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

ماناوالان و جیاکریشنا (۲۰۱۹)، به بررسی قابلیت اینترنت اشیا در زنجیره تأمین پایدار پرداختند. همچنین، نقش اینترنت اشیا در زنجیره تأمین مختلف، فرصت‌هایی که اینترنت اشیا در زنجیره تأمین صنایع ایجاد می‌کند، مدل‌های کسب و کار جدید با تأثیر اینترنت اشیا، توانایی‌های کلیدی اینترنت اشیا و کاربرد آن، تأثیر اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تأمین مختلف را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش مزیت‌های اینترنت اشیا 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 به موقع محصول به مشتریان؛ ایجاد ارتباط سالم میان ارائه‌دهندگان لجستیک و خرده‌فروشان که نتیجه آن تحویل به موقع 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<sup>۱</sup> (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 مورد نیاز امنیت زنجیره تأمین هوشمند، وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۲</sup> و دیمتل<sup>۳</sup> 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 به راحتی 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<sup>۴</sup> (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 به شدت 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<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)، عوامل مؤثر بر پذیرش اینترنت اشیا را در تدارکات و مدیریت زنجیره تأمین با رویکرد حداقل مربعات جزئی مطالعه کردند. نتایج، نشان داد که به کارگیری اینترنت اشیا 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 اشیا و مدیریت زنجیره تأمین داشتند؛ از جمله به کاربرد اینترنت اشیا در فرآیند مدیریت زنجیره تأمین، تأثیر و نقش اینترنت اشیا بر زنجیره تأمین، توانمندسازی اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تأمین اشاره نمودند. مجید و روپاسینگه<sup>۲</sup> (۲۰۱۷)، آینده اینترنت اشیا را در زنجیره تأمین صنعت پوشاک و کفش مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج، بیانگر اهمیت اینترنت اشیا برای رقابت بیشتر، حفظ زنجیره تأمین، مدیریت خودکارسازی بهتر فرآیندها، بهینه‌سازی عملیات خودکار، کاهش هزینه‌ها، بهبود خدمات ارائه‌شده به مشتری و افزایش بازگشت سرمایه در طول زنجیره تأمین است. جیرام<sup>۳</sup> (۲۰۱۶)، رویکرد شش سیگمای ناب را برای بهبود کارایی و کیفیت تولید و توزیع مدیریت زنجیره‌های تأمین جهانی با استفاده از فناوری صنعت<sup>۴</sup> (به‌عنوان انقلاب چهارم صنعتی) و اینترنت اشیا صنعتی استفاده نمود. در این تحقیق، به نقش پشتیبانی اینترنت اشیا 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، تجسم‌سازی 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 &amp; 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 جمع‌آوری شده از طریق اینترنت اشیاء صنعتی و حسگرها، انجام تجزیه و تحلیل داده با روش‌های مفید مانند تحلیل همبستگی، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی شده، خودکارسازی کامل فعالیت‌های تدارکات و زنجیره تأمین از جمله تولید و توزیع شرکت را نیز فراهم می‌سازد. لین و همکاران<sup>۱</sup> (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 تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. نتایج، نشان داد عوامل فنی (پسچیدگی، سازگاری، مزایای درک شده و هزینه)، سازمانی (مقیاس سرمایه‌گذاری، پشتیبانی اجرایی، اعتماد در میان کسب و کار 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 کسب و کار لوازم خانگی در استان بوشهر بوده‌اند. این افراد، با مفهوم اینترنت اشیاء و زنجیره تأمین آگاه بوده و از بین آن‌ها ۱۰ نفر به عنوان 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 دسته‌بندی 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)<sup>۱</sup> 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
تأمین کنندگان	برنامه‌ریزی استراتژیک برای انتخاب تأمین کنندگان و دسته‌بندی و تمایز محصول، افزایش ارتباط بین مدیران و تأمین کنندگان از طریق سیستم هوشمند، یکپارچگی زنجیره تأمین
پشتیبانی فنی	پیش‌بینی موقعیت‌های ناامن و هشدار پیش از وقوع وضعیت‌های غیرمنتظره؛ پیش‌بینی و اطلاع‌رسانی 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 آسان بر 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 ارائه شده 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<sup>۱</sup> (۱۹۷۶) مطرح شد که نظرات علت و معلولی یک کارشناس یا کارشناسان درباره یک موضوع خاص را نشان می‌دهد و برای تجزیه و تحلیل اثرات گزینه‌ها مانند سیاست‌ها یا تصمیمات در کسب و کار، به منظور دستیابی به اهداف از پیش تعریف شده استفاده می‌شود (آشر<sup>۲</sup>، ۱۹۸۳). پس از آن، کاسکو<sup>۳</sup> (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<sup>۴</sup>، 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:** ماتریس اولیه موفقیت یک ماتریس  $[n \times m]$  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  $O_{i1}, O_{i2}, \dots, O_{im}$  عناصر برداری  $V_i$  مرتبط با عوامل کلیدی موفقیت متعلق به ردیف «i» ماتریس هستند (رودریگوئز رپیسو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷).

**ماتریس فازی شده موفقیت:** 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:

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

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

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

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

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

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

بر آورد 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  $j = 1, 2, \dots, m$  به‌عنوان عناصر  $V_i$ ، ارزش‌های سقف بالاتر و پایین‌تر به شرح ذیل هستند:

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

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

عناصر باقیمانده بردار، در بازه صفر و یک برآورد می‌شوند (رودریگوئز ریپسو و همکاران (۲۰۰۷). با دنبال نمودن فرآیند بالا، بردارهای عددی به مجموعه‌های فازی تبدیل می‌شوند. علاوه بر این، یک انحراف احتمالی  $\pm 20\%$  درصد بین کارشناسان شرکت‌کننده در مصاحبه در نظر گرفته می‌شود، ارزش آستانه برابر ۸۰ و ۲۰ معرفی شده است. به بیان دیگر، 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<sup>۱</sup>:** ماتریس رابطه قدرت موفقیت، یک ماتریس  $[n \times n]$  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  $[-1, 1]$  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 ریپسو 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 زدر  $V_1$  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 ریپسو و همکاران، ۲۰۰۷).

**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  $j$  ( $j=1, \dots, m$ ) زمانی است که  $X_1(V_j) = X_2(V_j)$  باشد.

اگر  $d_j$  فاصله میان عناصر  $V_1$  و  $V_2$  به صورت زیر باشد:

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

و  $AD$  میانگین فاصله میان بردارهای  $V_1$  و  $V_2$  به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

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.

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

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 به عنوان مجموعه‌های فازی نمایان می‌شوند، شباهت کامل و عدم شباهت کامل قابل انتظار 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 ریپسو 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 تجزیه و تحلیل داده‌ها و تبدیل ماتریس قدرت روابط موفقیت به ماتریس نهایی موفقیت، 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 ریپسو و همکاران، ۲۰۰۷).

**نمایش گرافیکی نقشه شناختی فازی:** نمایش گرافیکی ماتریس نهایی موفقیت به صورت نقشه شناختی فازی، یک نقشه شناختی فازی هدفمند را برای ترسیم عوامل کلیدی موفقیت ترسیم می‌کند (رودریگوئز ریپسو 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.

جدول ۴: ماتریس اولیه

E <sub>10</sub>	E <sub>9</sub>	E <sub>8</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	کارشناس نماد	شاخص
۶۴	۸۰	۷۳	۸۰	۵۲	۶۷	۶۵	۸۰	۵۰	۴۵	C <sub>1</sub>	محصول
۴۲	۵۳	۸۱	۹۰	۸۰	۷۲	۷۵	۹۰	۶۰	۵۵	C <sub>2</sub>	فرآیندهای عملیاتی
۸۱	۷۵	۶۸	۵۲	۴۲	۶۲	۷۰	۶۰	۴۵	۵۰	C <sub>3</sub>	موجودی
۷۴	۷۲	۸۰	۶۵	۶۰	۷۰	۹۰	۷۰	۴۵	۴۵	C <sub>4</sub>	اقتصادی
۵۳	۴۳	۷۵	۸۴	۵۷	۶۹	۶۰	۶۰	۶۰	۵۵	C <sub>5</sub>	تأمین کنندگان
۹۰	۸۵	۹۰	۸۳	۷۹	۷۸	۸۰	۶۰	۷۰	۶۰	C <sub>6</sub>	پشتیبانی فنی
۸۷	۹۰	۸۰	۹۰	۸۵	۸۰	۹۰	۷۰	۵۰	۶۵	C <sub>7</sub>	اطلاعات
۷۱	۸۲	۹۰	۸۵	۷۲	۶۴	۹۰	۹۰	۶۰	۶۵	C <sub>8</sub>	مشتری
۷۳	۸۱	۹۰	۶۲	۵۷	۴۵	۷۰	۸۰	۴۰	۷۵	C <sub>9</sub>	مأموریت سازمان

سطرهای ماتریس بالا به ترتیب شامل نه شاخص کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین و ستون‌های آن شامل پاسخ هر یک از ده خیره در خصوص امتیاز هر یک از این شاخص‌ها است. پس از آن، امتیازات شاخص‌ها مطابق با جدول ۵ فازی می‌گردد. به‌عنوان مثال برای 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

E <sub>10</sub>	E <sub>9</sub>	E <sub>8</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	کارشناس نماد	شاخص
۰/۷۳۳ .	۱/۰۰	۰/۸۸۳	۱/۰۰	۰/۵۳۳	۰/۷۸۳	۰/۷۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰۰ .	۰/۴۱۶	C <sub>1</sub>	محصول
۱/۳۶۶ .	۱/۵۵۰ .	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۶۶	۰/۹۱۶	۱/۰۰	۱/۶۶۶ .	۰/۵۸۳	C <sub>2</sub>	فرآیندهای عملیاتی
۱/۰۰	۱/۹۱۶ .	۰/۸۰۰	۱/۵۳۳ .	۰/۳۶۶	۰/۷۰۰	۰/۸۳۳	۱/۶۶۶ .	۱/۴۱۶ .	۰/۵۰۰	C <sub>3</sub>	موجودی
۱/۹۰۰ .	۱/۸۶۶ .	۱/۰۰	۱/۷۵۰ .	۰/۶۶۶	۰/۸۳۳	۱/۰۰	۱/۸۳۳ .	۱/۴۱۶ .	۰/۴۱۶	C <sub>4</sub>	اقتصادی
۱/۵۵۰ .	۱/۳۸۳ .	۰/۹۱۶	۱/۰۰	۰/۶۱۶	۰/۸۱۶	۰/۶۶۶	۱/۶۶۶ .	۱/۶۶۶ .	۰/۵۸۳	C <sub>5</sub>	تأمین کنندگان
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۱/۰۰	۱/۶۶۶ .	۱/۸۳۳ .	۰/۶۶۶	C <sub>6</sub>	پشتیبانی فنی
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۸۳۳ .	۱/۵۰۰ .	۰/۷۵	C <sub>7</sub>	اطلاعات
۱/۸۵۰ .	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۶۶	۰/۷۳۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۶۶۶ .	۰/۷۵	C <sub>8</sub>	مشتری
۱/۸۸۳ .	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۷۰۰ .	۰/۶۱۶	۰/۴۱۶	۰/۸۳۳	۱/۰۰	۱/۳۳۳ .	۰/۹۱۶	C <sub>9</sub>	مأموریت سازمان

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 ۶: ماتریس قدرت روابط

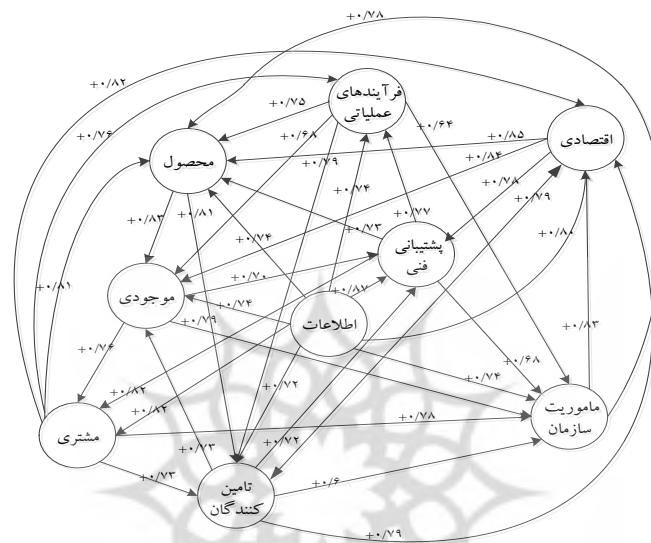
شاخص	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>
C <sub>1</sub>		۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۷۸
C <sub>2</sub>	۰/۷۵		۰/۶۸	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۶۴
C <sub>3</sub>	۰/۸۳	۰/۶۸		۰/۸۴	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۷۹
C <sub>4</sub>	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۸۴		۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۲	۰/۸۳
C <sub>5</sub>	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۷۹		۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۶۸
C <sub>6</sub>	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۷۲		۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۶۸
C <sub>7</sub>	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۸۷		۰/۸۲	۰/۷۴
C <sub>8</sub>	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۸۲		۰/۷۸
C <sub>9</sub>	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 <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>
محصول	C <sub>1</sub>					۰/۸۱				
فرآیندهای عملیاتی	C <sub>2</sub>	۰/۷۵			۰/۶۸	۰/۷۹				۰/۶۴
موجودی	C <sub>3</sub>						۰/۷۰		۰/۷۶	۰/۷۹
اقتصادی	C <sub>4</sub>	۰/۸۵	۰/۸۴		۰/۷۹	۰/۷۸				
تأمین کنندگان	C <sub>5</sub>		۰/۷۳	۰/۷۹		۰/۷۲				۰/۶۸
پشتیبانی فنی	C <sub>6</sub>	۰/۷۳	۰/۷۷						۰/۸۲	۰/۶۸
اطلاعات	C <sub>7</sub>	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۸۷		۰/۸۲	۰/۷۴
مشتری	C <sub>8</sub>	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۷۳				۰/۷۸
مأموریت سازمان	C <sub>9</sub>	۰/۷۸			۰/۸۳					

همان گونه که مشاهده می شود، ارتباط و همبستگی میان همه شاخص های 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 شاخص های کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین لوازم خانگی

بر اساس نتایج به دست آمده، ملاحظه می شود که شاخص اطلاعات تنها شاخصی است که بر همه شاخص های دیگر تأثیر گذار بوده است. شاخص مشتری نیز بعد از اطلاعات در رتبه دوم تأثیر گذاری قرار گرفته است. از طرف دیگر، مأموریت سازمان و محصول شاخص هایی هستند که بیشترین تأثیر پذیری را از سایر شاخص ها داشته اند. مقادیر بر روی فلش ها، بیانگر همبستگی بین شاخص ها می باشند. 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

از آنجا که اینترنت اشیا حاصل پیشرفت‌های اخیر است، مطالعات کمی در مورد کاربرد اینترنت اشیا در زنجیره تأمین وجود دارد. در این پژوهش، ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیا 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 اشیا 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 اشیا در زنجیره تأمین لوازم خانگی هم‌سو و مثبت است. همچنین، شاخص اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین شاخص قلمداد بر شمرده می‌شود. زیرا بر همه شاخص‌های دیگر تأثیر گذار است. بدین معنی که شاخص اطلاعات در اینترنت اشیا، زنجیره تأمین لوازم خانگی را قادر می‌سازد تا به سرعت 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 به موقع محصول به مشتریان، هماهنگی و یکپارچگی فعالیت‌های زنجیره تأمین و در نتیجه افزایش درآمد و سود شوند. همچنین، از طریق اینترنت اشیا، 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 به راحتی 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<sup>۱</sup> 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.



## 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.

