نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۶، شماره۴، زمستان ۱۴۰۲، صفحه ۱۰۵-۱۲۶

مدل چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران: رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری فراگیر فازی

زهراسادات هاشمی نسب
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت کسب‌وکار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. zahras.hashemin@yahoo.com
اسماعیل مزروعی نصرآبادی
استادیار، گروه مدیریت کسب‌وکار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران، (نویسنده مسئول). drmazroui@kashanu.ac.ir
زهرا صادقی آرانی
استادیار، گروه مدیریت کسب‌وکار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
sadeqiarani@kashanu.ac.ir

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲ / ۰۹ / ۰۴

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳ / ۰۵ / ۱۵

کلمات کلیدی:
صنعت انرژی،
اینترنت اشیاء،
زنجیره تأمین،
مدل ساختاری تفسیری فراگیر فازی.

چکیده

یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها که در سال‌های اخیر مورد توجه محققین و صنایع قرار گرفته است، اینترنت اشیاء می‌باشد. صنعت انرژی از صنایع اصلی و مهم هر کشور محسوب می‌شود که نوآوری در این بخش به دلیل مزایای فراوان ضروری است. با وجود اهمیت فناوری اینترنت اشیاء و صنعت انرژی، بررسی‌ها نشانگر ضعف این صنعت در پیاده‌سازی فناوری است، در نتیجه لازم است چالش‌ها و موانع شناسایی و مدل‌سازی شوند. این تحقیق با هدف شناسایی و مدل‌سازی چالش‌ها و موانع پیاده-سازی اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران در دو مرحله انجام شد. در فاز اول، با مرور ادبیات چالش‌ها شناسایی و با روش دلفی توسط ۱۴ نفر از خبرگان صنعت انرژی ایران، مورد بررسی و تکمیل قرار گرفتند. در فاز دوم، پس از بررسی دیدگاه ۱۰ نفر از خبرگان، مدل چالش‌ها با روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری فراگیر فازی ترسیم گردید. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه و از روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله برفی استفاده شد. در نهایت ۶۷ چالش در خصوص پیاده‌سازی اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران شناسایی شد که این چالش در ۱۷ دسته گروه‌بندی گردید. نتایج مدل‌سازی چالش‌ها نشان می‌دهد که چالش‌های شرایط حکمرانی، استانداردها و مقررات دولتی، فقدان مدیریت استراتژیک و ادراکی، مهم‌ترین چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران هستند و جهت پیاده‌سازی فناوری باید در نظر گرفته شوند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

۱. مقدمه

فناوری‌های جدید به‌طور قابل‌توجهی بر فرآیندها، محصولات، خدمات، مدل‌های کسب‌وکار و زنجیره‌های تأمین در صنایع مختلف تأثیر می‌گذارند (اداک و خار[1]، ۲۰۲۳). ازجمله این صنایع، صنعت انرژی است که فناوری‌های جدید فرصت‌های زیادی برای تغییرات مثبت در آن ارائه می‌دهند (شوپلتسو و همکاران[2]، ۲۰۲۲). بهره‌وری انرژی یکی از محرک‌های اصلی توسعه پایدار بوده (حسین مطلق و همکاران[3]، ۲۰۲۰) که یکی از ابزارهای ارتقاء آن، استفاده از فناوری‌های نوین است. یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها که در سال‌های اخیر مورد توجه قرارگرفته است، اینترنت اشیاء می‌باشد. اینترنت اشیاء می‌تواند به بخش انرژی کمک کند تا از یک سیستم انرژی متمرکز به یک سیستم انرژی توزیع‌شده، هوشمند و یکپارچه تبدیل شود (حسین مطلق و همکاران، ۲۰۲۰). ایران به‌عنوان کشوری در حال توسعه علاوه بر علاقه زیادی که به حوزه اینترنت اشیاء نشان داده، تلاش‌های بسیاری نیز بر اساس چشم‌انداز ۱۴۰۴ خود در این زمینه انجام داده است. علی‌رغم این موضوع، بر اساس بررسی-های مرکز تحقیقات مخابرات ایران اهمیت اینترنت اشیاء در ایران هنوز به‌اشتباه تعبیر می‌شود و کاربردهای اینترنت اشیاء در ایران به ارتباطات ماشین به ماشین و فناوری شناسایی فرکانس رادیویی محدود می‌شود (محمد زاده و همکاران[4]، ۲۰۱۸). با افزایش پیشرفت و توسعه اینترنت اشیاء، در این مسیر مشکلاتی نیز وجود خواهد داشت. مشکلاتی نظیر تولید عظیم داده و مدیریت آن‌ها، هزینه بالای واردات محصولات مبتنی بر اینترنت اشیاء و فقدان زیرساخت‌های فرهنگی مناسب، استفاده محدود در صنعت و استفاده نکردن محصولات خانگی اینترنت اشیاء به دلایل سیاسی و امنیتی در ایران (سعیدی و خاطری، ۱۴۰۰). با توجه به وجود مشکلات در مسیر پیاده‌سازی این فناوری، از محورهای پژوهشی مهم در زمینه اینترنت اشیاء، مسئله چالش-ها و موانع اینترنت اشیاء است.

در پژوهش‌های موجود برخی چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین بررسی‌شده است. به‌عنوان‌مثال، تحقیق نوذری و همکاران (۱۴۰۰) که این پژوهش با رویکردی کمی به دنبال بررسی چالش‌های پیاده‌سازی یک زنجیره تأمین دیجیتال و مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء به‌منظور کمینه‌سازی چالش‌ها در پیاده‌سازی موفق آن می‌باشد. تحقیق عبدالعزیز و همکاران (۲۰۲۳) که در پژوهشی کیفی به بررسی چالش‌های اینترنت اشیاء در کسب‌وکارهای مالزی پرداخته‌اند. مطالعه رجب و همکاران (۲۰۲۱) نیز با مرور ادبیات چالش‌ها و پتانسیل‌های اینترنت اشیاء را در زنجیره تأمین غذای حلال بررسی کرده‌اند. این مرور نشان‌دهنده لزوم انجام پژوهش در زمینه چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران است.

مطالعه و بررسی مقالات موجود در این حوزه نشان دهنده توجه ویژه محققان و صنایع به موضوع اینترنت اشیاء در سال‌های اخیر است. با بررسی آمار مقالات منتشر شده در ارتباط با اینترنت اشیاء در حوزه‌ها و بخش‌های مختلف، زنجیره تأمین بیشترین میزان را دارا است که نشان‌دهنده اهمیت این موضوع می‌باشد (احمتقلو و همکاران[5]، ۲۰۲۲). به‌کارگیری اینترنت اشیاء مزایای متعدد و کاربردهای بسیاری برای زنجیره‌های تأمین از جمله زنجیره تأمین صنعت انرژی، یعنی در تأمین، انتقال

[1] Odake & Khare
[2] Shupletsov et al
[3] Hossein Motlagh et al
[4] Mohammadzadeh et al
[5] Ahmetoglu et al

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

و توزیع و تقاضای انرژی در بر خواهد داشت و تلفیق فناوری در حوزه انرژی سودآوری قابل توجهی ایجاد خواهد کرد (پنگ و همکاران[1]، ۲۰۲۳؛ دبروولسکی[2]، ۲۰۲۱).

از مزایای متعدد ناشی از پیاده‌سازی این فناوری در زنجیره تأمین می‌توان به بهبود بهره‌وری، بهینه‌سازی مصرف انرژی (کلایچلوی و گیاسری[3]، ۲۰۲۳)، ارائه قابلیت دیدی منحصربه‌فرد در طول زنجیره و ایجاد شفافیت در فرآیندها (احمتقلو و همکاران، ۲۰۲۲)، افزایش ارتباطات در زنجیره و بهبود یکپارچگی (د وس و همکاران[4]، ۲۰۲۱)، بهبود انعطاف‌پذیری و کارایی و کاهش هزینه‌ها (ویتمور و همکاران[5]، ۲۰۱۵)، بهبود مصرف انرژی، استفاده بهتر از منابع و به حداقل رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای (قنهی و میشرا[6]، ۲۰۲۳) اشاره کرد. همچنین عدم توجه و نپرداختن به آن معایبی ازجمله از بی‌بهره ماندن از مزایای این فناوری همان‌طور که به آن‌ها اشاره‌شده و عقب ماندن از رقبا را به دنبال دارد (احمتقلو و همکاران، ۲۰۲۲). به‌رغم مزایای اشاره شده، ایران هنوز در مراحل ابتدایی به‌کارگیری اینترنت اشیاء است (دادخواه و همکاران، ۲۰۲۰) و می‌توان ادعا کرد که اهمیت اینترنت اشیا هنوز در ایران به‌اشتباه درک می‌شود و کاربردهای اینترنت اشیا در ایران به توسعه فناوری ارتباطات ماشین به ماشین و شناسایی فرکانس رادیویی محدود می‌شود (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۸). به‌تبع در صنعت انرژی ایران نیز این مشکلات وجود دارد. به‌عنوان‌مثال بیشتر شرکت‌های نفت و گاز از سیستم‌ها و روش‌های قدیمی برای برطرف کردن مشکلات نظارت، مشاهده تجهیزات و سامان‌دهی داده‌ها استفاده می‌کنند و هنوز هم از افراد به‌صورت حضوری برای نظارت و اندازه‌گیری به‌صورت دستی بهره می‌گیرند (مرکز گسترش اینترنت اشیاء ایران، ۱۴۰۱). در مجموع می‌توان بیان کرد که تاکنون در صنعت انرژی توجه زیادی به اینترنت اشیاء نشده و شاید بتوان ادعا کرد که از این کاروان عقب مانده است. اما به دلیل چالش‌های بزرگ موجود در صنعت نفت و گاز که عمدتاً به علت استفاده از روش‌های قدیمی و ناکارآمد در مدیریت داده و مدیریت دارایی می‌باشد نباید روند به‌کارگیری این فناوری‌ها در این صنعت متوقف شود (جهان‌پیما، ۱۳۹۷).

تمام موارد بیان‌شده بیانگر اهمیت کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین و وجود چالش‌هایی برای استقرار آن در زنجیره تأمین به‌ویژه در بخش انرژی است. در نتیجه انجام یک پژوهش تکمیلی به‌منظور بررسی چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران ضروری است. همچنین شناسایی و بررسی روابط میان چالش‌ها و موانع می‌تواند نتایج مطلوبی برای تصمیمات و سیاست‌گذاری‌ها در این صنعت ارائه کند؛ در نتیجه، هدف این تحقیق شناسایی چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین و ارائه مدل ساختاری تفسیری چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران است. در نهایت پرسش‌های پژوهش عبارت است از:

۱- چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین چیست؟

۲- مدل ساختاری تفسیری فراگیر فازی چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران به چه صورت است؟

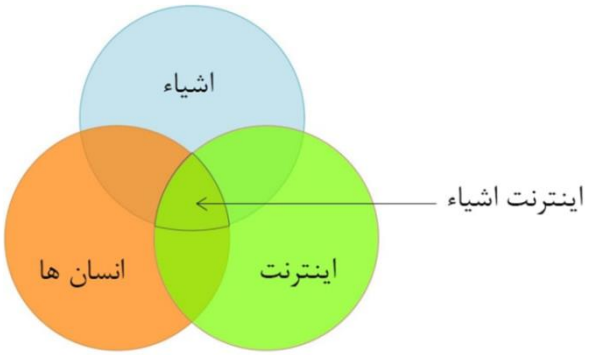
[1] Peng et al
[2] Dobrowolski
[3] Kalaichelvi & Gayathri
[4] De Vass et al
[5] Whitmore et al
[6] Gandhi & Mishra

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

۲. مبانی نظری

برای توسعه کسب‌وکارها لازم است مفهوم زنجیره تأمین موردتوجه قرار بگیرد (بویوکزکان و گوکر[1]، ۲۰۱۸). زنجیره تأمین صنعت انرژی به شبکه به‌هم‌پیوسته فعالیت‌ها و فرآیندهای درگیر در تولید، توزیع و مصرف منابع انرژی اشاره دارد که شامل ذینفعان متعددی مانند تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی است که برای اطمینان از جریان روان منابع انرژی با یکدیگر همکاری می‌کنند (پنگ و همکاران، ۲۰۲۳).

برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین ضروری است فناوری‌های جدید مورد استفاده قرار گیرند. یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها، اینترنت اشیاء است. اینترنت اشیاء اصطلاحی تکنولوژیکی و از مهم‌ترین فناوری‌های صنعت نسل چهار، قادر به برقراری ارتباط بین دستگاه‌های مختلف در هر زمان و مکان، به‌عنوان شبکه‌ای متشکل از اشیاء فیزیکی که به‌صورت دیجیتالی متصل هستند تعریف‌شده که مواردی مانند انتقال و ذخیره داده‌ها (منصور و همکاران[2]، ۲۰۲۳)، تبادل اطلاعات (رجاموهان و همکاران[3]، ۲۰۲۳)، قابلیت دید و ردیابی، کنترل و هماهنگی فرآیندها و همچنین بهبود همکاری بین شرکای زنجیره تأمین را فراهم می‌کند. (پاسکوی و همکاران[4]، ۲۰۲۰). می‌توان گفت تلاقی سه جزء انسان‌ها، اشیاء یا چیزها و اینترنت سبب به وجود آمدن اینترنت اشیاء می‌شود. شکل (۱) رابطه سه‌بخشی بین سه جنبه اینترنت اشیاء را نمایش می‌دهد (خانا و کار[5]، ۲۰۲۰):



شکل ۱: اینترنت اشیاء
(خانا و کار، ۲۰۲۰)

۳. پیشینه تحقیق

تحقیقات مختلفی در زمینه چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی اینترنت اشیاء انجام‌شده است. جدول (۱) بیانگر تعدادی از این تحقیقات به‌منظور ترسیم شکاف تحقیقاتی است:

جدول ۱: پیشینه پژوهش

نویسنده (سال)	عنوان پژوهش	چالش‌ها	مدل‌سازی	سطح تحلیل	صنعت
نوذری و همکاران (۱۴۰۰)	تحلیل کمی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره تأمین دیجیتال مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء	امنیت و حریم خصوصی، هزینه سرمایه‌گذاری، عدم اعتماد، چالش اتصالات، پیچیدگی، مصرف انرژی، عدم دانش و مهارت، نبود زیر ساخت مناسب.	مدل ریاضی	زنجیره تأمین	صنایع تند مصرف

[1] Büyüközkan & Göçer
[2] Mansoor et al
[3] Rajamohan et al
[4] Paksoy et al
[5] Khanna & Kaur

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نویسنده (سال)	عنوان پژوهش	چالش‌ها	مدل‌سازی	سطح تحلیل	صنعت
فلاحی و همکاران (۱۴۰۰)	تحلیل موانع کلیدی کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران	-	ساختاری تفسیری	-	شهر هوشمند
رهسپار فرد و مولایی (۱۳۹۷)	بررسی چالش‌های اینترنت اشیاء با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری- تفسیری	-	ساختاری تفسیری	-	-
عبدالعزیز و همکاران (۲۰۲۳)	توسعه چارچوب اینترنت اشیا برای صنعت ۴,۰ در شرکت‌های کوچک و متوسط مالزی: تحلیلی از وضعیت فعلی، شیوه‌ها و چالش‌ها	-	-	-	شرکت‌های کوچک و متوسط مالزی
اریاسوری و همکاران (۲۰۲۲)	ارزیابی چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین: یک مطالعه تطبیقی قبل و در طول کرونا با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی نوتروسوفیک	هزینه بالا، فقدان آگاهی لازم، نگرانی‌های کارکنان، مدل کسب‌وکار جدید زنجیره تأمین (نیاز به تغییر مدل)، حریم خصوصی، امنیت، فقدان چارچوب قانونی، فقدان استانداردسازی، پیچیدگی در استفاده، عدم درک منافع، مشکلات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری.	-	زنجیره تأمین	-
یو و همکاران (۲۰۲۲)	شناسایی و تحلیل موانع اینترنت اشیا در زنجیره تأمین از طریق میانگین هندسی فازی کروی جدید پیشنهادی	فرهنگ ریسک گریز، عدم تخصیص بودجه کافی، گران بودن سیستم‌های اینترنت اشیاء، مقیاس پذیری، وجود استانداردهای دیجیتال متفاوتی در سطح جهانی،، همکاری ناکافی بین IT و خطوط کسب‌وکار، مسائل نرم‌افزاری، ترس کارکنان از فناوری.	-	زنجیره تأمین	-
یداوو (۲۰۲۲)	استفاده از اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی: چارچوبی تحقیقاتی برای کالاهای اجتماعی با تجزیه‌وتحلیل خوشه‌بندی شبکه	مقاومت در برابر تغییر، عدم حمایت مدیریتی، معماری، مشکل سازگاری با فرآیندهای موجود، امنیت و حریم خصوصی، ترس از به اشتراک‌گذاری اطلاعات بین شرکا، فقدان منابع مالی، فقدان چشم‌انداز شرکتی و عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن.	-	زنجیره تأمین	کشاورزی
دزاین (۲۰۲۲)	موانع پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره تأمین بهداشت و درمان هند: یک رویکرد میک مک	معماری پیچیده، مقیاس پذیری، مشکلات و نگرانی مرتبط با سلامت افراد، مقاومت در برابر نظارت، فقدان سیستم مدیریت دانش، نبود آموزش مناسب، مشکل در مدیریت حجم زیادی از داده‌ها و استخراج چنین داده‌هایی برای ارائه خدمات باکیفیت خوب، ناهمگونی داده‌ها، تجمیع و مدیریت داده‌ها، کافی نبودن تأمین‌کنندگان دستگاه‌های اینترنت اشیاء و ارائه‌دهندگان خدمات مربوط.	ساختاری تفسیری	زنجیر تأمین	بهداشت و درمان
یانگ و همکاران (۲۰۲۲)	چالش¬های اینترنت اشیاء مدیریت زنجیره تأمین پایدار در بخش تولید	حریم خصوصی، فقدان چارچوب قانونی برای اداره اینترنت اشیاء، مشکل دفع زباله‌های الکترونیکی و اثرات نامطلوب آن بر محیط‌زیست، مدل کسب‌وکار جدید، ایجاد اعتماد و پذیرش کاربر، امنیت، مسائل ذخیره سازی، محیط پویا، نیاز به استانداردهای باز، مصرف انرژی، همکاری.	-	زنجیره تأمین	بخش تولید
رجب و همکاران	ادغام اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین غذای حلال	فقدان اتصالات اینترنت، عدم بلوغ خدمات و محصولات تکنولوژیکی، عدم پذیرش کاربر، مدیریت و پشتیبانی	-	زنجیره تأمین	غذای حلال

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نویسنده (سال)	عنوان پژوهش	چالش‌ها	مدل‌سازی	سطح تحلیل	صنعت
(۲۰۲۱)		فناوری اطلاعات ضعیف، تجزیه‌وتحلیل و درک داده‌ها، نبود زیرساخت اینترنت (زیرساخت توسعه‌نیافته).			
آمر و همکاران (۲۰۲۱)	اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین مواد غذایی: چالش‌های پذیرش	یکپارچه‌سازی، همکاری ناکافی، مشکل در مدیریت کلان داده‌ها، امنیت، اعتماد کاربر، هزینه‌های نوآوری زیرساخت و تعمیرات، فقدان آموزش مناسب، فقدان چارچوب قانونی.	-	زنجیره تأمین	غذا
کمبل و همکاران (۲۰۱۹)	مدل‌سازی موانع پذیرش اینترنت اشیاء در زنجیره خرده‌فروشی مواد غذایی	فقدان استانداردسازی، فقدان چارچوب قانونی برای اداره اینترنت اشیاء، امنیت و حریم خصوصی، هزینه سرمایه‌گذاری، بازگشت سرمایه، عدم دسترسی به مهارت‌های انسانی (نیروی متخصص)، فقدان دانش فنی در بین شرکا، نداشتن دانش کافی، فقدان پوشش اینترنتی و زیرساخت فناوری اطلاعات، معماری پیچیده.	ساختاری تفسیری	زنجیره تأمین	خرده‌فروشی مواد غذایی
بیرکل و هارتمن (۲۰۱۹)	تأثیر چالش‌ها و خطرات اینترنت اشیاء برای مدیریت زنجیره تأمین	حریم خصوصی و امنیت، تنوع مدل‌های عملیاتی از شرکای مشترک زنجیره تأمین، مشکل توسعه استاندارد جهانی پروتکل ارتباطی اینترنت اشیاء برای اشیاء و سیستم‌های هوشمند، قرار دادن آنتن‌هایRFID ، مشکل در اتصالات، اعتماد کاربر، قرار دادن (برچسب‌ها) روی محصولات، عدم قطعیت و پیچیدگی در استفاده و نگهداری، فقدان آگاهی‌های لازم.	-	زنجیره تأمین	-
الیجا و همکاران (۲۰۱۸)	مروری بر اینترنت اشیاء و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در کشاورزی: مزایا و چالش‌ها		-	-	کشاورزی
محمد زاده و همکاران (۲۰۱۸)	رویکرد فرآیند تحلیلی فازی برای اولویت‌بندی چالش‌های اینترنت اشیاء در ایران		مدل شبکه تحلیلی فازی	-	صنایع ایران
حدود و همکاران (۲۰۱۷)	بررسی مزایا و چالش‌های بالقوه مرتبط با ادغام اینترنت اشیا در زنجیره تأمین	عدم درک منافع حاصل از پذیرش، یکپارچه‌سازی، فقدان استراتژی و برنامه‌ریزی در اینترنت اشیا، مشکلات هماهنگی میان اعضای زنجیره تأمین، چالش با تولید به‌موقع در رابطه با برنامه‌ریزی پویا، عدم بلوغ، امنیت و حریم خصوصی.	-	زنجیره تأمین	-
پژوهش حاضر	ارائه مدل ساختاری تفسیری چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران	چالش مالی، چالش استانداردها و مقررات دولتی، چالش حریم خصوصی و امنیت، چالش مصرف انرژی، چالش سلامتی، چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، چالش فرهنگ در زنجیره تأمین، چالش فقدان آموزش، دانش و آگاهی، چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات، چالش هماهنگی در زنجیره تأمین، چالش ادراکی، چالش عدم قطعیت چالش فقدان مدیریت استراتژیک، چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود، مشکلات حوزه تأمین، چالش اعتماد کاربر،	ساختاری تفسیری فراگیر فازی	زنجیره تأمین	صنعت انرژی ایران

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نویسنده (سال)	عنوان پژوهش	چالش‌ها	مدل‌سازی	سطح تحلیل	صنعت
		چالش شرایط حکمرانی.			

با توجه به اهمیت موضوع اینترنت اشیاء، پژوهش‌هایی در بخش‌های مختلف در این زمینه انجام‌شده است. همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، در ارتباط با چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی پژوهشی ملاحظه نگردید و به‌تبع مدلی براساس مدل‌سازی ساختاری تفسیری فراگیر فازی نیز ارائه نشده است. ایران نیز در زمینه پیاده‌سازی فناوری‌های نوین به‌ویژه اینترنت اشیاء در صنایع مختلف با مشکلاتی مواجه بوده و به کندی عمل کرده است؛ درنتیجه این پژوهش به‌منظور پر کردن این خلأ یعنی شناسایی چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین و ارائه مدل ساختاری تفسیری چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران صورت گرفته است.

۴. روش تحقیق

این تحقیق از نوع تحقیقات آمیخته در دو مرحله شامل شناسایی چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین و مدل‌سازی آن‌ها در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران انجام‌شده است. در اولین مرحله، جامعه آماری شامل خبرگان صنعت انرژی ایران که دارای حداقل ۳ سال سابقه کاری، تحصیلات دانشگاهی و اجراکننده یا کاربر اینترنت اشیاء در صنعت انرژی باشند و یا خبرگان دانشگاهی که در این زمینه مطالعه و پژوهش دارند، می‌باشد. شیوه نمونه‌گیری به‌صورت قضاوتی و گلوله برفی و حجم نمونه ۱۴ نفر تعیین گردید. به‌منظور شناسایی چالش‌ها مروری بر ادبیات موجود در حوزه اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین انجام شد. شیوه و ابزار گردآوری داده‌ها در این مرحله به ترتیب میدانی و پرسشنامه محقق ساخته است و روایی پرسشنامه از طریق روایی محتوایی و پایایی آن از طریق اتفاق‌نظر ٪۷۰ خبرگان ارزیابی شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش دلفی استفاده شد. این روش برای رسیدن به اجماع نظر بین گروهی از خبرگان در ارتباط با یک موضوع مشخص با استفاده از مجموعه‌ای از پرسشنامه‌ها در یک الی چند دور به کار گرفته می‌شود. مراحل روش دلفی شامل انتخاب خبرگان، طراحی و توزیع پرسشنامه دور اول، تجزیه‌وتحلیل و بررسی پاسخ‌های دریافتی از دور اول، انجام چندین دور از فرآیند دلفی (تکرار دورها) و گزارش نهایی است (هومفری-مورتو و همکاران[1]، ۲۰۲۰).

در دومین مرحله جامعه آماری، شیوه نمونه‌گیری و ابـزار گـردآوری داده‌ها مشابه مرحله قبل و حجم نمونه برابر با ۱۰ نفر تعیـین شـد. پرسشنامه از یافته‌های مرحله کیفی حاصل‌شده و دارای روایـی لازم است و برای ارزیابی پایایی داده‌ها نیز، باید حداقل ۷۰ درصد خبرگان روی عدد اعلامی اتفاق‌نظر داشته باشـند. در ایـن قسـمت، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، روش مدل-سازی ساختاری تفسیری فراگیر فازی به‌کاربرده شد. این روش جهت غلبه بر محدودیت‌های روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری سنتی، علاوه بر در نظر گرفتن اینکه چگونه متغیر A بر متغیر B اثر می‌گذارد، اعداد فازی نیز وارد می‌شوند. مراحل این روش عبارت‌اند از (اپریکویچ و تژنگ[2]، ۲۰۰۳):

[1] Humphrey-Murto et al
[2] Opricovic & Tzeng

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

۱- انتخاب خبرگان، ۲-طراحی معیارهای زبانی فازی: در این تحقیق از مقیاس زبانی (وو و لی[1]، ۲۰۰۷) استفاده‌شده است. این مقیاس به شرح جدول (۲) است:

جدول ۲: معیارهای زبانی

واژه زبانی	اختصار	مقادیر زبانی		
بدون تأثیر	NO	۰,۲۵	۰	۰
تأثیر خیلی کم	VL	۰,۵	۰,۲۵	۰
تأثیر کم	L	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵
تأثیر زیاد	H	۱	۰,۷۵	۰,۵
تأثیر خیلی زیاد	VH	۱	۱	۰,۷۵

۳- تشکیل ماتریس فازی ساختاری روابط درونی متغیرها (FSSIM[2]): در این مرحله V نماد تأثیر i بر j، A نماد تأثیر j بر i، X نماد رابطه دوطرفه و O نماد عدم ارتباط است. این ماتریس بر اساس مدنظر خبرگان به دست می‌آید و جهت اعتبارسنجی، باید حداقل ۷۰ درصد خبرگان روی عدد حاصله توافق نظر داشته باشند. **۴- ایجاد ماتریس دستیابی فازی (FRM[3]):** در این مرحله بر اساس ماتریس مرحله سوم، ماتریس دستیابی فازی بر اساس مقادیر زبانی موجود در جدول (۲) تکمیل می‌گردد. **۵- محاسبات غیر فازی سازی:** در این مرحله با استفاده از روش تبدیل داده‌ها به نمرات واضح (CFCS[4]) داده‌ها غیر فازی می‌شوند. این روش نسبت به روش مرکز ثقل می‌تواند ارزش قطعی بهتری ارائه نماید و گام‌های آن به شرح زیر است (اپریکویچ و تژنگ، ۲۰۰۳):

- مجموع حدهای بالا، مجموع حدهای پایین و مجموع اعداد میانی را در سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود. اگر هدف به دست آوردن قدرت نفوذ فازی باشد، از مجموع‌های سطری در ادامه راه استفاده می‌شود و اگر هدف محاسبه قدرت وابستگی فازی باشد، از مجموع‌های ستونی بهره گرفته می‌شود.

$$L = \min(l_k) \qquad k = 1,2,3,4, \ldots .. \qquad (۱)$$

$$R = \max\ (u_k) \qquad (۲)$$

$$\Delta = R - L \qquad (۳)$$

- نرمال‌سازی: در این مرحله بر اساس رابط زیر، مقادیر نرمال‌سازی می‌شوند.

$$x_{lk} = (l_k - L)/\Delta \qquad (۴)$$

[1] Wu & Lee
[2] Fuzzy Structural Self-Interaction Matrix
[3] Fuzzy Reachability Matrix
[4] Converting Fuzzy Data into Crisp Scores

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

$$x_{mk} = (m_k - L)/\Delta \quad (۵)$$

$$x_{uk} = (u_k - L)/\Delta \quad (۶)$$

$$x_k^{ls} = x_{mk}/(1 + x_{mk} - x_{lk}) \quad (۷)$$

$$x_k^{rs} = x_{uk}/(1 + x_{uk} - x_{mk}) \quad (۸)$$

- به دست آوردن ارزش قطعی: بر اساس دو فرمول زیر ارزش قطعی (B_k^{crisp}) محاسبه می‌شود:

$$x_k^{crisp} = (x_k^{ls} \times (1 - x_k^{ls}) + x_k^{rs} \times x_k^{rs})/(1 - x_k^{ls} + x_k^{rs}) \quad (۹)$$

$$B_k^{crisp} = L + x_k^{crisp} \times \Delta \quad (۱۰)$$

۶- تجزیه‌وتحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی: در این مرحله بر اساس میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر متغیر، وضعیت آن‌که می‌تواند یکی از حالت‌های خودگردان (اثرگذاری و اثرپذیری پایین)، وابسته (اثرپذیری بالا و اثرگذاری کم)، مستقل (اثرپذیری کم و اثرگذاری بالا) و دووجهی (اثرپذیری و اثرگذاری بالا) باشد مشخص می‌شود. **۷- ایجاد ماتریس دستیابی (RM):** درایه‌هایی که در ماتریس دستیابی فازی دارای مقادیر HV و H بودند را برابر با یک و مابقی برابر با صفر در نظر گرفته می‌شوند. **۸- سازگار کردن ماتریس:** در این مرحله بر اساس روابط فی‌مابین متغیرها، ماتریس تصحیح می‌شود. اگر i با j ارتباط داشته باشد و j با k ارتباط داشته باشد آنگاه باید i با k ارتباط داشته باشد. **۹- تعیین سطح و اولویت متغیرها:** در این مرحله مجموعه‌های دستیابی و پیش‌نیاز برای هر متغیر تعیین می‌گردد. سپس اشتراک این دو مجموعه محاسبه و درصورتی‌که این مجموعه با مجموعه دستیابی یکسان باشد آنگاه متغیر مربوطه در سطحی که مشغول تحلیل آن هستید قرار می‌گیرد و از محاسبات بعدی حذف می‌گردد.

۵. نتایج و بحث

پس از شناسایی چالش‌ها از طریق مرور ادبیات، جهت تأیید و مشخص شدن چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء توسط خبرگان صنعت انرژی، از روش دلفی استفاده شد. جدول (۳) بیانگر آمار توصیفی خبرگان مرحله اول می‌باشد.

جدول ۳: آمار توصیفی خبرگان تیم دلفی

جنسیت	محدوده سنی	تحصیلات	حوزه فعالیت	سابقه کار
زن	۴۰-۳۱	کارشناسی ارشد	صنعت	۱۰-۵ سال
زن	۳۰-۲۰	کارشناسی ارشد	صنعت	کمتر از ۵ سال
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	صنعت و دانشگاه	بیشتر از ۱۵ سال
مرد	۴۰-۳۱	دکتری	صنعت	۱۵-۱۱ سال
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	صنعت	۱۵-۱۱ سال
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	صنعت	بیشتر از ۱۵ سال
مرد	۴۰-۳۱	دکتری	دانشگاه	۱۵-۱۱ سال

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جنسیت	محدوده سنی	تحصیلات	حوزه فعالیت	سابقه کار
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	دانشگاه	بیشتر از ۱۵ سال
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	دانشگاه	بیشتر از ۱۵ سال
مرد	۴۰-۳۱	دکتری	دانشگاه	۱۰-۵ سال
مرد	۴۰-۳۱	کارشناسی ارشد	صنعت	۱۰-۵ سال
مرد	۵۰-۴۱	کارشناسی ارشد	صنعت	۱۵-۱۱ سال
مرد	۵۰-۴۱	کارشناسی ارشد	صنعت	بیشتر از ۱۵ سال
مرد	۳۰-۲۰	کارشناسی ارشد	صنعت	کمتر از ۵ سال

مشخصات پنل دلفی که شامل تعدادی از استادان دانشگاهی است در جدول (۴) قابل‌مشاهده می‌باشد.

جدول ۴: آمار توصیفی خبرگان پنل دلفی

جنسیت	محدوده سنی	تحصیلات	حوزه فعالیت	سابقه کار
زن	۴۰-۳۱	دکتری	دانشگاه	بیشتر از ۱۰ سال
مرد	۴۰-۳۱	دکتری	دانشگاه	بیشتر از ۱۰ سال
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	دانشگاه	بیشتر از ۱۵ سال
مرد	۵۰-۴۱	دکتری	صنعت و دانشگاه	بیشتر از ۱۵ سال

پس از مشخص شدن خبرگان و تهیه پرسشنامه محقق ساخته و بررسی آن، روش دلفی در دو دور کیفی و دو دور کمی انجام شد. روش تعیین حجم نمونه همانند سایر روش‌های تحقیق کیفی مبتنی بر رسیدن به اشباع نظری است. در ارتباط با تعداد خبرگان، الزام خاص و دقیقی وجود ندارد و وابسته به موضوع و هدف پژوهش و مشکلات و محدودیت‌های مسیر پژوهش است. در پژوهش (اکلی و پالسکی[1]، ۲۰۰۴) به بازه ۱۸-۱۰ به‌عنوان بازه مناسب برای تعداد خبرگان اشاره شده است. در نهایت از میان ۷۵ چالش شناسایی‌شده از ادبیات، ۶۷ چالش توسط ۱۴ خبره صنعت انرژی تأیید، ۱۱ چالش ادغام، ۴ چالش اصلاح و ۳ چالش رد شد. همچنین با توجه به چالش‌هایی که خبرگان اضافه نمودند و طبق نظر پنل، دسته جدیدی برای چالش‌ها با عنوان شرایط حکمرانی ایجاد شد که چالش‌ها و دسته‌بندی کلی آن‌ها در جدول (۵) قابل‌مشاهده است.

جدول ۵: چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران

دسته‌بندی	چالش‌ها و موانع
چالش مالی	هزینه سرمایه‌گذاری، بازگشت سرمایه، فقدان منابع مالی، مقیاس‌پذیری، عدم تخصیص بودجه کافی، هزینه‌های نوآوری زیرساخت و تعمیرات، هزینه عملیاتی، پذیرش و پیاده‌سازی بالا، گران بودن سیستم‌های اینترنت اشیاء در شرایط فعلی.
چالش استانداردها و مقررات دولتی	مشکل توسعه استاندارد جهانی پروتکل ارتباطی اینترنت اشیاء برای اشیاء و سیستم‌های هوشمند، فقدان چارچوب قانونی برای اداره اینترنت اشیاء، نیاز به استانداردهای باز، فقدان استانداردسازی، وجود استانداردهای دیجیتال متفاوتی در سطح جهانی.
چالش حریم خصوصی و امنیت	امنیت و حریم خصوصی، بحث امنیت دیتاهای جمع‌آوری‌شده و حریم خصوصی.
چالش مصرف انرژی	مصرف بالای انرژی تجهیزات اینترنت اشیاء
چالش سلامتی	مشکلات و نگرانی مرتبط با سلامت افراد، مشکل دفع زباله‌های الکترونیکی و اثرات نامطلوب آن بر محیط‌زیست.
چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	مسائل نرم‌افزاری، قابلیت خواندن (غلط) خواندن تگ‌های RFID، قرار دادن تگ‌ها

[1] Okoli & Pawlowski

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

دسته‌بندی	چالش‌ها و موانع
	(برچسب‌ها) روی محصولات، مشکل در اتصالات، فقدان پوشش اینترنتی و زیرساخت فناوری اطلاعات، مسائل ذخیره‌سازی، قرار دادن آنتن‌های RFID، فقدان اتصالات اینترنت، دسترسی به اینترنت، نبود زیرساخت اینترنت (زیرساخت توسعه‌نیافته)، فراهم نبودن زیرساخت.
چالش فرهنگ در زنجیره تأمین	عدم‌حمایت مدیریتی، ترس کارکنان از فناوری، نگرانی‌های کارکنان، مقاومت در برابر نظارت، فرهنگ ریسک گریز، مقاومت کارکنان در برابر تغییر، ترس از به اشتراک‌گذاری اطلاعات بین شرکا
چالش فقدان آموزش، دانش و آگاهی	فقدان دانش فنی در بین شرکا، نداشتن دانش کافی، عدم درک منافع حاصل از پذیرش، عدم دسترسی به مهارت‌های انسانی (نیروی متخصص)، فقدان سیستم مدیریت دانش، فقدان آموزش مناسب، فقدان آگاهی‌های لازم، ناآشنایی مدیران، خلأ ارتباطی بین دانشگاه و صنعت.
چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	مشکل در مدیریت کلان داده‌ها، مشکل در مدیریت حجم زیادی از داده‌ها و استخراج چنین داده‌هایی برای ارائه خدمات باکیفیت خوب، ناهمگونی داده‌ها، تجمیع و مدیریت داده‌ها، مدیریت و پشتیبانی فناوری اطلاعات ضعیف، تجزیه‌وتحلیل و درک داده‌ها.
چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	مشکلات هماهنگی میان اعضای زنجیره تأمین، عدم دسترسی به سیستم‌های شرکای زنجیره تأمین، چالش با تولید به‌موقع در رابطه با برنامه‌ریزی پویا.
چالش ادراکی	عدم درک مشترک مدیریتی در مورد اینترنت اشیاء در طول زنجیره تأمین، عدم درک مدیران ارشد از خواسته‌های زنجیره تأمین.
چالش عدم قطعیت	محیط پویا، عدم قطعیت و پیچیدگی در استفاده و نگهداری، دشواری پیش‌بینی عواقب احتمالی استفاده از فناوری.
چالش فقدان مدیریت استراتژیک	فقدان استراتژی و برنامه‌ریزی در اینترنت اشیا، مدل کسب‌وکار جدید زنجیره تأمین (نیاز به تغییر مدل)، تنوع مدل‌های عملیاتی از شرکای مشترک زنجیره تأمین، معماری پیچیده، فقدان چشم‌انداز شرکتی و عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن، نیاز به کسب مجوز برای تأمین داده‌های عملیاتی موردنیاز از شرکت‌های داخلی و دشواری آن.
چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	عدم بلوغ خدمات و محصولات تکنولوژیکی، همکاری ناکافی بین IT و خطوط کسب‌وکار، یکپارچه‌سازی فناوری‌های اینترنت اشیاء با سیستم‌ها/فناوری‌های عملیاتی، تحلیلی و استراتژیک موجود در زنجیره‌های تأمین، یکپارچه‌سازی، مشکل سازگاری با فرآیندهای موجود.
مشکلات حوزه تأمین	کافی نبودن تأمین‌کنندگان دستگاه‌های اینترنت اشیاء و ارائه‌دهندگان خدمات مربوط.
چالش اعتماد کاربر	ایجاد اعتماد و پذیرش کاربر.
چالش شرایط حکمرانی	تحریم‌های خارجی، رانت دولتی، فیلترینگ.

در مرحله دوم پژوهش، از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری فراگیر فازی استفاده شد. در این مرحله، ۱۰ نفر از خبرگان مشارکت کردند. جدول (۶) نشانگر آمار توصیفی خبرگان مرحله دوم است.

جدول ۶: آمار توصیفی خبرگان مرحله دوم

جنسیت	محدوده سنی	تحصیلات
زن	۴۰-۳۱	کارشناسی ارشد
زن	۳۰-۲۰	کارشناسی ارشد
زن	۵۰-۴۱	دکتری
زن	۴۰-۳۱	کارشناسی ارشد
مرد	۵۰-۴۱	دکتری
مرد	۴۰-۳۱	کارشناسی ارشد
مرد	۵۰-۴۱	کارشناسی ارشد
مرد	۵۰-۴۱	دکتری

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جنسیت	محدوده سنی	تحصیلات
مرد	۵۰-۴۱	دکتری
مرد	۵۰-۴۱	دکتری

جدول (۷) بیانگر ماتریس مجموع (SSIM) برای چالش‌های اینترنت اشیاء می‌باشد.

جدول ۷: ماتریس مجموع چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰	C۱۱	C۱۲	C۱۳	C۱۴	C۱۵	C۱۶	C۱۷
مالی (C۱)	1	A(H)	V(L)	O(NO)	O(NO)	V(H)	O(NO)	V(H)	O(NO)	O(NO)	A(H)	O(NO)	A(H)	V(H)	X(H)	O(NO)	A(VH)
استانداردها و مقررات دولتی (C۲)	v(h)	1	V(H)	V(L)	V(VL)	V(H)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	V(L)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	V(H)	V(L)	O(NO)	A(H)
حریم خصوصی و امنیت (C۳)	o(no)	o(no)	1	O(NO)	O(NO)	A(H)	O(NO)	A(H)	A(H)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	V(VH)	A(H)
مصرف انرژی (C۴)	o(no)	o(no)	o(no)	1	O(NO)	A(L)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	A(L)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)
سلامتی (C۵)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	1	O(NO)	O(NO)	A(VL)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	O(NO)
سخت‌افزاری و نرم‌افزاری (C۶)	o(no)	o(no)	v(h)	v(l)	o(no)	1	O(NO)	X(H)	X(H)	O(NO)	O(NO)	O(NO)	A(H)	X(VH)	O(NO)	O(NO)	A(VH)
فرهنگ در زنجیره تأمین (C۷)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	1	A(H)	O(NO)	V(L)	A(H)	A(L)	A(L)	O(NO)	O(NO)	V(H)	O(NO)
فقدان آموزش، دانش و آگاهی (C۸)	o(no)	o(no)	v(h)	o(no)	v(vl)	x(h)	v(h)	1	V(VH)	V(H)	V(H)	O(NO)	V(H)	O(NO)	O(NO)	V(H)	A(H)
مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات (C۹)	o(no)	o(no)	v(h)	o(no)	o(no)	x(h)	o(no)	o(no)	1	V(L)	O(NO)	V(L)	A(L)	X(H)	O(NO)	O(NO)	A(L)
هماهنگی در زنجیره تأمین (C۱۰)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	1	A(H)	O(NO)	X(H)	A(H)	O(NO)	O(NO)	O(NO)
ادراکی (C۱۱)	v(h)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	v(h)	o(no)	o(no)	v(h)	1	A(H)	V(VH)	X(L)	O(NO)	V(H)	A(VL)
عدم قطعیت (C۱۲)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	v(l)	o(no)	o(no)	o(no)	v(h)	1	A(H)	A(L)	V(L)	V(L)	O(NO)
فقدان مدیریت استراتژیک (C۱۳)	v(h)	o(no)	o(no)	v(l)	o(no)	v(h)	v(l)	o(no)	v(l)	x(h)	o(no)	v(h)	1	A(H)	O(NO)	V(L)	O(NO)
ناسازگاری با تکنولوژی موجود (C۱۴)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	x(vh)	o(no)	o(no)	x(h)	v(h)	x(l)	v(l)	v(h)	1	V(L)	V(L)	A(H)
مشکلات حوزه تأمین (C۱۵)	x(h)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	1	O(NO)	A(H)
اعتماد کاربر (C۱۶)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	o(no)	1	O(NO)
شرایط حکمرانی (C۱۷)	v(vh)	v(h)	v(h)	o(no)	o(no)	v(vh)	o(no)	v(h)	v(l)	o(no)	v(vl)	o(no)	o(no)	v(h)	v(h)	o(no)	1

بعد از مشخص شدن ماتریس مجموع چالش‌ها، سایر مراحل انجام شد. در این مرحله، میزان قدرت نفوذ و وابستگی هر یک از چالش‌های اینترنت اشیاء مشخص شد که در جدول (۸) قابل مشاهده است.

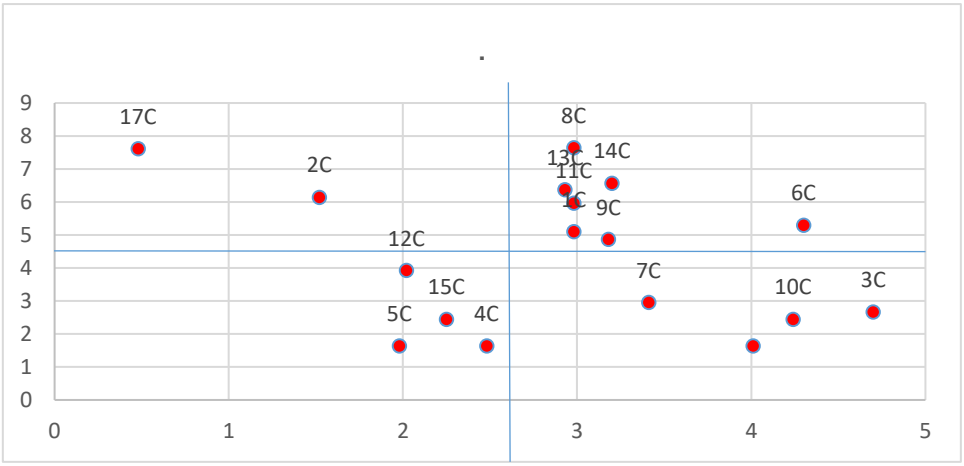
جدول ۸: میزان نفوذ وابستگی هر یک از چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء

اختصار متغیر	قدرت وابستگی	قدرت نفوذ
C۱	۲,۵	۵,۱۰
C۲	۱,۵۲	۶,۱۴
C۳	۴,۷۰	۲,۶۶
C۴	۲,۴۸	۱,۶۳
C۵	۱,۹۸	۱,۶۳
C۶	۴,۳۰	۵,۲۹
C۷	۳,۴۱	۲,۹۵
C۸	۲,۹۸	۷,۶۴
C۹	۳,۱۸	۴,۸۶
C۱۰	۴,۲۴	۲,۴۴
C۱۱	۲,۹۸	۵,۹۶
C۱۲	۲,۰۲	۳,۹۲
C۱۳	۲,۹۳	۶,۳۷
C۱۴	۳,۲۰	۶,۵۶

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

اختصار متغیر	قدرت وابستگی	قدرت نفوذ
C۱۵	۲,۲۵	۲,۴۴
C۱۶	۴,۰۱	۱,۶۳
C۱۷	۰,۴۸	۷,۶۱

سپس بر اساس جدول (۸) ماتریس نفوذ-وابستگی برای چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء ترسیم و در شکل (۲) نشان داده‌شده است.



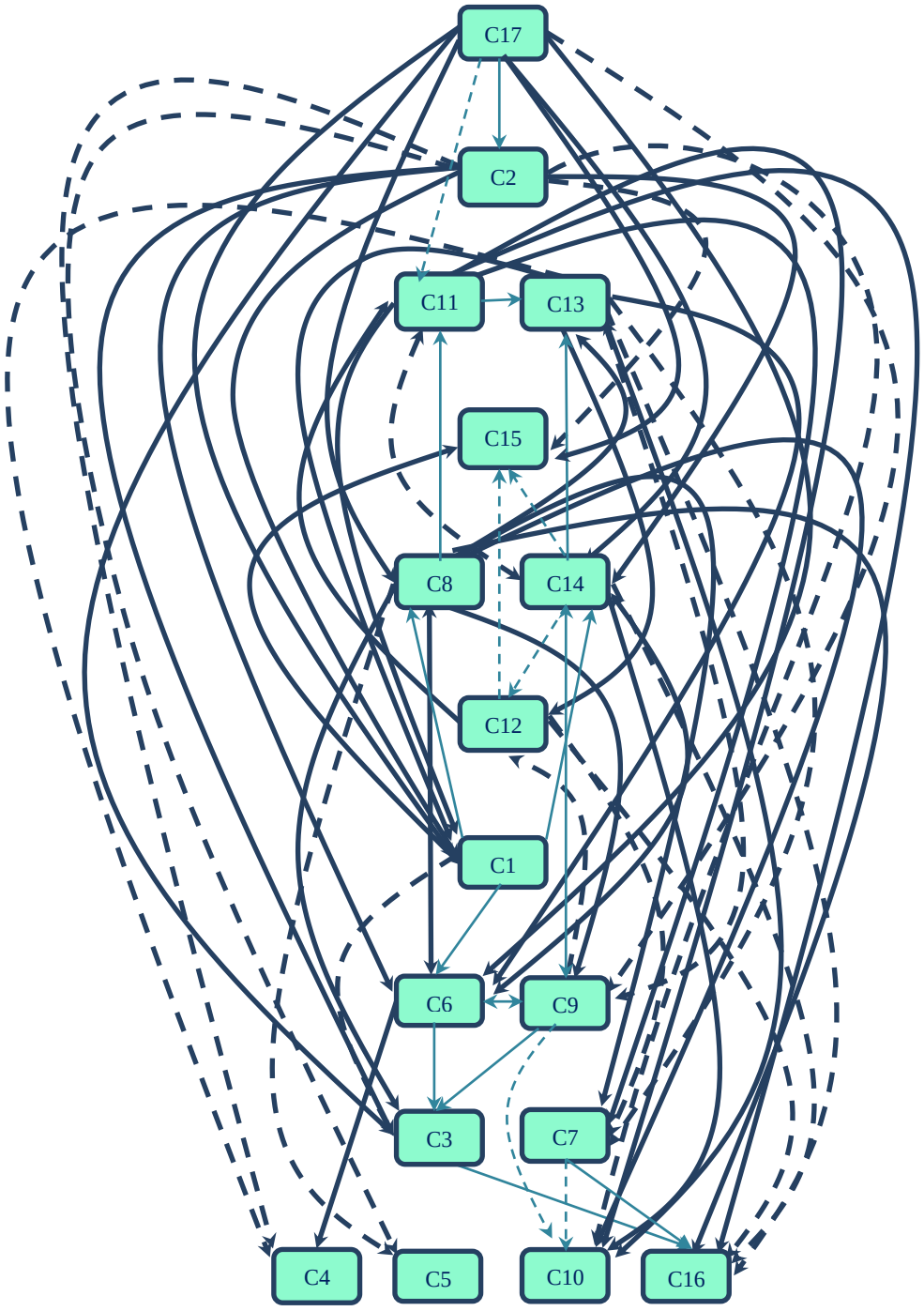
شکل ۲: ماتریس قدرت نفوذ و وابستگی چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء
منبع: نتایج پژوهش

همان‌طور که در شکل (۲) مشخص است، چالش‌های «مصرف انرژی»، «سلامتی»، «عدم قطعیت» و «مشکلات حوزه تأمین» خودمختار، چالش‌های «حریم خصوصی و امنیت»، «فرهنگ در زنجیره تأمین»، «هماهنگی در زنجیره تأمین» و «اعتماد کاربر» وابسته، چالش‌های «استانداردها و مقررات دولتی» و «شرایط حکمرانی» مستقل و چالش‌های «مالی»، «سخت‌افزاری و نرم‌افزاری»، «فقدان آموزش، دانش و آگاهی»، «ادراکی»، «فقدان مدیریت استراتژیک» و «ناسازگاری با تکنولوژی موجود» دووجهی هستند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مدل ساختاری تفسیری چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران مطابق شکل (۳) می‌باشد. همان‌طور که مشخص‌شده، مدل نشانگر تأثیرگذاری چالش‌ها است. با توجه به مدل، به‌عنوان نمونه چالش شرایط حکمرانی، به‌عنوان بنیادی‌ترین چالش بر استانداردها و مقررات دولتی بسیار تأثیرگذار است و یا چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری بر چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات تأثیر داشته و همچنین از آن تأثیر می‌پذیرد. همچنین این چالش بنیادی بر چالش‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، ناسازگاری با تکنولوژی موجود، مالی، حریم خصوصی و فقدان آموزش، دانش و آگاهی نیز تأثیر دارد. در سطح نهم مدل، چالش استانداردها و مقررات دولتی قرارگرفته که بر چالش‌های مالی، سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، حریم خصوصی و امنیت و ناسازگاری با تکنولوژی موجود تأثیر دارد. به‌علاوه این چالش دارای تأثیرگذاری ضعیفی بر چالش‌های مصرف انرژی، سلامتی، هماهنگی در زنجیره تأمین و مشکلات حوزه تأمین می‌باشد. در سطح هشتم مدل تأثیرگذاری چالش ادراکی بر فقدان مدیریت استراتژیک نشان داده‌شده است. همچنین این چالش بر چالش‌های مالی، فرهنگ و هماهنگی در زنجیره تأمین و اعتماد کاربر تأثیرگذار است. چالش فقدان مدیریت استراتژیک بر

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

چالش‌های مالی، سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و ناسازگاری با تکنولوژی موجود، تأثیر قوی و بر چالش‌های مصرف انرژی، فرهنگ در زنجیره تأمین، مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات و اعتماد کاربر تأثیر ضعیفی دارد.



شکل ۳: مدل ساختاری تفسیری چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء
منبع: نتایج پژوهش

در جدول (۹) تأثیرگذاری چالش‌ها بر یکدیگر، نوع تأثیر و علت هریک به‌صورت مجزا نشان داده‌شده است. به‌عنوان نمونه، چالش حکمرانی که به‌عنوان بنیادی‌ترین چالش مشخص شد از طریق تحریم‌های خارجی بر چالش سخت و افزاری و نرم-افزاری و یا بر چالش مشکلات حوزه تأمین دارای تأثیرگذاری قوی می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جدول ۹: تأثیرگذاری چالش‌ها و موانع

تأثیرگذاری		نوع تأثیر و علت
چالش حکمرانی	تأثیر بر چالش استانداردها و مقررات دولتی	قوی - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	قوی - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش مشکلات حوزه تأمین	قوی - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	قوی - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش مالی	قوی - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش حریم خصوصی و امنیت	قوی - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش فقدان آموزش، دانش و آگاهی	قوی - به علت فیلترینگ
	تأثیر بر چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	ضعیف - به علت وجود تحریم‌های خارجی
	تأثیر بر چالش ادراکی	ضعیف - به علت وجود تحریم‌های خارجی
چالش استانداردها و مقررات دولتی	تأثیر بر چالش مالی	قوی - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	قوی - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش حریم خصوصی و امنیت	قوی - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	قوی - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش سلامتی	ضعیف - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش مصرف انرژی	ضعیف - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	ضعیف - عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
	تأثیر بر چالش مشکلات حوزه تأمین	ضعیف – عدم تدوین استانداردها و مقررات مربوط
چالش فقدان مدیریت استراتژیک	تأثیر بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	قوی – معماری پیچیده
	تأثیر بر چالش عدم قطعیت	قوی – عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن
	تأثیر بر چالش مالی	قوی - عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن
	تأثیر بر چالش فرهنگ در زنجیره تأمین	ضعیف - عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن
	تأثیر بر چالش مصرف انرژی	ضعیف - عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن
	تأثیر بر چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	ضعیف - عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن
	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	ضعیف - عدم وجود استراتژی فراگیر برای دیجیتالی شدن
چالش ادراکی	تأثیر بر چالش فقدان مدیریت استراتژیک	قوی – فقدان دید مدیریتی
	تأثیر بر چالش فرهنگ در زنجیره تأمین	قوی – فقدان دید مدیریتی
	تأثیر بر چالش مالی	قوی – عدم درک از نیازهای زنجیره
	تأثیر بر چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	قوی – عدم درک از نیازهای زنجیره
	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	قوی – عدم درک از نیازهای زنجیره
چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	تأثیر بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	قوی – عدم بلوغ تکنولوژیکی
	تأثیر بر چالش فقدان مدیریت استراتژیک	قوی – همکاری ناکافی
	تأثیر بر چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	قوی – همکاری ناکافی
	تأثیر بر چالش عدم قطعیت	ضعیف – عدم بلوغ تکنولوژیکی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

تأثیرگذاری		نوع تأثیر و علت
	تأثیر بر چالش مشکلات حوزه تأمین	ضعیف – همکاری ناکافی
	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	ضعیف – عدم بلوغ تکنولوژیکی
	تأثیر بر چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	قوی – عدم بلوغ تکنولوژیکی
چالش فقدان آموزش، دانش و آگاهی	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	قوی – نداشتن دانش کافی
	تأثیر بر چالش فرهنگ در زنجیره تأمین	قوی – نداشتن دانش کافی
	تأثیر بر چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	قوی – نداشتن دانش کافی
	تأثیر بر چالش ادراکی	قوی – نداشتن دانش کافی
	تأثیر بر چالش حریم خصوصی و امنیت	قوی – فقدان نیروی متخصص
	تأثیر بر چالش فقدان مدیریت استراتژیک	قوی – نداشتن دانش کافی
	تأثیر بر چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	قوی – فقدان آموزش مناسب
	تأثیر بر چالش سلامتی	ضعیف – نداشتن آگاهی‌های لازم
چالش عدم قطعیت	تأثیر بر چالش ادراکی	قوی – محیط پویا
	تأثیر بر چالش مشکلات حوزه تأمین	ضعیف – دشواری پیش‌بینی عواقب استفاده
	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	ضعیف – دشواری پیش‌بینی عواقب استفاده
	تأثیر بر چالش فرهنگ در زنجیره تأمین	ضعیف - دشواری پیش‌بینی عواقب استفاده
چالش مالی	تأثیر بر چالش فقدان آموزش، دانش و آگاهی	قوی – عدم تخصیص بودجه
	تأثیر بر چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	قوی – فقدان منابع مالی
	تأثیر بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	قوی – فقدان منابع مالی
	تأثیر بر چالش حریم خصوصی و امنیت	ضعیف – عدم تخصیص بودجه
چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	تأثیر بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	قوی – مدیریت فناوری اطلاعات ضعیف
	تأثیر بر چالش حریم خصوصی و امنیت	قوی - مدیریت فناوری اطلاعات ضعیف
	تأثیر بر چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	ضعیف – ناهمگونی داده‌ها
	تأثیر بر چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	قوی – مدیریت فناوری اطلاعات ضعیف
چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	تأثیر بر چالش انرژی	قوی – نبود زیرساخت
	تأثیر بر چالش حریم خصوصی و امنیت	قوی – نبود زیرساخت
	تأثیر بر چالش مدیریت ضعیف فناوری اطلاعات	قوی – نبود زیرساخت
	تأثیر بر چالش فقدان آموزش، دانش و آگاهی	قوی – فقدان پوشش اینترنتی
	تأثیر بر چالش ناسازگاری با تکنولوژی موجود	قوی – نبود زیرساخت
چالش فرهنگ در زنجیره تأمین	تأثیر بر چالش هماهنگی در زنجیره تأمین	ضعیف – عدم‌حمایت مدیریتی
	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	قوی – ترس و مقاومت کارکنان در برابر فناوری
چالش حریم خصوصی و امنیت	تأثیر بر چالش اعتماد کاربر	قوی – فقدان فناوری تضمین‌کننده امنیت

نتایج، تأثیرگذاری بالای چالش شرایط حکمرانی را نشان می‌دهد؛ بنابراین این چالش و زیرمجموعه‌های آن باید مورد توجه قرار گیرد. ازجمله چالش‌های شرایط حکمرانی می‌توان به تحریم‌های خارجی اشاره کرد. تحریم‌ها به سبب اعمال برخی تغییرات بر مقررات تأثیرگذارند که در پژوهش (پرت و علیزاده[1]، ۲۰۲۰؛ کیلپاتریک[2]،۲۰۲۰) نیز به‌نوعی به این مطلب اشاره‌شده است. همچنین تحریم‌های خارجی بر چالش مشکلات حوزه تأمین تأثیرگذارند. اعمال تحریم‌ها می‌تواند منجر به

[1] Pratt & Alizadeh
[2] Kilpatrick

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

محدودیت در واردات و صادرات شود و صنعت را برای تأمین تجهیزات و محصولات موردنیاز با مشکل مواجه کند که این مطلب در پژوهش (مجیدی و زرونی[1]، ۲۰۱۶) نیز اشاره‌شده است.

چالش استانداردها و مقررات دولتی بر چالش مالی در سطح چهارم تأثیرگذار است. وجود این چالش مسبب مشکلاتی ازجمله عدم تخصیص بودجه و فقدان منابع مالی و... بوده که نشان‌دهنده چالش‌های مالی برای پیاده‌سازی اینترنت اشیاء در صنعت انرژی ایران است. به‌علاوه، عدم تدوین استانداردهای مربوط و نبود مقررات، مشکلاتی را برای نظارت بر امور مالی ایجاد می‌کند. همچنین این چالش بر چالش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری نیز تأثیر دارد. یکی از اصلی‌ترین تأثیرات استانداردها و مقررات در ارتباط با سخت‌افزارها، بحث تضمین ایمنی است. استانداردها تضمین می‌کنند که سخت‌افزار، بدون خطر و تهدیدی برای کاربران عمل می‌کند. برای مثال، استانداردهای مربوط به ضد انفجار بودن در صنعت انرژی و علی‌الخصوص حوزه نفت و گاز بسیار حائز اهمیت بوده، لذا فقدان آن‌ها چالش‌های سخت‌افزاری ایجاد خواهد کرد.

از آن‌جایی که پژوهش حاضر از لحاظ دسته‌بندی، سطح تحلیل و روش با سایر پژوهش‌ها تفاوت دارد، مقایسه صددرصدی یافته‌ها با پژوهش‌های قبلی امکان‌پذیر نیست. با این وجود، مدل ارائه شده در پژوهش (جانسن و همکاران[2]، ۲۰۱۹) دارای ۶ سطح که فقدان حکمرانی و پشتیبانی مدیریت و مشکلات پیچیدگی در بالاترین سطح مدل قرارگرفته که تأثیرگذارترین نیز هستند. در تحقیق (سین و بهانوت[3]،۲۰۲۰) که مدل آن در ۲ سطح ارائه‌شده، مسئله امنیت سایبری به‌عنوان مهم‌ترین مانع معرفی‌شده است. پژوهش (دزاین[4]، ۲۰۲۲) مدل خود را در ۴ سطح ارائه کرده و استانداردهای قانونی و نظارتی و عدم پوشش اینترنتی و زیرساخت فناوری اطلاعات تأثیرگذارترین چالش‌ها عنوان‌شده‌اند. در تحقیق (شارما و همکاران[5]، ۲۰۲۰) مدل در ۱۰ سطح و فقدان هنجارها، سیاست‌ها و دستورالعمل‌های نظارتی تأثیرگذارترین چالش است. تأثیرگذارترین چالش پژوهش (کمبل و همکاران[6]، ۲۰۱۹) نیز فقدان مقررات و حکمرانی بوده و مدل در ۵ سطح ارائه‌شده است.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شناسایی چالش‌ها و موانع اینترنت اشیاء جهت اطمینان از پذیرش و پیاده‌سازی گسترده و موفق آمیز فناوری ضروری است. با بررسی مطالعات موجود در رابطه با اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین مشخص شد تا به حال در ارتباط با چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی تحقیقاتی کمی انجام شده و ارائه مدل نیز انجام نشده است. ایران نیز در زمینه پیاده-سازی فناوری‌های نوین به‌ویژه اینترنت اشیاء در صنایع مختلف با مشکلاتی مواجه بوده و به کندی عمل کرده است؛ بنابراین لازم است تحقیقی درصدد پر کردن این شکاف تحقیقاتی انجام شود. در این تحقیق، ابتدا پس از بررسی مقالات موجود جهت استخراج چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین ۷۵ چالش شناسایی شد. پس از انتخاب صنعت انرژی به‌عنوان صنعت مورد بررسی به دلیل اهمیت آن، جهت تأیید چالش‌های شناسایی‌شده توسط خبرگان زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران، روش دلفی استفاده گردید. در نتیجه، طبق نظر خبرگان از تعداد کل چالش‌ها، ۶۷ چالش توسط ۱۴ خبره صنعت انرژی تأیید، ۱۱ چالش ادغام، ۴ چالش اصلاح و ۳ چالش رد شد. همچنین با توجه به چالش‌هایی که خبرگان اضافه نمودند و طبق نظر پنل، دسته جدیدی برای چالش‌ها با عنوان شرایط حکمرانی ایجاد شد و چالش‌ها در ۱۷ دسته ارائه گردید.

[1] Majidi & Zarouni
[2] Janssen et al
[3] Singh & Bhanot
[4] Desingh
[5] Sharma et al
[6] Kamble et al

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

در نهایت به‌منظور ارائه مدل برای چالش‌های اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران، مرحله دوم پژوهش با روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری فراگیر فازی انجام شد و مدل ساختاری تفسیری چالش‌ها در ۱۰ سطح ارائه گردید. با توجه به مدل و نتایج به‌دست‌آمده، چالش شرایط حکمرانی در بالاترین سطح و به‌عنوان تأثیرگذارترین چالش در این پژوهش مشخص شد؛ بنابراین باید چالش شرایط حکمرانی و زیرمجموعه‌های آن ازجمله تحریم‌های خارجی مورد توجه قرار گیرند. بیشترین تأثیرگذاری شرایط حکمرانی بر چالش استانداردها و مقررات دولتی است که در سطح نهم مدل قرار دارد.

باوجود تحریم‌ها، ایران در دسترسی به برخی قطعات و تجهیزات به‌منظور پیاده‌سازی و اجرای فناوری اینترنت اشیاء با دشواری مواجه است. همچنین کشور ما به‌واسطه محدودیت‌های تحریمی درزمینه دسترسی به اطلاعات و همچنین زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری وابسته راهی سخت و دشواری را تا حدودی پیموده و همچنان در پیش دارد. وجود تحریم‌ها سبب زمان‌بر بودن و افزایش هزینه‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء خواهد شد، در نتیجه پیشنهاد می‌گردد از پروژه‌های ملی و شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری اطلاعات حمایت کافی صورت گیرد و کشور به سمت توسعه دانش‌بنیان رود تا بتوان از تجهیزات داخلی مربوط به اینترنت اشیاء استفاده شود و تحریم‌های خارجی کمتر موجب عدم اجرا یا توقف فرآیندها و فعالیت‌ها شوند.

از دیگر چالش‌های تأثیرگذار، استانداردها و مقررات دولتی است که پس از چالش شرایط حکمرانی قرار دارد. با توجه به اهمیت این چالش و تأثیر استانداردها و مقررات در توسعه و پیشرفت صنعت، وجود مشکلات در تعریف و تدوین استانداردها و مقررات و نیازمندی صنعت به استانداردهای یکپارچه و مقررات مشخص به‌منظور پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، پیشنهاد می‌شود استانداردها و مقررات در این حوزه، بازنگری و همچنین با بررسی شرایط کشور و صنعت انرژی، استانداردها و مقررات جدید تدوین و اجرایی شوند. در تدوین استانداردها باید شرایط ایران در نظر گرفته شود زیرا استانداردهای بین‌المللی در برخی موارد با شرایط داخل کشور سازگاری ندارند؛ بنابراین مهم‌ترین اصل در تدوین ترجمه دقیق استانداردهای بین‌المللی و بومی‌سازی مناسب آن‌ها است.

در ارتباط با محدودیت‌های پژوهش حاضر باید به عدم پیاده‌سازی گسترده فناوری اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین صنعت انرژی ایران اشاره گردد. این مورد امکان دسترسی به خبرگان را با دشواری‌ها زیادی روبرو کرد. همچنین تعدد پرسشنامه‌ها و وقت‌گیر بودن آن‌ها از دیگر محدودیت‌ها در دسترسی به خبرگان پس پیگیری‌های مکرر و فراوان بود. به‌علاوه در برخی موارد، مراحل طولانی دریافت مجوز برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و توزیع پرسشنامه‌ها به دلیل برخی قوانین، مشکلات و محدودیت‌هایی را در انتخاب خبرگان و طولانی شدن روند انجام پژوهش ایجاد کرد.

سپاسگزاری

از تمامی افرادی که در گردآوری اطلاعات لازم و انجام تحقیقات مورد نیاز این مقاله همکاری داشتند قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

منابع

[۱] جهان‌پیما، یاسر. (۱۳۹۷). بررسی کاربردهای فناوری نوین اینترنت اشیا در بخش بالادستی صنعت نفت. ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، ۱۶۳: ۱۴-۱۸.

[۲] رهسپار فرد، خیر اله؛ مولایی، رضا. (۱۳۹۷). بررسی چالش‌های اینترنت اشیا با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری. علوم و فنون مدیریت اطلاعات، ۴(۴), ۸۲-۶۳.

[۳] سعیدی، فرحناز؛ و خاطری، امیرحسین. (۱۴۰۰). بررسی چالش‌های کلیدی استفاده از اینترنت اشیاء، فصلنامه علمی تخصصی رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری، ۵(۸۳)، ۱۶-۱.

[۴] فلاحی، آزاده؛ فرجی، امین؛ قریبی، امین. (۱۴۰۰). تحلیل موانع کلیدی کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران (روش تحلیل ساختاری). مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند، ۱۰(۳۸)، ۱۳۷-۱۷۱.

[۵] مرکز گسترش اینترنت اشیاء ایران. (۱۴۰۱). کاربرد اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز. بازیافت شده در تاریخ ۱۴۰۲/۵/۱۵ از: https://iotbiz.ir

[۶] نوذری، حامد؛ صادقی، محمدابراهیم؛ قهرمانی نهر، جاوید؛ نجفی، سید اسماعیل (۱۴۰۰)، (تحلیل کمی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره تأمین دیجیتال مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا) زنجیره تأمین ۰ / ۴ نشریه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت. دوره ۱۱، شماره ۳، ص ۶۳ – ۹۴.

[7] Abdulaziz, Q. A., Mad Kaidi, H., Masrom, M., Hamzah, H. S., Sarip, S., Dziyauddin, R. A., & Muhammad-Sukki, F. (2023). Developing an IoT Framework for Industry 4.0 in Malaysian SMEs: An Analysis of Current Status, Practices, and Challenges. Applied Sciences, 13(6), 3658.

[8] Aamer, A. M., Al-Awlaqi, M. A., Affia, I., Arumsari, S., & Mandahawi, N. (2021). The internet of things in the food supply chain: Adoption challenges. Benchmarking: an international journal, 28(8), 2521-2541.

[9] Ahmetoglu, S., Che Cob, Z., & Ali, N. A. (2022). A Systematic Review of Internet of Things Adoption in Organizations: Taxonomy, Benefits, Challenges and Critical Factors. Applied Sciences, 12(9), 4117 .

[10] Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 97, 157-177 .

[11] Dadkhah, M., Lagzian, M., Santoro, G., & Drobics, M. (2020). A brief overview on status of Internet of Things research in Iran. *International Journal of Internet of Things and Cyber-Assurance*, *1*(3-4), 232-243.

[12] de Vass, T., Shee, H., & Miah, S. J. (2021). IoT in supply chain management: Opportunities and challenges for businesses in early industry 4.0 context. Operations and Supply Chain Management: An International Journal, 14(2), 148-161 .

[13] Desingh, V. (2022). Internet of Things adoption barriers in the Indian healthcare supply chain: An ISM-fuzzy MICMAC approach. The International journal of health planning and management, 37(1), 318-351 .

[14] Dobrowolski, Z. (2021). Internet of things and other e-solutions in supply chain management may generate threats in the energy sector—The quest for preventive measures. Energies, 14(17), 5381

[15] Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. IEEE Internet of things Journal, 5(5), 3758-3773 .

[16] Eryarsoy, E., Kilic, H. S., Zaim, S., & Doszhanova, M. (2022). Assessing IoT challenges in supply chain: A comparative study before and during-COVID-19 using interval valued neutrosophic analytical hierarchy process. Journal of Business Research, 147, 108-123.

[17] Gandhi, A., & Mishra, K. (2023). A Review on IOT as a Green Trade Economy Development Path for Ecological Sustainable Development. 2023 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Communication (AISC)

[18] Haddud, A., DeSouza, A., Khare, A., & Lee, H. (2017). Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. Journal of Manufacturing Technology Management, 28(8), 1055-1085.

[19] Hossein Motlagh, N., Mohammadrezaei, M., Hunt, J., & Zakeri, B. (2020). Internet of Things (IoT) and the energy sector. Energies, 13(2), 494.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

[20] Humphrey-Murto, S., Wood, T. J., Gonsalves, C., Mascioli, K & ,.Varpio, L. (2020). The delphi method. Academic Medicine, 95(1), 168.
[21] Janssen, M., Luthra, S., Mangla, S., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2019). Challenges for adopting and implementing IoT in smart cities: An integrated MICMAC-ISM approach. Internet Research.
[22] Kalaichelvi, N., & Gayathri, S. (2023). Internet of Things Toward Leveraging Renewable Energy. In AI-Powered IoT in the Energy Industry: Digital Technology and Sustainable Energy Systems (pp. 99-118). Springer.
[23] Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Parekh, H., & Joshi, S. (2019). Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains. Journal of Retailing and Consumer Services, 48, 154-168 .
[24] Khanna, A., & Kaur, S. (2020). Internet of things (IoT), applications and challenges: a comprehensive review. Wireless Personal Communications, 114(2), 1687-1762 .
[25] Kilpatrick, R. L. (2020). The Impact of UN Sanctions on Commercial Shipping Activities. Global Challenges and the Law of the Sea(pp. 159-175). Springer International Publishing.
[26] Majidi, A. F., & Zarouni, Z. (2016). The impact of sanctions on the economy of Iran. International Journal of Resistive Economics, 4(1), 84-99 .
[27] Mansoor, C., Vishnupriya, G., Anand, A., Vijayakumar, S., Kumaran, G., & Pandi, V. S. (2023). A Novel Framework on QoS in IoT Applications for Improvising Adaptability and Distributiveness. 2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI) (pp. 1-6). IEEE.
[28] 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 .
[29] Odake, N., & Khare ,A. (2023). DX and Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) with Prototype and Small-Lot Production. In Adopting and Adapting Innovation in Japan's Digital Transformation (pp. 79-92). Springer .
[30] Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. Information & management, 42(1), 15-29.
[31] Opricovic, S., & Tzeng, G.-H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 11(05), 635-652.
[32] Paksoy, T., Kochan, C. G., & Ali, S. S. (2020). Logistics 4.0: digital transformation of supply chain management. CRC Press .
[33] Peng, J., Chen, H., Jia, L., Fu, S., & Tian, J. (2023). Impact of Digital Industrialization on the Energy Industry Supply Chain: Evidence from the Natural Gas Industry in China. Energies, 16(4), 1564.
[34] Pratt, S., & Alizadeh, V. (2020). The economic impact of the lifting of sanctions on tourism in Iran: A computable general equilibrium analysis. In Current Issues in Asian Tourism, (pp148-158) Routledge .
[35] Rajamohan, K., Rangasamy, S., Kumar, M. A., Sarkar, B., & Mukherjee, J. (2023). Sustainable IoT for Smart Environmental Control. In Handbook of Research on Machine Learning-Enabled IoT for Smart Applications Across Industries (pp. 385-406). IGI Global.
[36] Rejeb, A., Rejeb, K., Zailani, S., Treiblmaier, H., & Hand, K. J. (2021). Integrating the Internet of Things in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda. Internet of Things, 13, 100361.
[37] Sharma, M., Joshi, S., Kannan, D., Govindan, K., Singh, R., & Purohit, H. (2020). Internet of Things (IoT) adoption barriers of smart cities' waste management: An Indian context. Journal of cleaner production, 270, 122047 .
[38] Shupletsov, A., Beregova, G., & Yanjie, Z. (2022). Development of innovative technologies of the fuel and energy industry: Foreign experience. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science ,
[39] Singh, R., & Bhanot, N. (2020). An integrated DEMATEL-MMDE-ISM based approach for analysing the barriers of IoT implementation in the manufacturing industry. International Journal of Production Research, 58(8), 2454-2476 .
[40] Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The Internet of Things—A survey of topics and trends. Information systems frontiers, 17(2), 261-274 .

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

[41] Wu, W.-W., & Lee, Y.-T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. Expert Systems with Applications, 32(2), 499-507.

[42] Yang, K., Duan, T., Feng, J., & Mishra, A. R. (2022). Internet of things challenges of sustainable supply chain management in the manufacturing sector using an integrated q-Rung Orthopair Fuzzy-CRITIC-VIKOR method. Journal of Enterprise Information Management, 35(4/5), 1011-1039.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]