Iranian Electric Industry Journal
Quality & Productivity
P.P 1-8

Vol. 14/ No. 1/ Spring 2025
ISSN 2322-2344
EISSN 2717-1639

Identifying the risks of the electricity supply chain using crowdsourcing and ranking them by ARAS method

Mahdie Sheikhi[1], Hamidreza Dezfoulian[2], Parvaneh Samouei[3]
[1-]Ph.D Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
Email: Mahdiesheikhi@ymail.com
[2-]Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan,Iran. Email:Hrdezfoolian@basu.ac.ir (Corresponding author)
[3]Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. Email:P.samouei@basu.ac.ir

Abstract:
The electricity supply chain is one of the main infrastructures of every country, which guarantees economic, industrial and agricultural growth, and its development is the priority of the country's plans. This supply chain is made up of different levels and at each level human resources with special expertise are working. Due to the dynamics of the environment and changes in exchange rates, this chain is facing many risks that the correct identification of these risks and their evaluation and prioritization in the program Supply chain network planning is very effective. In this article, which is carried out with the purpose of applied research and in the category of survey research-case study, in the first stage to identify the risks of the electricity supply chain, the guided-participatory crowdsourcing method in which the topic of crowdsourcing is quite specific, and its participants are all related people is used. In the following, using four criteria selected by experts and using the ARAS method for multi-criteria decision making, the risks are prioritized, and finally, the most important supply chain risks are determined according to the points obtained from the ARAS method, so that should be taken into consideration for planning. The highest priority is given to the risk of theft of cables and metal parts, and since cables and metal parts are the main components of the energy transmission network and are used at all levels of the network, they are the most important cause of disruption in electricity. Unforeseen supply and shutdowns should be considered.

Keywords: Risk, electricity supply chain, crowdsourcing, ARAS

Date of sending the article: 2024/09/11
Acceptance date of the article: 2025/04/21

Name of the Corresponding Author: Hamidreza Dezfoulian

Corresponding Author's Address: Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

Iranian Electric Industry Journal
Quality & Productivity
ص.ص ۸-۱

Vol. 14 / No. 1/ Spring 2025
ISSN 2322-2344
EISSN 2717-1639

شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین برق با استفاده از جمع‌سپاری و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره آراس

نوع مطالعه: پژوهشی

مهدیه شیخی [۱]، حمیدرضا دزفولیان [۲]، پروانه سموئی [۲]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
Mahdiesheikhi@ymail.com

[۲] گروه مهندسی صنایع، استادیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
Hrdezfoolian@basu.ac.ir, P.samouei@basu.ac.ir

چکیده: زنجیره تأمین برق یکی از زیرساخت‌های اصلی هر کشور است که تضمین‌کننده رشد اقتصادی، صنعتی و کشاورزی است و از این‌رو، توسعه آن در اولویت برنامه‌های کشور قرار دارد. این زنجیره از سطوح مختلفی تشکیل‌شده و در هر سطح نیز نیروهای انسانی با تخصص‌های خاصی مشغول به کار هستند. باتوجه‌به پویایی محیط و تحریم‌های اعمال‌شده، این زنجیره با ریسک‌ای زیادی مواجه است که شناسایی درست این ریسک‌ها و ارزیابی و اولویت‌بندی آن‌ها در برنامه‌ریزی شبکه زنجیره تأمین بسیار تأثیرگذار است. در این مقاله که با هدف پژوهش‌های کاربردی و در دسته تحقیقات پیمایشی-مطالعه موردی انجام شده است، در مرحله اول برای شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین برق، با استفاده از روش جمع‌سپاری هدایت شده-مشارکتی که در آن موضوع جمع‌سپاری کاملا خاص و شرکت کنندگان آن همه افراد مرتبط هستند، کمک گرفته می‌شود. سپس با استفاده از چهار معیار منتخب خبرگان و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره آراس[۱] ریسک‌ها اولویت‌بندی می‌شوند تا بر اساس نتایج حاصل، برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات برمبنای مهم‌ترین خطراتی که عملکرد زنجیره را تحت تأثیر قرار می‌دهند به‌طور اثربخش‌تری تدوین و به اجرا گذاشته شوند. نتایج نشان می‌دهد بالاترین ریسک مربوط به سرقت کابل‌ها و قطعات فلزی است و ازآنجایی‌که کابل‌ها و قطعات فلزی از اجزای اصلی شبکه انتقال انرژی هستند و در تمام سطوح شبکه مورداستفاده قرار می‌گیرند، به‌عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد اختلال در برق‌رسانی و خاموشی‌های پیش‌بینی‌نشده باید موردتوجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: **ریسک، زنجیره تأمین برق، جمع‌سپاری، آراس.**

تاریخ ارسال مقاله:۱۴۰۳/۰۶/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله:۱۴۰۴/۰۲/۰۱

نام نویسنده مسئول: حمیدرضا دزفولیان

نشانی نویسنده مسئول: همدان – چهارباغ شهید مصطفی احمدی روشن–دانشگاه بوعلی سینا– گروه مهندسی صنایع

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

۱. مقدمه

برق یک کالای استراتژیک است که زندگی امروزه بشر و فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی و اجتماعی او کاملاً وابسته به آن است. میزان تولید بخش قابل‌توجهی از برق در زنجیره تأمین آن از تأمین سوخت برای تولید شروع شده و تا مصرف‌کننده نهایی ادامه می‌یابد. ازآنجایی‌که برق یک کالای غیرقابل ذخیره‌سازی است، طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب زنجیره تأمین آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از موضوعات مهم در تداوم و پایداری تأمین برق در این زنجیره، شناسایی و مدیریت ریسک در آن است. مدیریت مؤثر ریسک علاوه بر کاهش احتمال وقوع خاموشی‌های برنامه‌ریزی نشده می‌تواند در کاهش تلفات انرژی در شبکه نیز مؤثر باشد. مدیریت ریسک یک دغدغه اساسی در زنجیره‌های تأمین است که سطوح بالایی از عدم قطعیت در تقاضای محصول، فرایند تولید یا تأمین قطعات را دارا می‌باشند. عدم قطعیت‌ها معمولاً به‌عنوان اتفاقات پویا ظاهر می‌شوند که تهدیداتی برای عملیات زنجیره درپی خواهند داشت (جعفری اسکندری و امامی سلوط، ۱۴۰۰).

۲. پیشینه تحقیق

اهمیت ریسک و مدیریت آن در زنجیره تأمین باعث شده که مطالعات مختلفی دراین‌ارتباط صورت گیرد که در ادامه به بخشی از آن‌ها اشاره می‌شود. ابتدا به مطالعات مرتبط با موضوع که در داخل ایران انجام‌شده اشاره می‌شود.

در پژوهشی حیاتی و همکاران (۱۳۹۳) با تکیه بر روش ساختار شکست ریسک و تهیه پرسشنامه به رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین فولاد و شرکت ذوب‌آهن اصفهان پرداختند. در این پژوهش با محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن هم‌گرایی رتبه‌های حاصل را مشخص نموده و سپس با استفاده از روش میانگین رتبه‌بندی نهایی ریسک‌های زنجیره تأمین را مشخص کردند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که ریسک‌های مربوط به فرایند تأمین و تأمین‌کننده بحرانی‌ترین ریسک‌های زنجیره تأمین فولاد هستند.

تیموری و همکاران (۱۳۹۶) به اولویت‌بندی ریسک‌های صنعت برق با استفاده از روش FMEA و تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند و عمده‌ترین عیب این روش را یکسان در نظر گرفتن اهمیت هر سه پارامتر روش FMEA (شدت، میزان کشف و احتمال وقوع ریسک) در محاسبات بیان نموده‌اند، درحالی‌که در موقعیت‌های مختلف اهمیت پارامترهای مذکور متفاوت است.

حسین زاده و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از یک رویکرد ترکیبی به شناسایی و تحلیل ریسک‌های زنجیره تأمین شرکت سایپا پرداختند. در ابتدا با استفاده از گام‌های مدل مدیریت کوزو، ریسک‌ها را شناسایی کرده و سپس برای ارزیابی و تحلیل آنها شبکه ارتباطی میان ریسک‌ها را هم در نظر گرفتند و برخلاف مدل‌های موجود عمل نمودند به این صورت که تنها اهمیت و اثر ریسک‌ها را در نظر نگرفتند، بلکه شبکه ارتباطی میان آنها را هم به‌حساب آوردند. نتایج این پژوهش نشان داد که ۴۸٪ از کل ریسک‌ها در دسته مالی – اقتصادی، تأمین‌کنندگان، اطلاعات و حمل‌ونقل قرار دارد.

حسنی و حبیبی ساروی (۱۳۹۸) با استفاده از روش دلفی و پرسشنامه به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین عملیات امدادی پرداختند. در مرحله اول با استفاده از روش دلفی به جمع‌آوری نظرات ده نفر خبره درزمینه ریسک زنجیره تأمین عملیات امدادی پرداختند و در مرحله بعد با استفاده از پرسشنامه و انتخاب ۳۵ نفر از مدیران شاغل در هلال‌احمر، ریسک‌های شناسایی‌شده را دسته‌بندی و اولویت‌بندی نمودند و پس از تحلیل پرسشنامه‌ها ریسک پشتیبانی به‌عنوان مهم‌ترین ریسک معرفی گردید.

فتحی و عباسیان (۱۳۹۹) در پژوهشی ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه کلیه ریسک‌های زنجیره‌های تأمین خطوط انتقال گاز را استخراج نموده، سپس عوامل تکراری را حذف کردند و ۴۳ ریسک را شناسایی نمودند. آن‌ها برای تعیین روابط بین ریسک‌ها از روش دیمتل فازی[۲] استفاده کردند.

پورجواد و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی به ارزیابی عوامل ریسک زنجیره تأمین صنعت نیروگاهی پرداختند. در این مطالعه نیروگاه دالاهو به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب‌شده است و تحقیق در سه مرحله شناسایی، اولویت‌بندی و تحلیل ریسک انجام‌شده است. معیارهای مورداستفاده در این مقاله از طریق مطالعات کتابخانه‌ای به‌دست‌آمده‌اند و با نظر خبرگان تأیید و نهایی شده‌اند. ریسک‌های شناسایی‌شده در این مقاله عبارت‌اند از ریسک‌های عملیاتی، ریسک‌های سیستم اطلاعاتی، ریسک‌های سیستم محیطی و ریسک کنترل و برنامه‌ریزی.

اسکندری دستگیری(۱۴۰۰) به ارزیابی عوامل ریسک در زنجیره تأمین صنعت پوشاک پرداخته است. جامعه آماری مورداستفاده در این مقاله مدیران شرکت‌های تولیدی البسه ورزشی و متخصصان در حوزه بازاریابی و مدیریت ورزشی هستند. ۳۸ نفر از این جامعه انتخاب‌شده و ابزار مورداستفاده در این مقاله پرسشنامه است. در مرحله اول با روش دلفی ریسک‌های موجود شناسایی و در مرحله بعد با استفاده از تکنیک تحلیل تاکسونومی به رتبه‌بندی عوامل ریسک ازلحاظ اهمیت در زنجیره تأمین پرداخته‌شده است. بحرانی‌ترین ریسک شناسایی‌شده در این مقاله ریسک کمبود مواد اولیه ناشی از بی‌ثباتی تأمین‌کنندگان است.

ابراهیمی مقدم (۱۴۰۰) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و روش دلفی برای تعیین اطلاعات اولیه به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین خودروسازی پرداخته و به ترتیب اولویت ریسک‌های تأمین‌کننده، تولیدکننده، توزیع‌کننده و مشتری نهایی را برای شرکت ایران‌خودرو معرفی نموده است.

شهرکی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی ریسک‌های زنجیره تأمین شیر در شهرستان زاهدان پرداختند. با استفاده از روش نمونه‌گیری نظری ۲۴ مشارکت‌کننده انتخاب شدند و از طریق مصاحبه عمیق و نیمه ساختاری ۶۱ ریسک شناسایی شدند. با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی عامل بنیان، سناریوهای کاهشی ریسک بررسی شدند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این مقاله ریسک‌های نوسان قیمت نهاده‌های زراعی، نوسان قیمت شیر و کمبود اطلاعات بیشترین تأثیر منفی بر کارایی زنجیره تأمین را دارند.

قرقچیان و همکاران (۱۴۰۱) با در نظر گرفتن زنجیره تأمین لارج در صنعت خودرو و با استفاده از روش دلفی فازی و تکنیک بهترین – بدترین به اولویت‌بندی ریسک‌ها در این زنجیره پرداختند. با مرور پیشینه و مصاحبه با خبرگان ۴۱ ریسک شناسایی و با استفاده از روش دلفی فازی ۲۵ ریسک حذف شد و با کمک روش بهترین –بدترین اولویت‌بندی آن‌ها صورت گرفت. یافته‌های این مقاله نشان می‌دهد ریسک تأمین مالی از بالاترین اهمیت در این زنجیره تأمین برخوردار است و برای پاسخ به این ریسک باید تنوع‌بخشی در ابزارهای تأمین مالی مورداستفاده قرار گیرد.

صمیمی وهمکاران (۱۴۰۱) باهدف شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین در کتابخانه‌های دیجیتال دانشگاه‌های دولتی تهران بر

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

اساس استاندارد ایزو ۳۱۰۰۰ ویرایش سال ۲۰۱۸ و با استفاده از منابع مرتبط پراهمیت‌ترین ریسک‌ها را شناسایی کرده و پرسشنامه‌ای با ۵ مؤلفه و ۱۰۹ گویه جهت شناسایی و تحلیل ریسک‌ها تهیه کردند. درنهایت آن‌ها با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی[۳] به رتبه‌بندی ریسک‌ها از ۱ تا ۵ پرداختند. در تحقیق آن‌ها، ریسک‌های تأمین‌کنندگان بالاترین رتبه و ریسک‌های مربوط به توزیع منابع دیجیتال کمترین رتبه را داشتند.

بابازاده و همکاران (۱۴۰۲) با استفاده از پیشینه تحقیق و مصاحبه با ۷ نفر از خبرگان مراکز انتقال خون، ۳۷ ریسک را در زنجیره تأمین خون در زمان پاندمی کرونا شناسایی نمودند و با توزیع پرسشنامه احتمال و شدت تأثیر و ارزش هر ریسک را برآورد نمودند. در مرحله بعد با تشکیل ماتریس ریسک و روش مقایسه زوجی، ریسک‌های شناسایی‌شده را اولویت‌بندی نمودند. در این مقاله ریسک مربوط به جمع‌آوری خون که به‌طور مستقیم بر سطح موجودی خون تأثیر می‌گذارد، به‌عنوان مهم‌ترین ریسک انتخاب گردید.

اصغری و همکاران (۱۴۰۳) به شناسایی عوامل زنجیره تامین بنزین پرداختند، سپس با استفاده از یک رویکرد یکپارچه متشکل از تحلیل پارتو، نظریه فازی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری به تعیین سطح و رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداختند. در این تحقیق دانش ناکافی، تغییرات زیست محیطی، عدم وجود سامانه ردیابی و کنترل به عنوان مهم‌ترین عوامل ریسک معرفی و رتبه‌بندی شدند.

در ادامه به‌مرور مطالعات خارجی مرتبط با موضوع پرداخته می‌شود.

Butdee and Phuangsalee (2019) برای مدل‌سازی ریسک‌های غیرقطعی زنجیره تأمین تولید بدنه اتوبوس از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی استفاده نمودند و ریسک‌های مربوط به برنامه‌ریزی، منابع، حمل‌ونقل و بازگشت کالا را به‌عنوان پراهمیت‌ترین ریسک‌ها که عملکرد زنجیره تأمین را تحت تأثیر قرار می‌دهند، معرفی نمودند.

Baryannis et al. (2019) در مقاله‌ای مروری به بررسی تکنیک‌های هوش مصنوعی که در مدیریت ریسک‌های زنجیره تأمین مورداستفاده قرارگرفته‌اند، پرداخته‌اند. در این مقاله منظور از مدیریت ریسک شناسایی، ارزیابی، کنترل و پایش ریسک‌های زنجیره تأمین است. رویکردهای هوش مصنوعی که برای این منظور مورد توجه قرار گرفته عبارت‌اند از مدل‌سازی ریاضی برای یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بزرگ. مقالات در فاصله سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۸ مورد بررسی قرار گرفته‌اند و چون از سال ۱۹۷۸ هیچ مروری در این زمینه انجام‌نشده، بیش از ۲۲۸۰۰ مقاله مرور شده‌اند. شکاف‌های تحقیقاتی به‌دست آمده نشان می‌دهد مدل‌های ریاضی، عدم قطعیت‌ها و ریسک‌ها را برنامه‌ریزی می‌کنند، اما دیدگاه مدیریتی که باید در تصمیم‌گیری در ارتباط با ریسک‌ها مورداستفاده قرار گیرد در اکثر مقالات موردتوجه قرار نگرفته است. درنتیجه آن‌ها استفاده از سیستم‌هایی پشتیبان تصمیم را پیشنهاد می‌کنند.

Abdel-Basset and Rehab (2020) با استفاده از روش تاپسیس و کریتیک[۴] به ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زنجیره تأمین پایدار درزمینه تجهیزات مخابراتی پرداخته‌اند و مهم‌ترین ریسک را ریسک مالی اعلام نمودند.

Bostani et al. (2022) از ترکیب روش کریتیک برای وزن‌دهی شاخص‌ها و روش آراس برای اولویت‌بندی ریسک‌ها استفاده کردند تا بتوانند به نتایجی با کمترین تأثیرپذیری از قضاوت‌های ذهنی دست یابند.

Benamor et al. (2022) در مقاله‌ای برای ارزیابی ریسک‌های زنجیره تأمین مواد دارویی از روش آراس و تکنیک بهترین–بدترین استفاده نموده‌اند. طبق نتایج به‌دست‌آمده ریسک تأمین‌کننده مهم‌ترین ریسک این زنجیره است.

Qazi et al. (2023) با استفاده از شبکه بیزی و شبیه‌سازی مونت کارلو به ارزیابی ریسک‌های زنجیره تامین در صنعت مخابرات و ارتباطات پرداختند و ریسک‌ها را به شکل شبکه‌ای مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند و تاثیر آنها را در دسته‌بندی‌های متفاوت بر عملکرد زنجیره مورد سنجش قرار دادند. در این تحقیق برخلاف سایر تحقیقات ذکر شده ریسک‌ها به صورت موردی در نظر گرفته نشده‌اند و در عوض به شکل گروهی و شبکه‌ای بررسی شده‌اند تا تاثیر آنها بر عملکرد به شکل واقعی‌تری بیان گردد.

Rafi ul shah et al. (2024) با تمرکز بر شناسایی ریسک‌های زنجیره تامین صنعت مُد از ابزار پرسشنامه استفاده کردند و این پرسشنامه به وسیله ۶ شرکت فعال در صنعت مُد انگلستان تکمیل گردید. ریسک‌های اجتماعی، محیطی، اقتصادی، بازار و تولید به عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها شناسایی شده و در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل گروهی فازی به بررسی اهمیت هر یک از ریسک‌ها پرداختند.

Zheng et al. (2025) با استفاده از روش مصاحبه با ۸ شرکت تجارت بین‌المللی که از بحران‌های جنگ تجاری سال ۲۰۱۸ عبور کرده بودند داده‌هایی را جمع‌آوری کرده و با استفاده از تکنیک تئوری زمینه‌ای و کدگذاری باز و کدگذاری انتخابی مدلی فرآیندی ایجاد نمودند و در ارزیابی ریسک مورد استفاده قرار دادند.

جدول ۱ خلاصه‌ای از مرور ادبیات و جایگاه این پژوهش را نسبت به سایر تحقیقات نشان می‌دهد:

جدول (۱): خلاصه‌ای از مرور ادبیات

نویسنده و سال	جمع سپاری	ارزیابی ریسک	روش ارزیابی ریسک	مطالعه موردی
حیاتی و همکاران، ۱۳۹۳	-	*	ساختار شکست ریسک	شرکت ذوب آهن اصفهان
تیموری و همکاران، ۱۳۹۶	-	*	FMEA و تحلیل پوششی داده‌ها	صنعت برق
حسین‌زاده و همکاران ۱۳۹۸	-	*	روش ترکیبی	زنجیره تامین سایپا
حسنی و حبیبی ساروی، ۱۳۹۸	-	*	دلفی	زنجیره تامین عملیات امدادی
فتحی و عباسیان، ۱۳۹۹	-	*	پرسشنامه و دیمتل فازی	زنجیره تأمین خطوط انتقال گاز
پورجواد و همکاران، ۱۴۰۰	-	*	تحلیل سلسله مراتبی	نیروگاه دالاهو
اسکندری دستگیری، ۱۴۰۰	-	*	دلفی و تحلیل تاکسونومی	زنجیره تامین صنعت پوشاک
ابراهیمی مقدم، ۱۴۰۰	-	*	دلفی و تحلیل سلسله مراتبی	زنجیره تأمین خودروسازی
شهرکی و همکاران، ۱۴۰۰	-	*	شبیه‌سازی عامل بنیان	زنجیره تامین شیر
قرقچیان و همکاران، ۱۴۰۱	-	*	دلفی فازی و تکنیک بهترین – بدترین	زنجیره تامین صنعت خودرو
صمیمی و همکاران، ۱۴۰۱	-	*	پرسشنامه و تاپسیس فازی	زنجیره تأمین کتابخانه‌های دیجیتال دانشگاه‌های دولتی تهران
بابازاده و همکاران، ۱۴۰۲	-	*	پرسشنامه، ماتریس ریسک و روش مقایسه زوجی	زنجیره تامین خون
اصغری و همکاران ۱۴۰۳،	-	*	تحلیل پارتو، نظریه فازی و مدل‌سازی ساختاری تفسیری	زنجیره تامین بنزین
Butdee & Phuangsalee, 2019	-	*	تحلیل سلسله مراتبی فازی	زنجیره تامین تولید بدنه اتوبوس
Baryannis et al. 2019	-	*	مدل‌سازی ریاضی برای یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بزرگ	زنجیره تامین مختلف (مقاله مروری)
Abdel-Basset & Rehab, 2020	-	*	تاپسیس و کریتیک	زنجیره تامین تجهیزات مخابراتی

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

Bostani et al., 2022	-	*	کریتیک و آراس	معدن زغال سنگ پرورده
Benamor et al., 2022	-	*	آراس و تکنیک بهترین – بدترین	زنجیره تامین مواد دارویی
Qazi et al. 2023	-	*	شبکه بیزی و شبیه‌سازی مونت کارلو	زنجیره تامین صنعت مخابرات
Rafi ul shah et al.2024	-	*	پرسشنامه و تحلیل گروهی فازی	زنجیره تامین صنعت مُد
Zheng et al. 2025	-	*	مصاحبه و تکنیک تئوری زمینه‌ای و کدگذاری	زنجیره تامین های کوچک و بزرگ
تحقیق حاضر	*	*	جمع‌سپاری و آراس	زنجیره تامین برق

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در تحقیقات پیشین برای شناسایی ریسک‌ها معمولاً از منابع کتابخانه‌ای یا با مراجعه به خبرگان و استفاده از مصاحبه و پرسش‌نامه اقدام شده است. باتوجه‌به این‌که در این تحقیق شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین برق مدنظر هست و ریسک‌های ناشی از هر سطح می‌تواند کل زنجیره تأمین را متأثر کند، بر همین اساس به‌منظور داشتن یک دید جامع و هم‌فکری و مشارکت حداکثری کارشناسان سطوح مختلف زنجیره از روش جمع‌سپاری برای شناسایی ریسک‌ها استفاده‌شده که با بررسی و مرور منابع گذشته، تحقیقی که از این روش استفاده کرده باشد، یافت نشد.

۳. بیان مسئله

باتوجه‌به نقش کلیدی و پراهمیتی که انرژی برق در کلیه شئون زندگی امروزی جوامع بشری دارد، تأمین پیوسته و پایدار این منبع به یک ضرورت حیاتی در هر کشور تبدیل‌شده است.

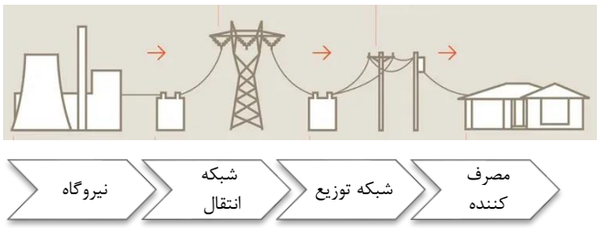
زنجیره تأمین برق شامل چهار سطح است که عبارت‌اند از:

سطح ۱، تولیدکنندگان: این سطح شامل کلیه نیروگاه‌های تولید برق کشور است که برق شبکه سراسری را تأمین می‌کنند. در کنار این نیروگاه‌ها، نیروگاه‌های مقیاس کوچکی هم فعالیت می‌کنند که متعلق به بخش خصوصی هستند که در فصل پرمصرف (تابستان) وارد شبکه می‌شوند.

سطح ۲، عمده‌فروشان (انتقال): در این سطح انرژی تولیدشده به‌وسیله نیروگاه‌ها از طریق شبکه سراسری کشور دریافت و انتقال و توزیع آن در شبکه داخلی یا خارج از کشور به‌صورت عمده انجام می‌شود. کار انتقال برق به‌وسیله شبکه‌هایی با ولتاژ بسیار بالا و از طریق پست‌های فشارقوی و خطوط توزیع با هماهنگی شرکت‌های برق منطقه‌ای صورت می‌گیرد.

سطح ۳، خرده‌فروشان (توزیع): در این سطح شرکت‌های توزیع، فروش برق به مشتری نهایی را به عهده‌دارند. در این سطح برق به‌وسیله پست‌های کوچک که در ولتاژ پایین کار می‌کنند، توزیع می‌شود.

سطح ۴، مصرف‌کنندگان: شامل کلیه مصرف‌کنندگان بخش‌های مختلف صنعتی، خدماتی و خانگی هستند که مشتری نهایی محصول تولیدشده در این زنجیره می‌باشند.



شکل (۱): زنجیره تأمین برق

لازم به توضیح است که مدیر این زنجیره تأمین، شرکت مادر تخصصی توانیر است که نقش هماهنگ‌کننده کل زنجیره را بر عهده دارد و سیاست‌های کلی زنجیره ازجمله مالی و بودجه‌ای را تعیین می‌کند و زنجیره را به شکل متمرکز باهدف افزایش درآمد و به حداقل رساندن ساعات خاموشی در کل زنجیره مدیریت می‌کند.

تأمین برق در این زنجیره موضوعی است که همواره با چالش‌ها و مشکلاتی همراه بوده که تداوم تأمین پایدار آن را تهدید می‌کند. مشکلات ممکن است در هر سطحی از زنجیره رخ دهد و سایر سطوح زنجیره را متأثر نموده و تأمین پایدار برق را به مخاطره اندازد. به همین دلیل شناسایی دقیق مخاطرات در سطوح مختلف زنجیره و تعیین مهم‌ترین آن‌ها از اهمیت بسزایی در پایداری شبکه برق و مدیریت و کنترل ریسک‌ها برخوردار است. یک دغدغه مهم در این مسئله جلب مشارکت و هم‌فکری افراد ذی‌صلاح در سطوح مختلف زنجیره است، زیرا آن‌ها از نزدیک با چالش‌ها و مشکلات سطح خاصی از زنجیره مواجه‌اند و برای شناسایی ریسک‌ها در هر سطح واجد شرایط‌ترین افراد هستند، از سوی دیگر یکی از تنگناهای موجود در اغلب مجموعه‌ها و سازمان‌ها، محدودیت منابع (شامل بودجه، زمان و نیروی انسانی) است؛ بسیار مهم است که اختصاص این منابع برای مقابله با ریسک‌ها بر اساس اولویت و دامنه تأثیرگذاری آن‌ها بر تأمین پایدار برق در زنجیره باشد. ازاین‌رو لازم است با انتخاب معیارهای مناسب و استفاده از یک روش تصمیم‌گیری، ریسک‌ها اولویت‌بندی شوند؛ لذا این تحقیق با تمرکز بر دو دغدغه اصلی در این مسئله، یعنی جلب مشارکت اعضای سطوح مختلف زنجیره برای شناسایی ریسک‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها برای اعمال اقدامات لازم شکل گرفت، تا بتوان به این سوالات پاسخ داد که اولا زنجیره تأمین برق چه ریسک‌هایی دارد؟ و ثانیا کدام ریسک‌ها دارای اهمیت بالاتری نسبت به بقیه هستند و توجه به آنها الزامی‌تر است؟

۴. ابزار و روش

باتوجه‌به این‌که تأمین و انتقال برق جهت مصارف نهایی درگرو فعالیت مداوم و درست کلیه سطوح زنجیره تأمین است، لذا لازم است خطراتی که ممکن است در فعالیت درست هر سطح زنجیره ایجاد وقفه یا اشکال کنند، شناسایی شوند، بنابراین هم‌فکری و مشارکت کارشناسان و خبرگان زنجیره تأمین در کلیه سطوح، در این اقدام امری ضروری است. راهکار مناسب برای این منظور استفاده از روش جمع‌سپاری است که در این تحقیق مورداستفاده قرارگرفته است. پس از جمع‌آوری نظرات کارشناسان در سطوح مختلف زنجیره با یک ارزیابی اولیه توسط گروه خبرگان، هشت ریسک مهم‌تر با اتفاق‌نظر این گروه انتخاب شدند. در مرحله بعد این هشت ریسک با انتخاب چهار معیار احتمال وقوع، قابلیت تشخیص، میزان اثر ریسک بر هزینه و میزان مدیریت‌پذیری ریسک (که باتوجه‌به تحقیقات گذشته و بر اساس نظر گروه خبرگان و مدیران زنجیره انتخاب شدند)، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره آراس اولویت‌بندی شدند.

۱.۴. جمع‌سپاری

جمع‌سپاری اولین بار توسط Howe (2006) روزنامه‌نگار آمریکایی مطرح گردید. با استفاده از امکان ایجادشده برای مشارکت از طریق وب، اشخاص، مؤسسات و شرکت‌ها می‌توانند از کار، ایده، پول یا هوش انبوه مردم استفاده کنند. این جمعیت معمولاً ناهمگن و می‌تواند از غیرحرفه‌ای‌ها، داوطلبان، کارشناسان و شرکت‌ها تشکیل‌شده باشد (Xu et al., 2015). تحقیقات نشان داده است شرکت‌هایی که از جمع‌سپاری برای دریافت دانش از کلیه ذینفعان مخصوصاً مصرف‌کنندگان استفاده می‌کنند و آن را به قابلیت‌های ابتکاری تبدیل می‌کنند، می‌توانند به بازدهی بهتری دست یابند. سازمان‌ها از جمع‌سپاری به‌عنوان ابزار مدیریتی برای مشارکت استفاده می‌کنند تا مشتری، شرکای تجاری و کارمندان نیز امکان و فرصت کمک و همکاری

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

داشته باشند (مثلاً از طریق پیشنهاد راهکارها برای ارائه راه‌حل‌های جایگزین جهت مشکلات). برخی بر این عقیده‌اند که در شرایطی خاص، هم‌فکری بهتر از تک فکری است و یک جمعیت کاری بهتر از یک نفر یا یک گروه کوچک از کارشناسان است (شاکری کناری و همکاران، ۱۳۹۸). استفاده از جمع‌سپاری پاسخ مناسبی برای برآورده کردن یکی از دغدغه‌های مهم این مسئله است، تا امکان جلب مشارکت و هم‌فکری افراد ذی‌صلاح در کلیه سطوح زنجیره، به‌منظور شناسایی ریسک‌ها فراهم شود و بتوان اطمینان یافت که دقت کافی برای شناسایی ریسک‌ها در کلیه سطوح زنجیره به‌عمل‌آمده است. در این فرایند شرکت توانیر به‌عنوان متولی زنجیره تأمین برق، جمع‌سپار (درخواست‌کننده جمع‌سپاری) و کلیه کارکنان شاغل در سه سطح اول زنجیره و مصرف‌کنندگان سطح نهایی آن (شامل مصرف‌کنندگان بخش‌های مختلف صنعتی، خدماتی و خانگی) که در معرض فراخوان مشارکت قرارگرفته‌اند، به‌عنوان جمع‌کاران این فرایند محسوب می‌شوند. حضور سه سطح اول زنجیره در فرایند جمع‌سپاری از طریق خودکارسازی اداری که بستر ارتباطی بین بخش‌های مختلف صنعت برق است صورت گرفته و مشارکت سطح آخر زنجیره، نیز از طریق وب‌سایت شرکت توانیر صورت گرفت. به‌منظور افزایش مشارکت و استقبال مخاطبان، مشوق‌هایی متناسب با علایق و انتظارات شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شد که از طریق فراخوان انجام‌شده برای جمع‌سپاری به اطلاع آنها رسید و روش جمع‌سپاری طی مراحل زیر به اجرا درآمد.

مرحله ۱. جمع‌سپار یا شرکت توانیر موضوع جمع‌سپاری را که شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین برق و سایر نکات مرتبط با شیوه اجرای آن بود را طی فراخوانی به اطلاع مخاطبان رساند.

مرحله ۲. مخاطبان جمع‌سپاری در سه سطح اول زنجیره ایده‌های خود را در قالب فرم‌های تعیین‌شده و از طریق خودکارسازی اداری ارائه نموده و مخاطبان سطح آخر زنجیره هم از طریق وب‌سایت شرکت توانیر ایده‌های خود را ارسال نمودند. در فرم‌های تعیین‌شده برای ارائه ایده‌ها، قسمت‌هایی پیش‌بینی‌شده که امکان ارائه ایده‌های مشارکتی بین دو یا چند نفر (با ذکر درصد مشارکت هر نفر) را فراهم می‌آورد.

مرحله ۳. ایده‌های ارائه‌شده در دبیرخانه مرکزی که برای این منظور در نظر گرفته‌شده جمع‌آوری شدند و پس بررسی اولیه اگر ازلحاظ انطباق با موضوع و رعایت شکل و فرمت درخواستی مورد تأیید بودند برای مرحله ارزیابی ارسال می‌شدند. در این مرحله مواردی که با انجام اصلاحات از طرف مخاطب قابل‌پذیرش بودند به آنها عودت داده می‌شد تا پس از رفع نقص و ارائه مجدد برای مرحله ارزیابی ارسال گردند.

مرحله ۴. در مرحله ارزیابی، کار گروهی تخصصی متشکل از ده نفر از خبرگان، ایده‌های دریافتی را از جهت کاربردی و غیرتکراری بودن مورد ارزیابی قرار داده و تعداد محدودی از ایده‌هایی که با توافق حداکثری باارزش‌تر و مهم‌تر بودند را به‌عنوان خروجی فرایند جمع‌سپاری تعیین نمودند.

تعداد کل ایده‌های دریافت شده در این فرایند در یک بازه یک‌ماهه ۷۶ مورد بود که از این تعداد ۲۴ مورد قابلیت طرح و ارائه در فرایند ارزیابی را داشتند که پس از کار کارشناسی گروه تخصصی ۸ ایده، به‌عنوان ایده‌های برتر مناسب تشخیص داده شدند.

در گام بعد اولویت‌بندی این ایده‌های منتخب انجام گردید.

۲.۴. روش آراس

روش تصمیم‌گیری آراس توسط Zavadskas and Turskis (2010) پیشنهاد شد. در این روش بهترین گزینه آن است که بیشترین فاصله را از عوامل منفی و کمترین فاصله را از عوامل مثبت داشته باشد و از شش گام تشکیل‌شده و درنهایت منتج به تعیین اولویت‌بندی بین گزینه‌ها می‌شود. گام‌های این روش عبارت‌اند از (کریمیان و سموئی، ۱۴۰۰):

گام ۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، گزینه‌ها، شاخص‌ها (معیارها)، وزن شاخص‌ها و وضعیت هر گزینه در هر یک از شاخص‌ها باید مشخص شود. ماتریس تصمیم در ادامه نشان داده‌شده است.

$$X=\begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} j=\overline{1,n}\ i=\overline{0,m} \quad (1)$$

گام ۲. نرمال کردن یا بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری

در این مرحله، ماتریس تصمیم باید بر اساس نوع معیارهای مثبت یا منفی نرمال شود. به گونه ای که اگر معیار مثبت باشد، مستقیما از نرمال سازی خطی استفاده می‌شود و اگر شاخص منفی باشد، ابتدا، اعداد معکوس شده سپس به شکل خطی نرمال می‌شوند. ماتریس تصمیم نرمال شده در زیر نشان داده‌شده است.

$$\overline{X}=\begin{bmatrix} \overline{x_{01}} & \cdots & \overline{x_{0j}} & \cdots & \overline{x_{0n}} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \overline{x_{i1}} & \cdots & \overline{x_{ij}} & \cdots & \overline{x_{in}} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \overline{x_{m1}} & \cdots & \overline{x_{mj}} & \cdots & \overline{x_{mn}} \end{bmatrix} j=\overline{1,n}\ i=\overline{0,m} \quad (۲)$$

گام ۳. موزون کردن ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده

در این مرحله، ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده موزون باید محاسبه شود. ماتریس تصمیم نرمال شده وزن‌دار به‌صورت زیر نشان داده‌شده است:

$$X=\begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} j=\overline{1,n}\ \ i=\overline{0,m} (3)$$

ماتریس بالا نشان‌دهنده ارزش نرمال موزون گزینه‌ها است. رابطه زیر بین مجموع وزن معیارها وجود دارد:

$$\sum_{j=1}^{n} W_j = 1 \quad (۴)$$

معیارها با وزنی در بازه $0<W_j<1$ در نظر گرفته می‌شوند و معمولاً توسط کارشناسان تعیین می‌شوند. در این مطالعه وزن معیارها با استفاده از روش آنتروپی شانون محاسبه‌شده‌اند.

مقادیر نرمال شده گزینه‌ها طبق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$x_{ij} = \overline{x_{ij}} W_j \quad i=\overline{0,m} \quad (۵)$$

گام ۴. محاسبه مقدار بهینگی

با استفاده از رابطه زیر مقادیر بهینه محاسبه می‌گردد:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \quad i=\overline{0,m} \quad (۶)$$

در این رابطه S_i ارزش تابع بهینه گزینه i است.

گام ۵. محاسبه درجه سودمندی یا مطلوبیت گزینه‌ها

بعد از محاسبه مقدار بهینه هر گزینه، در این مرحله درجه سودمندی یا مطلوبیت گزینه‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$Ki=\frac{S_i}{S_0}; i=\overline{0,m} \quad (۷)$$

در رابطه ۷، S_0 ایده‌آل‌ترین مقدار از میان مقادیر بهینه است که در مرحله قبل محاسبه‌شده است.

گام ۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

در این مرحله با استفاده از درجه سودمندی هر گزینه، رتبه‌بندی انجام می‌شود. در واقع گزینه‌ها با توجه به میزان سودمندی‌شان رتبه‌بندی می‌گردند.

شایان ذکر است که در روند اجرای روش آراس در این مقاله، ابتدا معیارهای مناسب جهت اولویت‌بندی ریسک‌ها انتخاب شدند. معیارهای احتمال وقوع، قابلیت تشخیص، میزان اثر ریسک بر هزینه (شدت وخامت ریسک) (نخعی‌نژاد و صفاری، ۱۳۹۸؛ تیموری و همکاران، ۱۳۹۶) و میزان مدیریت‌پذیری ریسک (امکان مدیریت و اثرگذاری بر ریسک)، چهار معیاری بودند که باتوجه‌به تحقیقات گذشته و بر اساس هم‌فکری گروه خبرگان و نظر مدیران زنجیره برای اولویت‌بندی ریسک‌ها انتخاب شدند.

۵. یافته‌ها

ایده‌های (ریسک‌های) برتری که از فرایند جمع‌سپاری انتخاب‌شده‌اند در جدول ۲ آمده‌اند:

جدول (۲): ریسک‌های منتخب در جمع‌سپاری

اندیس	عنوان ریسک	سطح مرتبط از زنجیره
R1	کمبود سوخت برای تولید برق در فصل زمستان باتوجه‌به کمبود گاز و استفاده از سوخت‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست	سطح یک – تولیدکننده
R2	کمبود ظرفیت خطوط برای انتقال انرژی تولیدشده که امکان استفاده از توان حداکثری نیروگاه‌ها را نمی‌دهد (مانع‌ای برای تولید بیشتر)	سطح دو – برق منطقه‌ای (عمده‌فروش)
R3	خطا در پیش‌بینی میزان بار موردنیاز در زمان‌های اوج مصرف (تابستان‌ها) و بروز خاموشی در شبکه	سطح دو – برق منطقه‌ای (عمده‌فروش)
R4	تغییرات ولتاژ ناگهانی در شبکه توزیع و خسارت به تجهیزات برقی مصرف‌کنندگان	سطح سه – شرکت توزیع
R5	فرسودگی شبکه‌های انتقال برق در بعضی از مناطق و بالا رفتن تلفات انرژی	سطح دو و سطح سه
R6	سرقت کابل‌ها و قطعات فلزی دکل‌ها و ایجاد خاموشی در شبکه	سطح دو و سطح سه
R7	عدم انجام به‌موقع تعمیرات اساسی به علت نیاز به افزایش تولید و نبود وقت برای کاهش یا توقف تولید برای تعمیرات	سطح یک – تولیدکننده
R8	قطع برق و اختلال در فرایند تولیدات کارخانه‌های صنعتی	سطح چهار – مشتریان

معیارهای مورداستفاده در روش آراس و وزن آن‌ها برای هر گروه از عوامل بر اساس روش آنتروپی شانون به شرح جدول ۳ است:

جدول (۳): معیارهای مورداستفاده در روش آراس

	C1	C2	C3	C4
عنوان معیار	میزان مدیریت پذیری ریسک	میزان اثر ریسک بر هزینه	احتمال وقوع	قابلیت تشخیص
نوع معیار	مثبت	منفی	منفی	مثبت
وزن معیار	۰.۲۹۴	۰.۲۸۳	۰.۲۲۹	۰.۱۹۴

برای تبدیل معیارهای کیفی، یعنی مقادیر کم، متوسط، زیاد و ... به مقادیر کمی از طیف زیر استفاده می‌شود و عددهای ۲، ۴، ۶ و ۸ ارزش‌های واسطه بین دو ارزش این طیف هستند. معیارهای مورداستفاده در این پژوهش از نوع کیفی می‌باشند که باتوجه‌به مقادیر جدول ۴ به مقادیر کمی تبدیل‌شده‌اند.

جدول (۴): مقادیر طیف‌ها برای تبدیل معیارهای کیفی به کمی

معیارهای مثبت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	خیلی کم		کم		متوسط		زیاد		خیلی زیاد
معیارهای منفی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	خیلی زیاد		زیاد		متوسط		کم		خیلی کم

طبق مراحل بالا اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام می‌شود. لازم به توضیح است R_0 نشان‌دهنده وضعیت ایده‌آل برای هر معیار است که در ابتدای تشکیل ماتریس اولیه تصمیم توسط کارشناسان کارگروه جمع‌سپاری مقادیر آن مشخص‌شده و وارد جدول ۵ می‌گردد. مقادیر بقیه موارد ریسک و اعداد جدول نیز باتوجه‌به ماهیت ریسک و آشنایی کارگروه جمع‌سپاری با نوع ریسک‌ها تعیین گردیده و وارد ماتریس تصمیم شده است.

جدول (۵): ماتریس اولیه تصمیم برای ایده‌ها

	C1	C2	C3	C4
نوع معیار	مثبت	منفی	منفی	مثبت
وزن معیار	۰.۲۹۴	۰.۲۸۳	۰.۲۲۹	۰.۱۹۴
R0	۹	۱	۱	۹
R1	۵	۳	۲	۷
R2	۳	۵	۱	۸
R3	۹	۲	۷	۹
R4	۷	۱	۵	۵
R5	۶	۲	۳	۸
R6	۲	۱	۱	۳
R7	۵	۳	۳	۶
R8	۷	۳	۲	۵

بعد از انجام مراحل بی‌مقیاس کردن و تبدیل به مقادیر بی‌مقیاس وزین، مقادیر تابع بهینگی برای هر یک از گزینه‌ها به شرح جدول ۶ به دست می‌آید:

جدول (۶): ماتریس مقادیر تابع بهینگی برای هر گزینه

	C1	C2	C3	C4	مقادیر تابع بهینگی
	مثبت	منفی	منفی	مثبت	
	۰.۲۹۴	۰.۲۸۳	۰.۲۲۹	۰.۱۹۴	
R0	۰.۰۴۹۹۲۵	۰.۰۵۴۴۲۳	۰.۰۴۵۷۱۳	۰.۰۲۹۱	۰.۱۷۹۱۶۱
R1	۰.۰۲۷۷۳۶	۰.۰۱۸۱۴۱	۰.۰۲۲۸۵۶	۰.۰۲۲۶۳۳	۰.۰۹۱۳۶۷
R2	۰.۰۱۶۶۴۲	۰.۰۱۰۸۸۵	۰.۰۴۵۷۱۳	۰.۰۲۵۸۶۷	۰.۰۹۹۱۰۶
R3	۰.۰۴۹۹۲۵	۰.۰۲۷۲۱۲	۰.۰۰۶۵۳	۰.۰۲۹۱	۰.۱۱۲۷۶۶
R4	۰.۰۳۸۸۳	۰.۰۵۴۴۲۳	۰.۰۰۹۱۴۳	۰.۰۱۶۱۶۷	۰.۱۱۸۵۶۳
R5	۰.۰۳۳۲۸۳	۰.۰۲۷۲۱۲	۰.۰۱۵۲۳۸	۰.۰۲۵۸۶۷	۰.۱۰۱۵۹۹
R6	۰.۰۱۱۰۹۴	۰.۰۵۴۴۲۳	۰.۰۴۵۷۱۳	۰.۰۰۹۷	۰.۱۲۰۹۳
R7	۰.۰۲۷۷۳۶	۰.۰۱۸۱۴۱	۰.۰۱۵۲۳۸	۰.۰۱۹۴	۰.۰۸۰۵۱۵
R8	۰.۰۳۸۸۳	۰.۰۱۸۱۴۱	۰.۰۲۲۸۵۶	۰.۰۱۶۱۶۷	۰.۰۹۵۹۹۴

بعد از محاسبه مقدار بهینه هر گزینه، در این مرحله درجه سودمندی یا مطلوبیت گزینه‌ها محاسبه می‌گردد. مقادیر سودمندی یا مطلوبیت گزینه‌ها در جدول ۷ نشان داده‌شده است.

جدول (۷): تعیین درجه مطلوبیت گزینه‌ها

عنوان	درجه مطلوبیت	رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها
R1	۰.۵۰۹۹۷۱	۷
R2	۰.۵۵۳۱۶۷	۵
R3	۰.۶۲۹۴۱۶	۳
R4	۰.۶۶۱۷۶۷	۲
R5	۰.۵۶۷۰۸۳	۴
R6	۰.۶۷۴۹۸۳	۱
R7	۰.۴۴۹۳۹۹	۸
R8	۰.۵۳۵۸۰۱	۶

باتوجه‌به جدول ۷ ریسک‌های شناسایی‌شده از جمع‌سپاری، رتبه‌بندی شده و به ترتیب اولویت به شرح جدول ۸ می‌باشند:

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

جدول (۸): رتبه‌بندی نهایی ریسک‌ها

رتبه	عنوان ریسک	سطح مرتبط در زنجیره تأمین
۱	سرقت کابل‌ها و قطعات فلزی دکل‌ها و ایجاد خاموشی در شبکه	سطح دو و سطح سه
۲	تغییرات ولتاژ ناگهانی در شبکه توزیع و خسارت به تجهیزات برقی مصرف‌کنندگان	سطح سه - شرکت توزیع
۳	خطا در پیش‌بینی میزان بار موردنیاز در زمان اوج مصرف و بروز خاموشی‌های گسترده در شبکه	سطح دو - برق منطقه‌ای (عمده‌فروش)
۴	فرسودگی شبکه‌های انتقال برق در بعضی از مناطق و بالا رفتن تلفات انرژی	سطح دو و سطح سه
۵	کمبود ظرفیت خطوط برای انتقال انرژی که امکان استفاده از توان حداکثری نیروگاه‌ها را نمی‌دهد	سطح دو - برق منطقه‌ای (عمده‌فروش)
۶	قطع برق و اختلال در فرایند تولیدات کارخانه‌های صنعتی	سطح چهار - مشتریان
۷	کمبود سوخت برای تولید برق در فصل زمستان باتوجه‌به کمبود گاز و استفاده از سوخت‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست	سطح یک - تولیدکننده
۸	عدم انجام به‌موقع تعمیرات اساسی به علت نیاز به افزایش تولید و نبود وقت برای کاهش یا توقف تولید برای تعمیرات	سطح یک - تولیدکننده

۶. بحث و نتیجه‌گیری

زنجیره تأمین برق با محصول نهایی جریان برق در شبکه که یک کالای غیرقابل ذخیره‌سازی است، تعریف می‌شود. در تحقیق حاضر، برای شناسایی ریسک‌های این زنجیره از روش جمع‌سپاری استفاده‌شده است و پس از شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها با استفاده از معیارهای مناسب و روش آراس که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، ریسک‌ها اولویت‌بندی شده‌اند. مدیر زنجیره که در اینجا شرکت مادر تخصصی توانیر است، بستری برای جمع‌سپاری فراهم نمود و با انتشار فراخوان در خصوص شناسایی ریسک‌ها در زنجیره، به جمع‌آوری نظرات از کل سطوح زنجیره پرداخت. در مرحله بعد این ریسک‌ها اولویت‌بندی شدند تا باتوجه‌به درجه اهمیتشان برای برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک زنجیره مدنظر قرار گیرند. چهار معیار برای اولویت‌بندی ریسک‌ها مورداستفاده قرار گرفتند که بر اساس تحقیقات گذشته، نظر خبرگان و مدیران زنجیره در ماتریس تصمیم بکار گرفته شدند. پس از اجرای روش آراس، ریسک «سرقت کابل‌ها و قطعات فلزی دکل‌ها» به‌عنوان پر اولویت‌ترین ریسک مشخص گردید و بقیه ریسک‌ها نیز به ترتیب اولویت مرتب شدند.

باتوجه‌به فهرست رتبه‌بندی شده ریسک‌ها در جدول ۸، بروز سه ریسکی که در بالای فهرست قرار دارند، مستقیماً سطح نهایی زنجیره را با توقف فعالیت‌ها و بروز خسارات مستقیم و غیرمستقیم متأثر می‌کنند و نارضایتی قابل‌توجهی را در بین مصرف‌کنندگان نهایی زنجیره به همراه دارند. باتوجه‌به وابستگی بیش‌ازحد زندگی امروزی و تداوم فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی و اجتماعی به برق، کوچک‌ترین اختلال در تأمین پایدار آن، می‌تواند موجب تشدید نارضایتی‌ها از عملکرد زنجیره و نادیده گرفتن تلاش‌ها و اقدامات مستمر عوامل زنجیره در تولید، انتقال و توزیع را در پی داشته باشد. این موضوع حساسیت و اهمیت اقدامات مرتبط با حوزه مدیریت ریسک را دوچندان می‌کند، زیرا حسن عملکرد وزارت نیرو به‌راحتی با نقصان در تأمین پایدار برق زیر سؤال می‌رود.

نکته قابل‌طرح دیگر در ارتباط با سه ریسک پراولویت صدر فهرست آن است که مجموعه اقدامات پیشگیرانه و جبرانی جهت مقابله با این سه ریسک در مقایسه با سایر ریسک‌های ذکرشده در جدول، به نسبت نیاز به منابع کمتری دارد و درصورتی‌که مجموعه مدیریتی متولی در برنامه‌ها و تمهیدات خود، این موضوع یا به عبارتی فهرست اولویت‌بندی شده ریسک‌ها را در نظر داشته باشند، می‌توانند از منابع محدود در اختیار به شکل مؤثرتری استفاده نموده و اقدامات اثربخش‌تری در جهت بهبود عملکرد زنجیره تأمین برق و کسب رضایتمندی مصرف‌کنندگان داشته باشند.

در ضمن می‌توان خاطر نشان نمود که با توجه به رشد قابلیت و تعداد شرکت‌های دانش بنیان داخلی، امکان ارائه راه حل‌های اساسی‌تر جهت ممانعت کامل از بروز برخی از ریسک‌ها، مخصوصا سه مورد ریسک پراولویت فهرست فوق، بیش از گذشته فراهم شده است. به همین منظور پیشنهاد انجام یک فرآیند جمع‌سپاری از نوع هدایت شده-مشارکتی (که در آن موضوع جمع‌سپاری کاملا خاص و شرکت کنندگان آن هم همه افراد مرتبط با چهار سطح زنجیره تامین است) در ارتباط با مواجه (مقابله) با هر یک از ریسک‌های پراولویت، می‌تواند راهکارها و پیشنهاداتی به همراه داشته باشد که منجر به اقدامی موثر و دائمی برای حذف ریسک‌ها باشد.

درنهایت می‌توان گفت باتوجه‌به اولویت‌های به‌دست‌آمده برای ریسک‌ها، اقدامات پیشگیرانه و کنترلی متناسب باید در برنامه‌ریزی عملیاتی سطوح مختلف زنجیره مدنظر قرار گیرد و برای کاهش تأثیرات نامطلوب آنها تدابیر لازم اندیشه شود. همچنین باتوجه‌به ساختار زنجیره و وجود کمیته‌های نظارت بر عملکرد داخلی در سطوح انتقال و توزیع، می‌توان راهکارهای اجرایی مناسب برای پیشگیری از وقوع این ریسک‌ها را تعریف نمود و با پایش مستمر از طریق کمیته‌های نظارت به‌عنوان بخشی از فرایندهای جاری سازمان، نسبت به پیاده‌سازی آن‌ها اقدام نمود. بدین ترتیب امکان کاهش و کنترل اثر نامطلوب ریسک‌ها و حذف آن‌ها با تمرکز بر ریسک‌های پر اولویت فراهم خواهد شد.

در تحقیقات آینده می‌توان فرایند جمع‌سپاری را به‌صورت متمرکزتر برای هر یک از سطوح زنجیره به‌طور جداگانه طراحی و مورداستفاده قرار داد، همچنین می‌توان موضوعاتی غیر از ریسک‌های زنجیره را به جمع‌سپاری گذاشت. علاوه بر این، می‌توان از سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای این کار استفاده نمود و پاسخ‌ها را مورد ارزیابی قرار داد. ضمن اینکه می‌توان عدم قطعیت های فازی را در تصمیم‌گیری‌ها وارد نمود و از روش‌های فازی برای به دست آوردن نتایج کمک گرفت.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

مراجع:

Abdel-Basset, M., Rehab, M., (2020). A novel plithogenic TOPSIS-CRITIC model for sustainable supply chain risk management. *Journal of cleaner production, 247*, 119586.

Bostani, A., Khademi Hamidi, J., Saiadi, A., (2022), Assessing the safety risk of underground coal mine with the combined method of CRITIC and ARAS, a case study of parvardeh coal mine in tabas .*10th conference of Iran mining engineering* .Tehran.

Benamor, W. D., Labella, A., Frikha, H. M., López, L. M. (2022). Pharmaceutical Supply chain Risk Assessment During COVID-19 Epidemic. *Ifac-papersonline*, *55*(10), pp.2203-2208.

Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7),pp. 2179-2202.

Butdee, S., Phuangsalee, P. (2019). Uncertain risk assessment modelling for bus body manufacturing supply chain using AHP and fuzzy AHP. Procedia Manufacturing, 30,pp. 663-670.

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]

Cunha, L., Ceryno, P., Leiras, A. (2019). Social supply chain risk management: a taxonomy, a framework and a research agenda. *Journal of Cleaner Productio*n, 220,pp. 1101-1110.

Hajiesmaili, M. H., Chen, M., Mallada, E., Chau, C. K. (2017). Crowd-sourced storage-assisted demand response in microgrids. *In Proceedings of the Eighth International Conference on Future Energy Systems*, pp.91-100.

Howe, J. (2006). The rise of crowdsourcing. Wired magazine, 14(6),pp. 176-183.

Qazi, A., Simsekler,M.C.E.& Formaneck, S. (2023). Supply chain risk network value at risk assessment using Bayesian belief networks and Monte carlo simulation. *Annals of Operations Research*,322,pp. 241-272.

Rafi-Ul-Shan, P. M., Bashiri, M., kamal, M,M., Mangla, S. K. & Tjahjono.B. (2024). An Analysis of Fuzzy Group Decision making to adopt emerging technologies for fashion supply chain risk management . *IEEE Transaction on Engineering management* ,71,pp. 8469-8487.

Xu, Y., Ribeiro-Soriano, D. E., Gonzalez-Garcia, J. (2015). Crowdsourcing, innovation and firm performance. *Management Decision*, 53(6),pp. 1158-1169.

Zavadskas, E. K., and Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and economic development of economy*, 16(2), pp.159-172.

Zheng, L.J., Islam, N., Zhang, J.Z., Behl, A., Wang,X.and Papadopoulos,T. (2025). Aligning risk and value creation:a process model of supply chain risk management in geopolitical disruption. *International Journal of Operations & Production Management*,

ابراهیمی‌مقدم، م. (۱۴۰۰). *شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین (مطالعه موردی شرکت ایران‌خودرو)*. کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع. تهران.

اسکندری دستگیری، س، (۱۴۰۰). ارزیابی عوامل ریسک در زنجیره تأمین به‌منظور انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت پوشاک ورزشی، *مجله مدیریت و رفتار سازمانی در ورزش، ۱۰*(۱)، صص۱۰۵-۸۷.

اصغری، ح؛ اسکندری، م، (۱۴۰۳). ارزیابی ریسک زنجیره تامین شرکت‌های کوچک و متوسط در اثر تهدیدات اقتصادی با رویکرد یکپارچه فازی ، *پدافند غیرعامل*، ۱۵(۳)، صص۵۳-۳۹.

بابازاده رفیعی، ا؛ سهرابی، ط؛ معتمدی، م؛ درویش متولی، م.ح، (۱۴۰۲). شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین خون در شرایط پاندمی کرونا، *فصلنامه پژوهشی خون*، ۲۰(۲) ، صص۱۲۲-۱۱۱.

پورجواد، س؛ خوشاب، س؛ فرح گل، پ؛ رضایی، ق، (۱۴۰۰). ارزیابی عوامل ریسک زنجیره تأمین با استفاده از روش AHP فازی، *اندیشه آماد*، ۲۰، صص ۱۳۶-۱۰۷.

تیموری، ا؛ علیرضایی، ا؛ بهرامی، ا، (۱۳۹۶). *رتبه‌بندی ریسک در صنعت برق با استفاده از FMEA و تحلیل پوششی داده*، نهمین کنفرانس بین‌المللی تحلیل پوششی داده، بجنورد.

جعفری اسکندری، م؛ امامی سلوط، ه، (۱۴۰۰). مدل بهینه‌سازی چندهدفه برای ارزیابی ریسک در زنجیره تأمین حلقه بسته تحت شرایط عدم قطعیت در پارامترها: با استفاده از رویکرد ارزش ریسک محدود، *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۰(۶۶)، صص ۲۹۸-۲۵۱.

حسنی، م؛ حبیبی ساروی، ر، (۱۳۹۸). *ارزیابی ریسک در زنجیره تأمین عملیات امدادی*، نهمین کنگره بین‌المللی سلامت در حوادث و بلایا، تهران.

حسین زاده، م؛ مهرگان، م؛ قمی، م، (۱۳۹۸). شناسایی و تحلیل ریسک زنجیره تأمین شرکت خودروسازی سایپا با استفاده از مدل COSO و تحلیل شبکه اجتماعی SNA، *مدیریت تولید و عملیات*، ۱۰ (۱)، صص ۱۳۲-۱۱۱.

حیاتی، م؛ عطایی، م؛ صیادی؛ ا، (۱۳۹۳). ارائه مدلی برای ارزیابی ریسک‌های زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۱۲(۳۴)، صص ۴۰-۱۹.

رزق ده، ک؛ شکوه‌یار، س،۱۴۰۱. *پایداری زنجیره تامین شبکه های مخابراتی با ارزیابی ریسک ها به روشFMEA*، دومین کنفرانس بین المللی معماری، عمران، شهرسازی، محیط زیست و افق‌های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب، تبریز.

صمیمی، م؛ طاهری، س؛ فرزادی، س، (۱۴۰۱). شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین در کتابخانه‌های دیجیتال دانشگاه‌های دولتی شهر تهران بر اساس استاندارد ISO۳۱۰۰۰، *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۷(۳)، صص ۷۸۰-۷۴۹.

شاکری‌کناری، ا؛ ولی‌پور خطیر، م؛ صفایی قادیکلایی،، ع، (۱۳۹۸). تعیین استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات با استفاده از سیستم استنتاج فازی چند مرحله‌ای (مورد مطالعه: نیروگاه برق شهید سلیمی نکا)، *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۱۷(۵۴)، صص ۳۲۵-۲۹۱.

شهرکی، ع؛ قربانی، م؛ اصغرپور ماسوله، ع، (۱۴۰۰). ادغام ارزیابی ریسک و مدیریت و اندازه‌گیری عملکرد در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی عامل بنیان. *مجله اقتصاد کشاورزی*، ۱۵(۳)، صص ۵۴-۲۱.

فتحی، ر؛ عباسیان، ع، (۱۳۹۹). شناسایی و بررسی تحلیل ریسک‌های موجود در مدیریت زنجیره تأمین خطوط انتقال گاز با رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری گروهی غیرقطعی. *فصلنامه علمی جامعه‌شناسی سیاسی ایران*، ۴(۱۲)، صص ۲۰۷۵-۲۰۵۹.

کریمیان، س؛ سموئی، پ، (۱۴۰۰). *الگوی دومرحله‌ای انتخاب تأمین‌کننده و برنامه‌ریزی اقلام مصرفی اتاق عمل با استفاده از روش ARAS و اپسیلون محدودیت تکامل‌یافته*، هفتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و سیستم مشهد.

قرقچیان، م؛ عادلی، ا؛ صفا، م؛ پورفخاران، م. ر، (۱۴۰۱). ارائه چارچوبی برای شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین بزرگ. *علوم و فناوری محیطی*، ۲۴ (۴)، صص ۱-۱۵.

نخعی‌نژاد، م؛ صفاری، م، (۱۳۹۸). شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های تکنولوژی در حوزهٔ توزیع انرژی گاز طبیعی با رویکرد تلفیقی FMEA و TOPSIS مطالعهٔ موردی: شرکت گاز استان چهارمحال و بختیاری، *پژوهش در مدیریت تولید و عملیات*، ۱۰(۲)، صص ۱۵۹-۱۴۳.

[1] Additive Ratio Assessment (ARAS)

[2] Fuzzy DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory)

[3] Fuzzy Technique for order of Preference by similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)

[4] Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC)

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-05-27]