Journal of Industrial Management Studies
Vol. 20, No.65, Summer 2022
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/JIMS.2022.66299.2767

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 2022/04/13
Received: 2022/ 02/15
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Identifying and Ranking Suppliers' Resilience Evaluation Criteria in the Natural Stone Industry

Mojtaba Hajian Heidary * — Assistant Professor of Industrial Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Maede Mirzaaliyan — M.Sc. student in Industrial Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

In today's markets that industries have faced different risks and disruptions, selecting the appropriate and resilient supplier has become a strategic factor for the success and sustainability of organizations in a turbulent and competitive business environment and has attracted much attention from researchers and practitioners. The natural stone industry is one of the most important industries in Iran. Hence, this study aims to identify and rank the evaluation criteria of resiliency in a real case study of natural stone industry. Gathering the criteria was done based on the previous related literature and in order to confirm the identified criteria, a survey of 10 stone industry experts was conducted using the fuzzy Delphi method. Consequently, 20 criteria was approved. In order to rank the approved criteria, the best-worst method (BWM) was used. The results showed that flexibility, velocity and financial performance are the most important suppliers' resiliency evaluation criteria in the stone industry, respectively.

Keywords: Resiliency, Multi Criteria Decision Making (MCDM), Best-Worst Method (BWM), Fuzzy Delphi Method, Natural Stone Industry.

* Corresponding Author: hajianheidary@atu.ac.ir
How to Cite: Hajian Heidary, M., Mirzaaliyan, M. (2022). Identifying and Ranking Suppliers' Resilience Evaluation Criteria in the Natural Stone Industry, *Journal of Industrial Management Studies*, 20(65), 113-142.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۴

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیستم، شماره ۶۵، تابستان ۱۴۰۱، ص ۱۱۳ تا ۱۴۲

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/JIMS.2022.66299.2767

شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ طبیعی ساختمان

مجتبی حاجیان حیدری * استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

مائده میرزاعلیان دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

چکیده

در دنیای امروزی که صنایع با ریسک‌ها و اختلالات مختلفی روبرو هستند، انتخاب تأمین‌کننده مناسب و درعین‌حال تاب‌آور به یک عامل استراتژیک برای موفقیت و تداوم سازمان‌ها در محیط متلاطم و رقابتی کسب‌وکار تبدیل شده است و توجه بسیاری را از طرف پژوهشگران و صاحبان کسب‌وکار به خود جلب کرده است. با توجه به اهمیت موضوع، هدف پژوهش حاضر شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ طبیعی ساختمان است. شناسایی معیارها از طریق بررسی پژوهش‌های پیشین صورت‌گرفته در این زمینه انجام شد و جهت تأیید معیارهای شناسایی‌شده به نظرسنجی از ۱۰ نفر از خبرگان صنعت سنگ با استفاده از پرسشنامه روش دلفی فازی پرداخته شد. از ۳۱ معیار شناسایی‌شده، ۲۰ معیار تأیید نهایی شدند. به‌منظور رتبه‌بندی معیارهای تأییدشده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که معیارهای انعطاف‌پذیری، سرعت و عملکرد مالی به‌ترتیب بااهمیت‌ترین معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ هستند.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش بهترین-بدترین، روش دلفی فازی، صنعت سنگ طبیعی ساختمان.

* نویسنده مسئول: hajianheidary@atu.ac.ir

مقدمه

در عصر حاضر که کسب‌وکارها به‌طور مداوم با تغییرات متعدد و عدم قطعیت روبرو هستند، آسیب‌پذیری زنجیره‌تأمین به یکی از نگرانی‌های اصلی سازمان‌ها تبدیل شده است. افزایش اندازه و پیچیدگی زنجیره‌های تأمین، همراه با جهانی‌شدن و روندهای غیرقابل‌پیش‌بینی بازار، ریسک‌های مرتبط با زنجیره‌تأمین یک سازمان را بسیار افزایش داده است. این ریسک‌ها که ممکن است شامل حوادث طبیعی، تروریسم، حملات سایبری و تنگناهای اعتباری، تحریم و ... باشند، در صورت عدم مدیریت مناسب می‌تواند منجر به کاهش شدید بهره‌وری، کاهش درآمد، از دست دادن مزیت رقابتی و سودآوری شود.

صنایع مختلف با ریسک‌های متفاوتی روبرو هستند؛ خطراتی که ممکن است در کارخانه‌های سنگ‌بری روی دهند عبارت‌اند از: سقوط بلوک‌های سنگی، سایش سیم‌ها و کابل‌ها، آتش‌سوزی‌های ناشی از اختلالات الکترونیکی، خرابی دستگاه‌ها، حمل مواد اولیه سنگین (ازفیرات و همکاران، ۲۰۱۷). به‌منظور مقابله با این ریسک‌ها، زنجیره‌های تأمین باید طوری طراحی شوند که در برابر اختلالات مقاومت کنند، پاسخی کارآمد و مؤثر ارائه دهند و پس از وقوع اختلال بتوانند به حالت اولیه خود و یا حتی بهتر از آن بازگردند (گنگولی و همکاران، ۲۰۱۸).

تاب‌آوری به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا اختلالات زنجیره‌تأمین را مدیریت کرده و محصولات و خدمات خود را به مشتری ارائه دهند (گنگولی و همکاران، ۲۰۱۸). تاب‌آوری زنجیره‌تأمین به توانایی زنجیره‌تأمین برای واکنش به پیامدهای منفی رویدادهای غیرمنتظره و بازگشت سریع به حالت اولیه خود (وضعیت قبل از اختلال) یا حرکت به بهترین حالت جدید پس از اختلال اشاره دارد. هدف تاب‌آوری زنجیره‌تأمین توسعه توانایی مقابله و پاسخگویی به اختلالات است. تاب‌آوری زنجیره‌تأمین به دلیل افزایش عدم‌قطعیت، به‌عنوان ویژگی رقابتی زنجیره‌های‌تأمین محسوب می‌شود (گنگولی و همکاران، ۲۰۱۸).

انتخاب تأمین‌کنندگانی که مناسب بوده و از تاب‌آوری مطلوبی نیز برخوردار باشند، باعث کاهش زمان‌های تأخیر و هزینه‌های شرکت به میزان زیادی می‌شوند و از طرفی باعث افزایش توانایی حفظ و تداوم کسب‌وکار و پیرو آن افزایش رقابت‌پذیری سازمان و رضایت مشتریان خواهد شد (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۵).

ازاین‌رو باتوجه به اهمیت موضوع، در تحقیق پیش رو معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان صنعت سنگ ساختمان، بر اساس روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین، شناسایی و رتبه‌بندی شده‌اند. برای این منظور ابتدا معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در این صنعت بامطالعه تحقیقات پیشین شناسایی می‌شوند، سپس جهت تأیید معیارهای شناسایی‌شده، به نظرسنجی از خبرگان با استفاده از پرسشنامه روش دلفی فازی می‌پردازیم و در آخر وزن‌های معیارهای تأییدشده با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین به دست می‌آید و ارجح‌ترین معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان مشخص می‌شوند.

پیشینه پژوهش

باوجود انجام پژوهش‌های متعدد در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور در صنایع مختلف، هیچ پژوهشی درباره انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ ساختمان صورت نپذیرفته است. در ادامه به مهم‌ترین پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه در صنایع مختلف پرداخته شده است. همچنین برخی تعاریف مهم تاب‌آوری در جدول ۱ جمع‌آوری شده‌اند.

محمد و همکاران (۲۰۱۸)، به ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای عمومی، سبز و تاب‌آور با استفاده از الگوریتم فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی از طریق یک مطالعه موردی پرداختند. صاحب‌جام‌نیا (۲۰۲۰) به ارائه یک مدل یکپارچه برای انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور و تخصیص سفارش با استفاده از معیارهای کیفیت، تحویل، فناوری، تداوم و شایستگی‌های زیست‌محیطی پرداختند و از روش‌های

تصمیم‌گیری فازی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای برای بررسی عملکرد تأمین‌کنندگان استفاده کردند.

افراسیابی و همکاران (۲۰۲۲) برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار-تاب‌آور، یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی فازی را پیشنهاد کردند که شامل روش بهترین-بدترین فازی جهت وزن‌دهی به معیارها و ترکیب روش‌های تحلیل رابطه خاکستری و تاپسیس برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در یک محیط فازی بود. برای ارزیابی تأمین‌کنندگان آن‌ها از ۴ معیار اصلی و ۱۶ زیرمعیار استفاده نمودند و نتایج حاکی از آن بود که کنترل آلودگی، سیستم مدیریت زیست‌محیطی و آگاهی از ریسک به‌عنوان تأثیرگذارترین معیارها شناخته شدند.

فرهادی و همکاران (۱۳۹۹) به شناسایی و رتبه‌بندی مؤلفه‌های انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور در صنعت فولاد چهارمحال و بختیاری با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و روش تحلیلتم پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که مؤلفه‌های انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور شامل چابکی، ایمنی و مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی، انعطاف‌پذیری، تحویل، کیفیت و تکنولوژی و فناوری اطلاعات هستند. لانگ و همکاران (۲۰۲۲) به انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی پرداختند. بدین منظور آن‌ها هفت معیار تاب‌آوری شامل: کیفیت، زمان تأخیر، هزینه، انعطاف‌پذیری، رویت‌پذیری، پاسخگویی و ثبات مالی را شناسایی کرده و از نظرات پنج متخصص استفاده نمودند. آن‌ها برای تعیین سطوح اهمیت معیارها از روش GRA، برای تعیین وزن معیارها از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین به همراه آزمون همسانی و برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان از روش تاپسیس استفاده نمودند.

پیپرانی و همکاران (۲۰۲۰) به شناسایی و رتبه‌بندی مؤلفه‌های تاب‌آوری در لایه‌های مختلف زنجیره‌تأمین در صنعت نساجی پاکستان پرداختند. آن‌ها ابتدا بامطالعه ادبیات و تشکیل گروه خبرگان، مؤلفه‌های تاب‌آوری را شناسایی نمودند سپس با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به رتبه‌بندی مؤلفه‌های شناسایی‌شده در مرحله اول، پرداختند.

نصراللهی و همکاران (۲۰۲۱) به شناسایی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور و تحلیل تعاملات بین آن‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل مدل‌سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی پرداختند. نتایج نشان دادند که معیارهای خدمات، کیفیت، روابط، ظرفیت تطبیقی و پاسخگویی به‌عنوان وابسته‌ترین معیارهای انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور شناسایی شدند. داوودآبادی و همکاران (۲۰۲۰) به ارائه یک مدل اندازه‌گیری کارایی یکپارچه جدید که تکنیک‌های آماری، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی ریاضی را برای تحلیل تأمین‌کننده تاب‌آور ترکیب می‌کند، پرداختند. آن‌ها از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای کاهش ابعاد و همبستگی بین معیارها استفاده کردند. علاوه بر این، از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها، آنتروپی و قضاوت تصمیم گیرندگان (DMs) به‌طور هم‌زمان برای تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده نمودند.

توانا و همکاران (۲۰۲۱) به ارائه یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌ای دو هدفه برای انتخاب مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان تاب‌آور و تخصیص بهینه تقاضا در یک زنجیره تأمین خودرو تحت شرایط ریسک پرداختند. علاوه بر این، آن‌ها از روش خوشه‌بندی k-means برای خوشه‌بندی و کاهش تعداد سناریوهای اختلال و از روش محدودیت اپسیلون افزوده برای حل مدل ارائه‌شده استفاده کردند. نتایج نشان دادند که برنامه‌ریزی اقتضایی می‌تواند اثر مخاطرات اختلال را کاهش دهد و همچنین استراتژی منطقه بندی زنجیره تأمین در کاهش اثرات اختلالات زیست‌محیطی مهم است.

جعفرنژاد و همکاران (۱۳۹۵) به شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین–بدترین در گروه صنعتی اورند پرداختند. نتایج نشان دادند که معیارهای چابکی، افزونگی و مشاهده‌پذیری به ترتیب مهم‌ترین معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان می‌باشند. پرامانیک و همکاران (۲۰۲۰) به تعیین و انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و پایدار جهت کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و حداکثرسازی ارزش ایجادشده برای مشتریان و ایجاد روابط بلندمدت با مشتریان و تأمین‌کنندگان و همچنین ایجاد یک زنجیره‌تأمین تاب‌آور در

صنعت خودروسازی با استفاده از روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی جدید و روش ارزیابی نسبت افزودنی فازی با آنتروپی فازی به‌منظور وزن‌دهی به معیارها پرداختند. معیارهای اصلی پژوهش شامل معیارهای استراتژیک تاب‌آوری، معیارهای اطلاعاتی تاب‌آوری، معیارهای عمومی تاب‌آوری، معیارهای بحرانی و معیارهای خارجی تاب‌آوری بودند.

جدول ۱. تعاریف تاب‌آوری زنجیره‌تأمین

تعریف تاب‌آوری زنجیره‌تأمین	نویسندگان و سال
زنجیره‌های تأمین تاب‌آور توانایی مقاومت در برابر موارد غیرمنتظره را دارند.	کیم و همکاران (۲۰۱۵)
تاب‌آوری، یک استراتژی تجاری معقول است تا از یک نقطه شکست به‌دلیل خطر پیش‌بینی‌نشده (با احتمال کم و هزینه بالا) جلوگیری کند.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
تاب‌آوری به توانایی زنجیره تأمین برای کنار آمدن با اختلالات غیر منتظره اشاره دارد. تاب‌آوری زنجیره‌تأمین مربوط به توانایی سیستم برای بازگشت به حالت اولیه خود یا به حالت مطلوب‌تر جدید، پس از تجربه اختلال و جلوگیری از بروز حالت‌های خرابی است.	کابرال و همکاران (۲۰۱۲)
تاب‌آوری به توانایی اجزای زنجیره‌تأمین برای بقا، سازگاری و رشد در مواجهه با تغییرات و عدم قطعیت اشاره دارد.	فیکسل (۲۰۱۵)
تاب‌آوری زنجیره‌تأمین به‌عنوان توانایی زنجیره برای بازگشت به وضعیت نرمال، در یک بازه زمانی قابل‌قبول پس از اختلال تعریف شده است.	رالستون و بلکهرست (۲۰۲۰)
تاب‌آوری زنجیره‌تأمین به توسعه توانایی‌های سیستم برای بقا و سازگاری در محیط‌های پویا و دستیابی به عملکرد قابل‌قبول در صورت بروز اختلالات شدید اشاره دارد.	ایوانو (۲۰۱۷)
توانایی شبکه زنجیره‌تأمین یک شرکت برای مقابله با اختلالات و سپس بازگشت به وضعیت اولیه خود.	آتتس و بیتیتسی (۲۰۱۱)
توانایی واکنش نشان دادن به اثرات منفی ناشی از اختلالات ایجادشده در یک‌لحظه معین به‌منظور حفظ اهداف زنجیره تأمین.	باروسو و همکاران (۲۰۱۵)
توانایی یک سیستم برای بازگشت به حالت اولیه در مدت‌زمان قابل‌قبول، پس از ایجاد اختلال.	براندون- جونز و همکاران (۲۰۱۴)
توانایی یک سیستم زنجیره‌تأمین برای کاهش احتمال‌وقوع اختلال، کاهش پیامدهای این اختلالات پس از وقوع و کاهش زمان بازیابی عملکرد عادی.	فالاسکا و همکاران (۲۰۰۸)

معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان

به‌منظور شناسایی و تأیید معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان، ۳۱ معیار با مطالعه پژوهش‌های گذشته استخراج شد که در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۲. معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان

معیار	تعریف	منبع/منابع
آگاهی از موقعیت[1]	آگاهی از موقعیت، توانایی درک و پیش‌بینی اختلال احتمالی است. چنین توانایی مستلزم آگاهی از آسیب‌پذیری‌های زنجیره‌تأمین و به اشتراک‌گذاری اطلاعات است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
مشاهده‌پذیری[2]	مشاهده‌پذیری شامل استفاده از فناوری اطلاعات برای شفاف‌سازی اطلاعات و آگاهی از وضعیت فعلی زنجیره تأمین است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛ سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)؛ محمد و همکاران (۲۰۱۸)؛
امنیت[3]	امنیت شامل زمینه‌هایی مانند امنیت پرسنل، امنیت فیزیکی و امنیت سایبری می‌باشد.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
افزونگی[4]	افزونگی شامل حفظ ظرفیت اضافی، ذخیره ایمنی، تأمین‌کنندگان متعدد و سایت‌های پشتیبان برای مواجهه با اختلال است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛ سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
چابکی[5]	چابکی توانایی پاسخگویی سریع به تغییرات غیرقابل‌پیش‌بینی عرضه و تقاضا در بازار است؛ زیرا نیازهای مشتری به‌طور مداوم در حال تغییر است.	محمد و همکاران (۲۰۱۸)؛ هان و همکاران (۲۰۲۰)؛
همکاری[6]	همکاری شامل تبادل اطلاعات و استفاده از دانش مشترک برای کاهش عدم‌قطعیت و افزایش مشاهده‌پذیری و سطح خدمت‌دهی به مشتریان است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)

1. Situation Awareness
2. Visibility
3. Security
4. Redundancy
5. Agility
6. Collaboration

معیار	تعریف	منبع/منابع
انعطاف‌پذیری[1]	انعطاف‌پذیری به‌عنوان توانایی سازگاری و تطابق سریع با یک اختلال و نه صرفاً تحمل آسیب ناشی از اختلال تعریف می‌شود.	محمد و همکاران (۲۰۱۸)؛ هان و همکاران (۲۰۲۰)؛
رهبری[2]	منظور از رهبری، مدیریت اجرایی شرکت‌ها است که مستلزم حمایت مدیران عالی، مشارکت کارکنان و تصمیم گیری با کیفیت بالا است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
مدیریت دانش[3]	مدیریت دانش توانایی یادگیری از تغییرات ناشی از اختلال برای توسعه برنامه‌ها و ارائه راه‌حل‌های بهتر برای اختلال‌های احتمالی آینده است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛
برنامه‌ریزی اقتضایی[4]	برنامه‌ریزی اقتضایی با ارزیابی فرآیندهایی مانند پیکربندی مجدد زنجیره تأمین، تجزیه‌وتحلیل سناریو و پیکربندی مجدد منابع، توانایی بازگشت به حالت نرمال را افزایش می‌دهد.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
موقعیت بازار[5]	موقعیت بازار مربوط به چشم‌اندازهای مالی ازجمله قدرت مالی و سهم بازار است.	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛
سرعت[6]	سرعت زنجیره تأمین در بازگشت به وضعیت نرمال خود پس از وقوع اختلال.	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛
تسهیم اطلاعات[7]	تبادل اطلاعات بین اعضای زنجیره‌تأمین به کاهش خطرات ناشی از بروز اختلال کمک می‌کند.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)؛ هان و همکاران (۲۰۲۰)
توسعه سریع فناوری[8]	توانایی تأمین‌کنندگان در به‌کارگیری فناوری‌های جدید.	پرامانیک‌وهمکاران، ۲۰۱۹
ذخیره ایمنی[9]	میزان اضافه موجودی انبار برای جلوگیری از کمبودهای احتمالی.	پرامانیک‌وهمکاران (۲۰۱۹)؛ سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
پاسخگویی[10]	قدرت پاسخگویی تأمین‌کنندگان به اختلالات و	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛

1. Flexibility
2. Leadership
3. Knowledge Management
4. Contingency Planning
5. Market Situation
6. Velocity
7. Information Sharing
8. Rapid development of technology
9. Safety Stock
10. Responsiveness

معیار	تعریف	منبع/منابع
	رویدادهای غیرقابل‌پیش‌بینی	
بازسازی[1]	طراحی مجدد زنجیره‌تأمین و تنظیم مجدد منابع پس از اتمام اختلال	هان و همکاران (۲۰۲۰)؛
روابط[2]	مدیریت روابط بین تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروشان و مشتریان نهایی هم در شرایط عادی و هم در زمان اختلال.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
عملکرد مالی[3]	بررسی میزان سود، هزینه‌ها و جریمه‌ها	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
مدت‌زمان بهبود[4]	مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا سیستم به حالت اولیه قبل از ایجاد اختلال بازگردد.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
بهره‌برداری از منابع[5]	میزان استفاده از منابع (ماشین‌آلات و تجهیزات، فضای در دسترس و نیروی انسانی)	هان و همکاران (۲۰۲۰)
زمان تأخیر[6]	مدت‌زمان بین دریافت سفارش تا تحویل کالا به مشتری را زمان تأخیر گویند. هرچه این زمان طولانی‌تر باشد، احتمال آسیب‌پذیری زنجیره‌تأمین در برابر اختلالات افزایش می‌یابد.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)؛ محمد و همکاران (۲۰۱۸)
توانمندی[7]	استحکام به‌معنی توانایی پیش‌بینی ریسک‌ها در زنجیره تأمین است و هدف آن فراهم‌کردن ابزار، مهارت‌ها، رویه‌ها و قوانین برای جلوگیری از ریسک‌های احتمالی و یا به‌حداقل‌رساندن آسیب‌های ناشی از خطرات می‌باشد.	محمد و همکاران (۲۰۱۸)؛ هان و همکاران (۲۰۲۰)
نرخ نقص محصولات[8]	تعداد محصولات معیوب مشاهده‌شده تقسیم بر تعداد کل محصولات بازرسی‌شده در یک دوره زمانی مشخص.	صاحب‌جام‌نیا (۲۰۲۰)
پیچیدگی[9]	پیچیدگی ساختاری زنجیره‌تأمین به‌طور مثبت با افزایش عملکرد و قابلیت تاب‌آوری زنجیره‌تأمین پس از رویداد مخرب مرتبط است.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)

1. Reconfiguration
2. Relationships
3. Financial Performance
4. Recovery time
5. Resource utilisation
6. Lead time
7. Robustness
8. Defect rate
9. Complexity

معیار	تعریف	منبع/منابع
سطح خدمت‌دهی[1]	تعداد تقاضاهای پاسخ‌داده‌شده تقسیم‌بر تعداد کل تقاضاهای دریافت شده در یک دوره مشخص	محمد و همکاران (۲۰۲۰)؛ سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
فرهنگ مدیریت ریسک[2]	حصول اطمینان از پذیرش مدیریت ریسک توسط اجزای زنجیره‌تأمین و فرهنگ‌سازی آن در سازمان.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
فاصله[3]	مسافت‌های طولانی میان شرکت و تأمین‌کنندگان ریسک بروز اختلالات را افزایش می‌دهد.	هان و همکاران (۲۰۲۰)
مدیریت منابع انسانی[4]	آموزش کارکنان در برخورد با رویدادهای خطرناک و ایجاد گروه‌های چندوظیفه‌ای.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)
پایداری[5]	پایداری بر به حداقل رساندن آسیب‌های زیست‌محیطی، نابرابری‌ها و فجایع و افزایش توجه به مسائل اخلاقی تمرکز دارد و منجر به افزایش تاب‌آوری زنجیره‌تأمین می‌شود.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)؛ محمد و همکاران (۲۰۱۸)
اعتماد[6]	وجود اعتماد متقابل در بین شرکا و اعضای نجیره‌تامین منجر به برنامه‌ریزی و مدیریت کارآمد قبل از وقوع اختلال و درنتیجه ارائه پاسخ کارآمد به اختلالات زنجیره‌تأمین می‌شود.	سنتوبلی و همکاران (۲۰۲۰)؛ هان و همکاران (۲۰۲۰)

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از منظر هدف تحلیلی، از منظر نتایج کاربردی و ازنظر جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی-پیمایشی است؛ زیرا به شناسایی و توصیف معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ ساختمان می‌پردازد. همچنین در این پژوهش از روش مطالعه میدانی برای توزیع پرسشنامه در میان خبرگان صنعت سنگ برای تأیید و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان این صنعت استفاده شده است. به‌منظور تأیید معیارهای شناسایی‌شده از روش دلفی فازی و برای رتبه‌بندی معیارهای

1. Service level
2. Risk Management Culture
3. Distance
4. Human Resource Management
5. Sustainability
6. Trust

تأییدشده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین استفاده شده است.

تکنیک دلفی فازی

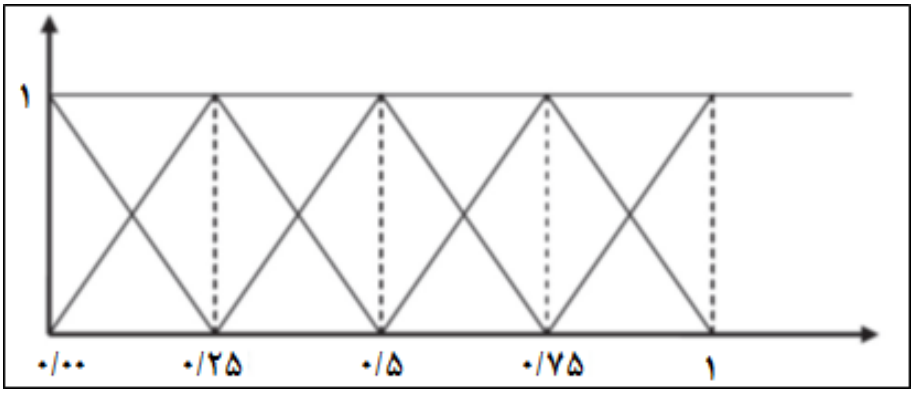
روش دلفی فازی یک تکنیک پیمایشی مبنی‌بر نظرات خبرگان است که توسط موری و همکاران در سال ۱۹۸۵ ارئه شد و به ترکیب روش دلفی و تئوری فازی برای دستیابی به اجماع از طریق مقابله با ابهام و عدم قطعیت قضاوت‌های متخصصان می‌پردازد تا کارایی و کیفیت روش دلفی سنتی را از طریق نظریه مجموعه‌های فازی بهبود بخشد؛ این روش در موقعیت‌هایی کاربرد دارد که در آن‌ها انسان‌ها نمی‌توانند قضاوت‌ها و ترجیحاتشان را با اعداد کمی و قطعی و به‌طور دقیق توصیف‌کنند و به‌عبارتی نظرات خبرگان تحت تأثیر نظرات سایر خبرگان قرار می‌گیرند (ریورا و همکاران، ۲۰۲۱). در تکنیک دلفی فازی، نظر هرکدام از متخصصان برای دستیابی به یک اجماع در نظر گرفته‌شده و نظرات یکپارچه می‌شوند و مواردی از قبیل کاهش زمان بررسی و هزینه‌های تصمیم‌گیری، از مزایای این روش به شمار می‌روند (ریورا و همکاران، ۲۰۲۱). روش دلفی‌فازی در کسب‌وکارها و صنایع مختلف برای بررسی معیارهای اصلی و اهمیت پارامترها مورداستفاده قرار گرفته است (مبروک، ۲۰۲۱)؛ مانند: ارزیابی فناوری‌های تولید هیدروژن (چنگ و همکاران، ۲۰۱۱)، شناسایی و تجزیه‌وتحلیل موانع در لجستیک معکوس، تأیید شاخص‌های آمادگی شش سیگما (کلیجی و همکاران، ۲۰۱۸)، تأیید شاخص‌های بوم‌گردی پایدار (اکامپو و همکاران، ۲۰۱۸)، شناسایی عوامل مهم و مؤثر بر همکاری دانشگاه و صنعت (مصیبی و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین در پژوهش حاضر از روش دلفی‌فازی برای تأیید معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان زنجیره‌تأمین سنگ طبیعی ساختمان که با استفاده از مطالعه تحقیقات گذشته شناسایی شده‌اند، استفاده شده است. الگوریتم روش دلفی فازی شامل مراحل زیر است (اُکامپو و همکاران، ۲۰۱۸. مبروک، ۲۰۲۱):

گام ۱. شناسایی و جمع‌آوری معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان با مرور جامع ادبیات پژوهش.

گام ۲. جمع‌آوری نظرات خبرگان: در این مرحله معیارهای شناسایی‌شده در مرحله قبل، جهت تعیین مرتبط بودن با موضوع اصلی پژوهش از طریق پرسشنامه دلفی فازی توسط خبرگان بررسی می‌شوند که در این پرسشنامه از عبارت‌های کلامی جدول ۳، جهت بیان اهمیت هر معیار استفاده شده است. اعداد فازی دارای انواع گوناگونی مانند اعداد فازی مثلثی، ذوزنقه‌ای و نمایی هستند؛ در پژوهش حاضر از اعداد فازی مثلثی که به علت سهولت در فهم آن‌ها، موردتوجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته‌اند، استفاده شده است. $\tilde{M}=(l,m,u)$ یک عدد فازی مثلثی است و l و m و u به ترتیب بیانگر کوچک‌ترین، محتمل‌ترین و بزرگ‌ترین مقدار ممکن هستند (شکل ۱).

جدول ۳. عبارت‌های کلامی و اعداد فازی مثلثی مربوطه در مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت

عبارت کلامی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
عدد فازی	(۰،۰،۰,۲۵)	(۰،۰,۲۵،۰,۵)	(۰,۲۵،۰,۵،۰,۷۵)	(۰,۵،۰,۷۵،۱)	(۰,۷۵،۱،۱)



شکل ۱. توابع عضویت فازی مثلثی

گام ۳. با استفاده از روابط زیر به محاسبه عدد فازی مثلثی برای هر معیار می‌پردازیم:

در روابط زیر، اندیس‌ها و متغیرها به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

i: فرد خبره

j: معیار ارزیابی

v: ارزش فازی اکتسابی هر معیار توسط هر تصمیم‌گیرنده

v_j:میانگین فازی ارزش هر معیار

رابطه (۱) $v = (x_{ij};\ y_{ij};\ z_{ij}) \qquad i = 1, 2, 3, \dots, n\ ; j = 1, 2, 3, \dots, m$

رابطه (۲) $v_j = (x_j;\ y_j;\ z_j) = \left(\min(x_{ij}), (\prod_1^n yij)^{1/n}, max\ (x_{ij})\right)$

گام ۴. دی‌فازی سازی: با استفاده از رابطه زیر، میانگین فازی ارزش هر معیار که در مرحله قبل محاسبه شد، به روش مرکز ثقل، دی‌فازی می‌شود.

رابطه (۳) $Crisp = \frac{x+2Y+z}{4}$

گام ۵. تأیید یا عدم‌تأیید معیارها: اگر مقدار دی‌فازی‌شده بیشتر از مقدار آستانه باشد، معیار موردنظر پذیرفته‌شده و به مرحله اصلی تصمیم‌گیری انتقال می‌یابد ولی اگر مقدار دی‌فازی شده کمتر از مقدار آستانه باشد، معیار موردنظر رد می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار آستانه از راه‌های مختلفی محاسبه می‌شود که میانگین ارزش معیارها یکی از روش‌های قابل‌اتکا برای محاسبه مقدار آستانه به‌شمار می‌رود.

روش بهترین–بدترین (BWM)

در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تعدادی گزینه باتوجه به تعدادی معیار مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا بهترین گزینه انتخاب شود. بر اساس روش بهترین- بدترین که در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی ارائه شده است، بهترین و بدترین معیار توسط تصمیم‌گیرنده انتخاب‌شده و مقایسه زوجی بین بهترین معیار و سایر معیارها و همچنین بین سایر معیارها و بدترین معیار صورت می‌پذیرد؛ سپس یک مسئله ماکس مین برای مشخص کردن وزن معیارهای مختلف فرموله و حل می‌گردد و در آخر برای بررسی اعتبار مقایسات صورت گرفته، به محاسبه نرخ سازگاری پرداخته می‌شود (رضایی، ۲۰۱۵. ۲۰۱۶). مراحل انجام روش بهترین–بدترین به شرح زیر است:

گام ۱. تعیین مجموعه معیارهای تصمیم‌گیری: در این مرحله تصمیم‌گیرنده مجموعه معیارهایی را که برای تصمیم‌گیری موردنیاز است به‌صورت $\{C_1، C_2، ... ، C_n\}$ تعریف می‌کند.

گام ۲. تعیین بهترین (مهم‌ترین، مطلوب‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین، دارای کمترین مطلوبیت) معیار: در این مرحله بهترین و بدترین معیار به‌طورکلی مشخص می‌شوند و هیچ مقایسه‌ای بین آن‌ها انجام نمی‌شود.

گام ۳. تعیین ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها با استفاده از عددی از ۱ تا ۹: بردار ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها به‌صورت $A_B = (a_{B1}، a_{B2}، ... ، a_{Bn})$ نمایش داده می‌شود؛ در این بردار، a_{Bj} بیانگر ارجحیت بهترین معیار (B) نسبت به معیار j ام است. واضح است که $a_{BB=1}$ می‌باشد.

گام ۴. تعیین ارجحیت تمام معیارها نسبت به بدترین معیار با استفاده از اعداد ۱ تا ۹: بردار ارجحیت سایر معیارها نسبت به بدترین معیار به‌صورت $A_W = (a_{1W}، a_{2W}، ... ، a_{3W})^T$ نمایش داده می‌شود؛ در این بردار، a_{jW} بیانگر ارجحیت معیار jام نسبت به بدترین معیار (W) است. واضح است که $a_{WW} = 1$ می‌باشد.

گام ۵. پیدا کردن مقادیر بهینه وزن‌ها $(W_1^*، W_2^*، ... ، W_n^*)$: برای تعیین وزن بهینه هر یک از معیارها، زوج‌های $\frac{W_B}{W_j} = a_{Bj}$ و $\frac{W_j}{W_w} = a_{jw}$ تشکیل می‌شود؛ سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه jها باید راه‌حلی پیدا شود تا عبارات $\left|\frac{W_B}{W_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{W_j}{W_w} - a_{jw}\right|$ را برای تمام jهایی که حداقل شده‌اند، حداکثر نماید. باتوجه به غیرمنفی بودن وزن‌ها و مجموع اوزان، مدل را می‌توان به‌صورت زیر فرموله کرد:

$$\min \max_j \left\{\left|\frac{W_B}{W_j} - a_{Bj}\right|, \left|\frac{W_j}{W_w} - a_{jw}\right|\right\} \qquad \text{رابطه (۴)}$$

s.t.

$$\sum_j W_j = 1$$
$$W_j \geq 0 \, , for \; all \; j$$

همچنین مدل‌بالا را می‌توان به مدل رابطه ۵ تبدیل کرد:

رابطه (۵) $\min \xi$

$$s.t.$$
$$\left|\frac{W_B}{W_j} - a_{Bj}\right| \leq \xi \, , for \; all \; j$$
$$\left|\frac{W_j}{W_w} - a_{jw}\right| \leq \xi \, , for \; all \; j$$
$$\sum_j W_j = 1$$
$$W_j \geq 0 \, , for \; all \; j$$

مدل خطی تابع فوق به‌صورت زیر ارائه شده است که در پژوهش حاضر، وزن‌های معیارهای ارزیابی تاب‌آوری با استفاده از مدل خطی بهترین-بدترین به دست می‌آیند.

رابطه (۶) $\mathbf{min}\, \boldsymbol{\xi}$

$$s.t$$
$$\left|W_B - a_{Bj}\, W_j\right| \leq \xi \, , for \; all \; j$$
$$\left|W_j - a_{jw} W_w\right| \leq \xi \, , for \; all \; j$$
$$\sum_j W_j = 1$$
$$W_j \geq 0 \, , for \; all \; j$$

درنهایت با حل مدل رابطه ۶ مقادیر بهینه $\left(W_1^*، W_2^*، \dots ، W_n^*\right)$ و ξ^* به دست می‌آیند.

محاسبه نرخ سازگاری

در صورتی مقایسات صورت گرفته بین معیارها، به‌طور کامل سازگار هستند که به ازای هر معیار (j) رابطه $a_{Bj} \times a_{jw} = a_{Bw}$ برقرار باشد. در روش بهترین-بدترین، نرخ سازگاری با استفاده از رابطه ۷ و جدول معیارهای سازگاری (جدول ۴) محاسبه می‌شود.

رابطه (۷)
$$\text{نرخ ناسازگاری} = \frac{\xi^*}{\text{شاخص سازگاری}}$$

جدول ۴. شاخص‌های سازگاری در روش بهترین-بدترین

a_{Bw}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شاخص سازگاری		۰	۰,۴۴	۱	۱,۶۳	۲,۳	۳	۳,۷۳	۴,۴۷	۵,۲۳

نرخ سازگاری عددی بین ۰ و ۱ است که هرچه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد، بیانگر سازگاری بیشتر و بلعکس هرچه نرخ سازگاری به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده سازگاری کمتر است.

با توجه به مراحل مختلف پژوهش و روش تجزیه‌وتحلیل بیان‌شده، مراحل انجام پژوهش به‌طور خلاصه در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲. مراحل انجام پژوهش

یافته‌های پژوهش

تأیید معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان

برای تأیید معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان که از طریق بررسی پژوهش‌های صورت گرفته پیشین شناسایی شدند (جدول ۲) به تهیه پرسشنامه دلفی‌فازی پرداخته شد و از ۱۰ نفر از خبرگان صنعت‌سنگ خواسته شد که بر اساس دستورالعمل روش دلفی‌فازی به سؤالات پاسخ دهند. پس از تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از پرسشنامه و طی سه مرحله، از ۳۱ معیار شناسایی‌شده، ۲۰ معیار مورد تأیید خبرگان قرار گرفتند. چنانچه اختلاف بین دو مرحله از نظرسنجی روش دلفی فازی کمتر از ۰,۲ باشد، فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود (چنگ و لین، ۲۰۰۲). بر این اساس اختلاف بین مقادیر دی‌فازی شده مراحل دوم و سوم کمتر از ۰,۲ بود. نتایج حاصل در جداول ۵ و ۶ ارائه شده‌اند.

جدول ۵. نتایج حاصل از اجرای روش دلفی فازی

معیار	میانگین فازی	میانگین دی‌فازی‌شده	وضعیت تأیید یا رد
آگاهی از موقعیت	(0/25، 0/57، 1)	0/59	رد
مشاهده‌پذیری	(0، 0، 1)	0/25	رد
امنیت	(0، 0/36، 1)	0/43	رد
افزونگی	(0/5، 0/82، 1)	0/78	تأیید
چابکی	(0/5، 0/82، 1)	0/78	تأیید
همکاری	(0/5، 0/65، 1)	0/71	تأیید
انعطاف‌پذیری	(0/75، 1، 1)	0/93	تأیید
رهبری	(0/5، 0/9، 1)	0/82	تأیید
مدیریت دانش	(0/5، 0/83، 1)	0/79	تأیید
برنامه‌ریزی اقتضایی	(0/25، 0/66، 1)	0/64	رد
موقعیت بازار	(0/25، 0/66، 1)	0/64	رد
سرعت	(0/5، 0/91، 1)	0/83	تأیید
تسهیم اطلاعات	(0/5، 0/75، 1)	0/75	تأیید
توسعه سریع فناوری	(0/5، 0/9، 1)	0/82	تأیید
ذخیره ایمنی	(0/5، 0/72، 1)	0/73	تأیید

معیار	میانگین فازی	میانگین دی‌فازی‌شده	وضعیت تأیید یا رد
پاسخگویی	(0/25، 0/57، 1)	0/59	رد
بازسازی	(0/5، 0/82، 1)	0/78	تأیید
روابط	(0/5، 0/75، 1)	0/75	تأیید
عملکرد مالی	(0/5، 0/72، 1)	0/73	تأیید
مدت‌زمان بهبود	(0/5، 0/9، 1)	0/82	تأیید
بهره‌برداری از منابع	(0/25، 0/72، 1)	0/67	رد
زمان تأخیر	(0/5، 0/82، 1)	0/78	تأیید
توانمندی	(0/5، 0/75، 1)	0/75	تأیید
نرخ نقص محصولات	(0/5، 0/82، 1)	0/78	تأیید
پیچیدگی	(0، 0/4، 0/75)	0/38	رد
سطح خدمت‌دهی	(0/5، 0/75، 1)	0/75	تأیید
فرهنگ مدیریت ریسک	(0/5، 0/75، 1)	0/75	تأیید
فاصله	(0/5، 0/75، 1)	0/75	تأیید
مدیریت منابع انسانی	(0/25، 0/72، 1)	0/67	رد
پایداری	(0/25، 0/57، 1)	0/59	رد
اعتماد	(0/25، 0/72، 1)	0/67	رد
مقدار آستانه	(0/4، 0/71، 1)	0/70	

جدول ۶. معیارهای تأییدشده و کد هر معیار بر اساس نظرسنجی از خبرگان برمبنای روش دلفی‌فازی

معیار	افزونگی	چابکی	همکاری	انعطاف‌پذیری	رهبری
کد	C1	C2	C3	C4	C5
معیار	مدیریت دانش	سرعت	تسهیم اطلاعات	توسعه سریع فناوری	ذخیره ایمنی
کد	C6	C7	C8	C9	C10
معیار	بازسازی	روابط	عملکرد مالی	مدت‌زمان بهبود	زمان تأخیر
کد	C11	C12	C13	C14	C15
معیار	توانمندی	سطح خدمت‌دهی	فرهنگ مدیریت ریسک	نرخ نقص محصولات	فاصله
کد	C16	C17	C18	C19	C20

وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان صنعت سنگ

پس از تأیید نهایی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان توسط خبرگان بر اساس روش دلفی فازی، معیار انعطاف‌پذیری (C4) که بیشترین مقدار میانگین دی‌فازی شده به آن اختصاص یافته بود به‌عنوان بهترین و معیار همکاری (C3) که دارای کمترین مقدار میانگین دی‌فازی‌شده بود به‌عنوان بدترین معیار انتخاب شدند. سپس پرسشنامه مربوط به روش بهترین – بدترین تهیه و در میان خبرگان توزیع شد و از نتایج حاصل از نظرات خبرگان میانگین گرفته شد. نتایج مربوط به ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها و ارجحیت تمام معیارها نسبت به بدترین معیار به‌ترتیب در جداول ۷ و ۸ ارائه شده‌اند. درنهایت به تشکیل مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین–بدترین بر اساس رابطه ۶ با استفاده از نسخه ۱۷ نرم‌افزار لینگو پرداخته شد و با حل مدل، وزن هرکدام از معیارها محاسبه شد. لازم به ذکر است که مدل ساخته‌شده دارای ۲۱ متغیر و ۴۰ محدودیت بوده و در ۲۰ تکرار حل شده است که نتایج در جدول ۹ قابل‌مشاهده هستند.

جدول ۷. ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها

بهترین معیار	C_4
C_1	۳/۸۷
C_2	۱/۷۳
C_3	۸/۷
C_4	۱
C_5	۲/۲۳
C_6	۳/۷۸
C_7	۱/۵
C_8	۳/۵
C_9	۴/۲
C_{10}	۴/۶
C_{11}	۳/۷

بهترین معیار	C_4
C_{12}	۴
C_{13}	۱/۶
C_{14}	۱/۸
C_{15}	۲
C_{16}	۶
C_{17}	۵
C_{18}	۲/۹
C_{19}	۴/۸
C_{20}	۵/۷

جدول ۸. ارجحیت معیارها به بدترین معیار

بدترین معیار	C3
C1	۵
C2	۸/۸
C3	۱
C4	۸/۷
C5	۸/۴
C6	۷/۶
C7	۸
C8	۷/۴
C9	۶/۷
C10	۶
C11	۷/۱
C12	۶
C13	۸/۶
C14	۷/۹
C15	۷
C16	۶/۲
C17	۵/۱
C18	۶/۴

بدترین معیار	C3
C19	۷/۳
C20	۴/۶

جدول ۹. وزن‌های نهایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان

معیار	وزن نهایی (Wj)	رتبه نهایی
C1	۰,۰۳۶۵۰۳۸	۱۲
C2	۰,۰۸۱۶۵۸۷۸	۴
C3	۰,۰۰۸۵۸۹۳۵۹	۲۰
C4	۰,۱۰۷۹۹۸۶	۱
C5	۰,۰۶۳۳۴۹۶۴	۷
C6	۰,۰۳۷۳۷۲۹۴	۱۱
C7	۰,۰۹۴۱۷۹۸۰	۲
C8	۰,۰۴۰۳۶۲۷۷	۹
C9	۰,۰۳۳۶۳۵۶۴	۱۴
C10	۰,۰۳۰۷۱۰۸۰	۱۵
C11	۰,۰۳۸۱۸۱۰	۱۰
C12	۰,۰۳۵۳۱۷۴۲	۱۳
C13	۰,۰۸۸۲۹۳۵۶	۳
C14	۰,۰۷۸۴۸۳۱۶	۵
C15	۰,۰۷۰۶۳۴۸۵	۶
C16	۰,۰۲۳۵۴۴۹۵	۱۹
C17	۰,۰۲۸۲۵۳۹۴	۱۷
C18	۰,۰۴۸۷۱۳۶۹	۸
C19	۰,۰۲۹۴۳۱۱۹	۱۶
C20	۰,۰۲۴۷۸۴۱۶	۱۸

معیار	وزن نهایی (Wj)	رتبه نهایی
مقدار ξ^*	۰,۰۳۳۲۷۱۱۴	
شاخص سازگاری	۵,۰۰۲	
نرخ سازگاری	۰,۰۰۶۶۵۱	

نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین-بدترین توسط نرم‌افزار لینگو نشان دادند که معیارهای انعطاف‌پذیری، سرعت و عملکرد مالی به‌ترتیب مهم‌ترین معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ طبیعی هستند و میزان نرخ سازگاری ۰/۰۰۶۶۵۱ به دست آمد که نشان می‌دهد نرخ سازگاری در سطح قابل قبولی است.

انعطاف‌پذیری به توانایی هر یک از اجزای زنجیره‌تأمین در سازگاری، پاسخگویی و مدیریت سریع یک اختلال و نه صرفاً تحمل آن گفته می‌شود. برای دستیابی به تاب‌آوری، لازم است که تأمین‌کنندگان انعطاف‌پذیری داشته باشند. جهت رسیدن به انعطاف‌پذیری، شرکت‌ها (تأمین‌کنندگان) می‌توانند به استانداردسازی فرایندها، تربیت پرسنل چندمهارته، افزایش افزونگی و افزایش سرعت تحویل کالا بپردازند. سرعت به سرعت هر یک از اجزای زنجیره‌تأمین در بازگشت به وضعیت نرمال خود یا حتی بهتر از آن پس از وقوع اختلال اشاره دارد. برای دستیابی به سرعت بالا در صنعت سنگ می‌توان به تربیت نیروهای چندمهارته، خرید و ذخیره‌سازی قطعات ضروری و مواد اولیه، استفاده از نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، خرید و ذخیره‌سازی تجهیزات کلیدی و آسیب پذیر، ایجاد خط تولید پشتیبان، همکاری با تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان متعدد پرداخت. عملکرد مالی به بررسی جریان‌های مالی اشاره دارد و درواقع قدرت مالی یکی از مهم‌ترین عوامل تضمین‌کننده بقای سازمان‌ها در فضای کاری پرتلاطم امروز است که باید به آن توجه فراوان شود و بطور مستقیم بر فعالیت‌های کلیدی شرکت‌ها تاثیرگذار است. برای دستیابی به عملکرد مالی بالا در صنعت سنگ می‌توان به سرمایه‌گذاری و ایجاد ذخایر مالی (نقدی و غیرنقدی) پرداخت.

بحث و نتیجه‌گیری

با رشد روزافزون جهانی‌شدن و برون‌سپاری، زنجیره‌های‌تأمین بزرگ‌تر و پیچیده‌تر و درنتیجه آسیب‌پذیرتر در برابر اختلالات، درحال شکل‌گیری هستند. برای حرکت به‌سوی تاب‌آوری، شرکت‌ها در تلاش هستند که با تأمین‌کنندگان تاب‌آور در ارتباط باشند. ازاین‌رو در پژوهش حاضر به شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان با استفاده از روش بهترین-بدترین در صنعت سنگ ساختمان پرداخته شد. بدین منظور ابتدا معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان بامطالعه پژوهش‌های صورت‌گرفته در این زمینه شناسایی شدند، سپس برای تأیید معیارهای شناسایی‌شده یک پرسشنامه دلفی فازی طراحی شد و با استفاده از نظرسنجی از خبرگان صنعت سنگ طی سه مرحله، از ۳۱ معیار شناسایی‌شده ۲۰ معیار به تأیید نهایی رسیدند. در گام بعد به‌منظور رتبه‌بندی معیارهای تأییدشده، پرسشنامه روش بهترین-بدترین تدوین و میان ۱۰ نفر از خبرگان صنعت سنگ توزیع شد و از آن‌ها خواسته شد که ارجحیت بهترین معیار (انعطاف‌پذیری) را با اعداد ۱ تا ۹ نسبت به بقیه و همچنین میزان ارجحیت معیارها نسبت به بدترین معیار (همکاری) را با استفاده از اعداد ۱ تا ۹ مشخص نمایند. در مرحله بعد به ایجاد مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین-بدترین در نرم‌افزار لینگو پرداخته شد. نتایج نشان دادند که معیارهای انعطاف‌پذیری، سرعت و عملکرد مالی به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنعت سنگ هستند.

پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان به شناسایی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در صنایع مختلف پرداخته‌اند و برای هر صنعت، معیارهای مختلفی شناسایی شده است که با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته، نتایج حاصل از پژوهش‌ها نشان دادند که معیارهای چابکی، انعطاف‌پذیری، عملکرد مالی، مشاهده‌پذیری و برنامه‌ریزی اقتضایی (محمد و همکاران، ۲۰۱۸. جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۵. فرهادی و همکاران، ۱۳۹۹. هان و همکاران، ۲۰۲۰. سنتوبلی و همکاران، ۲۰۲۰.

نصراللهی و همکاران، ۲۰۲۱. توانا و همکاران، ۲۰۲۱. لانگ و همکاران، ۲۰۲۲) در اکثر صنایع برای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان از اهمیت بالایی برخوردار هستند.

معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان که در این پژوهش شناسایی شدند، معیارهای عمومی هستند که با تعدیلات بسیار کم می‌توان آن‌ها را جهت ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در سایر صنایع بکار برد. باتوجه به جدید بودن روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین، پیشنهاد می‌شود که از این رویکرد برای ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در سایر صنایع نیز استفاده شود. همچنین باتوجه به اهمیت معیارهای انعطاف‌پذیری، سرعت و عملکرد مالی پیشنهاد می‌شود که در انتخاب تأمین‌کنندگان و ایجاد همکاری بلندمدت با آن‌ها به معیارهای مزبور توجه بسیار شود. باتوجه به افزایش پیچیدگی و بروز اختلالات مختلف در محیط کسب‌وکاری امروزی به صاحبان کسب‌وکار پیشنهاد می‌شود که آگاهی خود را در مورد تاب‌آوری و معیارهای آن بالابرده و اطلاعات لازم را به پرسنل خود نیز منتقل نمایند.

ORCID
Mojtaba Hajian Heidary **https://orcid.org/0000-0002-7539-9752**
Maede Mirzaaliyan **https://orcid.org/0000-0002-0974-1097**

منابع

جعفرنژاد چقوشی، ا.، کاظمی، ع.، عرب، ع. (۱۳۹۵) .شناسایی و اولویت بندی شاخص های ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان برپایه روش بهترین–بدترین .چشم *انداز مدیریت صنعتی*. *۱۵۹–۱۸۶* .تهران، ایران.

فرهادی، ف.، محمدی، ع.، محمودآبادی، م.، محمودی ماندنی، م.، محمد. (۱۳۹۹). شناسایی و رتبه‌بندی مؤلفه‌های انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور در صنعت فولاد چهارمحال و بختیاری با روش تحلیلتم و رویکرد ترکیبی (AHP-QUALIFLEX). *فصلنامه مدیریت صنعتی*، ۱۵(۵۳)، ۱–۱۳.

References

Afrasiabi, A., Tavana, M., & Di Caprio, D. (2022). An extended hybrid fuzzy multi-criteria decision model for sustainable and resilient supplier selection. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-24.

Ates, A., & Bititci, U. (2011). Change process: A key enabler for building resilient SMEs. International Journal of Production Research, 49(18), 5601–5618.

Bakhtiari Tavana, A., Rabieh, M., Pishvaee, M. S., & Esmaeili, M. (2021). A Stochastic Mathematical Programming Approach to Resilient Supplier Selection and Order Allocation Problem: A Case Study in Iran Khodro Supply Chain. *Scientia Iranica*.

Barroso, A. P., Machado, V. H., Carvalho, H., & Cruz Machado, V. (2015). Quantifying the supply chain resilience. In H. Tozan, & A. Erturk (Eds.), *Applications of contemporary management approaches in supply chains*. ISBN: 978-953-51-2045-2.

Brandon-Jones, E., Squire, B., Autry, C. W., & Petersen, K. (2014). A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness. *Journal of Supply Chain Management*, 50(3), 55–73.

Cabral, I., Grilo, A., & Cruz-Machado, V. (2012). A decision-making model for lean, agile, resilient and green supply chain management. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4830-4845.

Centobelli, P., Cerchione, R., & Ertz, M. (2020). Managing supply chain resilience to pursue business and environmental strategies. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1215-1246.

Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain.

Davoudabadi, R., Mousavi, S. M., & Sharifi, E. (2020). An integrated weighting and ranking model based on entropy, DEA and PCA considering two aggregation approaches for resilient supplier selection problem. *Journal of Computational Science*, 40, 101074.

Falasca, M., Zobel, C. W., & Cook, D. (2008, May). A decision support framework to assess supply chain resilience. *In Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference* (pp. 596–605).

Fiksel, J. (2015). Resilient by design: Creating businesses that adapt and flourish in a changing world. USA: Island Press.

Ganguly, A., Chatterjee, D., & Rao, H. (2018). The role of resiliency in managing supply chains disruptions In Supply chain risk management (pp. 237-251). Springer.

Han, Y., Chong, W. K., & Li, D. (2020). A systematic literature review of the capabilities and performance metrics of supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, 58(15), 4541-4566.

Ivanov, D. (2017). Simulation-based single vs. dual sourcing analysis in the supply chain with consideration of capacity disruptions, big data and demand patterns. *International Journal of Integrated Supply Management*, 11(1), 24-43.

Keliji, P., Abadi, B., & Abedini, M. (2018). Investigating readiness in the Iranian steel industry through six sigma combined with fuzzy delphi and fuzzy DANP. *Decision Science Letters*, 7(4), 465-480.

Khalili, S. M., Jolai, F., & Torabi, S. A. (2017). Integrated production–distribution planning in two-echelon systems: a resilience view. *International Journal of Production Research*, 55(4), 1040-1064.

Kim, Y., Chen, Y. S., & Linderman, K. (2015). Supply network disruption and resilience: A network structural perspective. *Journal of Operations Management*, 33–34, 43–59.

Leong, W. Y., Wong, K. Y., & Wong, W. P. (2022). A New Integrated Multi-Criteria Decision-Making Model for Resilient Supplier Selection. *Applied System Innovation*, 5(1), 8.

Mabrouk, N. (2021). Green supplier selection using fuzzy Delphi method for developing sustainable supply chain. *Decision Science Letters*, 10(1), 63-70.

Mohammed, A., Harris, I., Soroka, A., Naim, M. M., & Ramjaun, T. (2018). Evaluating Green and Resilient Supplier Performance: AHP-Fuzzy Topsis Decision-Making Approach. ICORES,

Mosayebi, A., Ghorbani, S., & Masoomi, B. (2020). Applying fuzzy delphi and best-worst method for identifying and prioritizing key factors affecting on university-industry collaboration. *Decision Science Letters*, 9(1), 107-118.

Nasrollahi, M., Fathi, M. R., Sobhani, S. M., Khosravi, A., & Noorbakhsh, A. (2021). Modeling resilient supplier selection criteria in desalination supply chain based on fuzzy DEMATEL and ISM. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 16(4), 264-278.

Ocampo, L., Ebisa, J. A., Ombe, J., & Geen Escoto, M. (2018). Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method – A Philippine perspective. *Ecological Indicators*, 93, 874-888. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.060

Özfirat, M. K., Özkan, E., Kahraman, B., Şengün, B., & Yetkin, M. E. (2017). Integration of risk matrix and event tree analysis: a natural stone plant case. *Sādhanā*, 42(10), 1741-1749.

Padilla-Rivera, A., do Carmo, B. B. T., Arcese, G., & Merveille, N. (2021). Social circular economy indicators: Selection through fuzzy delphi method. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 101-110.

Piprani, A. Z., Jaafar, N. I., & Ali, S. M. (2020). Prioritizing resilient capability factors of dealing with supply chain disruptions: an analytical hierarchy process (AHP) application in the textile industry Benchmarking: *An International Journal*.

Pramanik, D., Mondal, S. C., & Haldar, A. (2020). Resilient supplier selection to mitigate uncertainty: soft-computing approach. *Journal of Modelling in Management*, 15(4), 1339-1361. https://doi.org/10.1108/JM2-01-2019-0027

Ralston, P., & Blackhurst, J. (2020). Industry 4.0 and resilience in the supply chain: a driver of capability enhancement or capability loss? *International Journal of Production Research*, 58(16), 5006-5019.

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, 64, 126-130.

Sahebjamnia, N. (2020). Resilient supplier selection and order allocation under uncertainty. *Scientia Iranica*, 27(1), 411-426.

References [In Persian]

Jafarnezhad Chaghooshi, A., Kazemi, A., & Arab, A. (2016). Identification and Prioritization of Supplier's Resiliency Evaluation Criteria Based on BWM. *Journal of Industrial Management Perspective, 6*(Issue 3, Autumn 2016), 159-186.

Farhadi, F., Mohammadi, A., Mahmoudabadi, M., Mahmoudi Mandani, M. (1399). Identifying and ranking the components of resilient supplier selection in Chaharmahal and Bakhtiari steel industry by theme analysis method and combined approach (AHP-QUALIFLEX). *Industrial Management* 53. 1-13.

استناد به این مقاله: حاجیان حیدری، مجتبی.، میرزاعلیان، مائده. (۱۴۰۱). شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی تاب‌آوری تامین‌کنندگان در صنعت سنگ طبیعی ساختمان، *فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۰(۶۵)، ۱۱۳-۱۴۲.

DOI: 10.22054/JIMS.2022.66299.2767

Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.