




# Evaluating Agricultural Supply Chain Resilience [Performance] Using DEMATEL and SWARA Approaches in a Fuzzy Environment (Case Study: Wheat Crop in the Sistan and Baluchestan Province)

Parastoo Sarani , Alireza Shahraki \*, Seid Ali Banihashemi 

\*Associate Professor, Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran

(Received: 17/09/2023, Revised: 22/01/2024, Accepted: 06/02/2024, Published: 20/05/2024)

DOR:20.1001.1.20089198.1403.26.82.3.0

## ABSTRACT

*Food (nutrition) is the most basic human need for survival and health. Humans are concerned about the food supply chain (FSC) and its security in response to this need. The agricultural supply chain (ASC) is the first link in the FSC and serves as its most important component. Given the vulnerability of the ASC as well as problems such as famine in times of crisis and epidemics, a prepared and prompt response to future unforeseen crises and epidemics can be achieved by identifying effective criteria for ASC resilience by considering the COVID-19 crisis through decision-making techniques. This paper initially identifies effective criteria for ASC sustainability based on research background and then finalizes them using the Delphi method. The causal relationships and the interactions between the criteria and their degree of importance were examined using the fuzzy DEMATEL and fuzzy SWARA methods, respectively. According to the results of the Delphi method, nine criteria were determined for ASC resilience. The fuzzy DEMATEL method divided the factors into two groups: cause and effect. The results demonstrated that the factors of the cause group, including resource availability, information redundancy and flow, and agility, are the most effective and important criteria for ASC resilience, respectively. This research can assist managers and subject-matter experts in taking a step toward enhancing food security during crises like COVID-19 by providing the most effective criteria for ASC resilience.*

**Keywords:** Fuzzy DEMATEL Technique, Resilience, Supply Chain, Fuzzy SWARA, Agriculture

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University

 Authors



\* Corresponding Author Email: shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir

علمی - پژوهشی

## ارزیابی عملکرد تاب آوری زنجیره تامین کشاورزی با رویکرد DEMATEL و SWARA در محیط فازی (مطالعه موردی: محصول گندم منطقه سیستان و بلوچستان)

پرستو سارانی<sup>۱</sup>، علیرضا شهرکی<sup>۲\*</sup>، سید علی بنی هاشمی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، ۲- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، ۳- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

DOR:20.1001.1.20089198.1403.26.82.3.0

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۲/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲

### چکیده

خوراک به عنوان اولین نیاز انسان برای بقا و سلامتی حائز اهمیت است. زنجیره تامین مواد غذایی و امنیت آن در جهت پاسخ به این نیاز یکی از دغدغه‌های انسان‌ها است. زنجیره تامین کشاورزی به عنوان حلقه ابتدایی زنجیره تامین مواد غذایی اصلی‌ترین بخش آن است. با توجه به آسیب‌پذیری زنجیره تامین کشاورزی و مشکلاتی از جمله قحطی در بحران‌ها و همه‌گیری‌ها، شناسایی معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین کشاورزی با در نظر گرفتن بحران کووید-۱۹ به کمک روش‌های تصمیم‌گیری، موجب آمادگی و پاسخ سریع در مواجهه با بحران‌ها و همه‌گیری‌های پیش‌بینی نشده در آینده خواهد شد. در این پژوهش شناسایی معیارهای مؤثر بر پایداری زنجیره تامین کشاورزی براساس پیشینه پژوهش صورت گرفت و سپس این معیارها با روش دلفی نهایی شدند. بررسی روابط علت و معلولی و تعامل معیارها با یکدیگر و میزان اهمیت آن‌ها به ترتیب با روش دیمتل فازی و سوارا فازی انجام شد. مطابق نتایج روش دلفی ۹ معیار در حوزه تاب‌آوری زنجیره تامین کشاورزی شناسایی شد. روش دیمتل فازی عوامل را به گروه علت و معلولی تقسیم کرد و نتایج نشان داد که عوامل گروه علت که شامل در دسترس بودن منابع، افزونگی و جریان اطلاعات و چابکی می‌شود، به ترتیب مؤثرترین و مهم‌ترین معیارها در تاب‌آوری زنجیره تامین کشاورزی محسوب می‌شوند. این پژوهش با ارائه مؤثرترین معیارهای تاب‌آوری زنجیره تامین کشاورزی به مدیران و صاحب نظران این حوزه کمک می‌کند تا در جهت بالا بردن امنیت غذایی در بحران‌هایی نظیر کووید-۱۹ گام بردارند.

### واژه‌های کلیدی: روش دیمتل فازی، تاب‌آوری، زنجیره تامین، سوارا فازی، کشاورزی

#### ۱- مقدمه

اثرات مرتبط با کشاورزی را می‌توان به عرضه، تقاضا، نیروی کار، امنیت غذایی، ایمنی غذا، تجارت و سایر اثرات گروه‌بندی کرد. در طول تاریخ، همه‌گیری‌ها اغلب با کمبود مواد غذایی و حتی قحطی همراه بوده‌اند. به غیر از رویدادهای جنگی، عواملی مانند همه‌گیری بیماری‌های مختلف در طول تاریخ، سبب ایجاد خلل در فرآیند تولید و توزیع مواد غذایی شده است. این بیماری‌های همه‌گیر جهانی اغلب باعث مرگ تولیدکنندگان مستقیم مواد غذایی از جمله کشاورزان و خانواده‌های آن‌ها می‌شود. در تاریخ آمده است که "مزارع بر جا مانده بود و کسی نبود که آن‌ها را زراعت کند" [۲].

همه‌گیری کووید-۱۹<sup>۲</sup> منجر به مشکلات جدی برای سلامت انسان شد. از این رو، اقدامات لازم برای مقابله با شیوع ویروس مانند قرنطینه و سایر محدودیت‌ها، برای ماه‌های متمادی اعمال گردید. تلاش‌های بین‌المللی برای کنترل ویروس از طریق محدود کردن فعالیت‌های انسان، باعث ایجاد شوک‌های اقتصادی و هزینه‌های اجتماعی می‌شود که بر عملکرد سامانه‌های کشاورزی و غذایی در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد [۱].

\* رایانامه نویسنده مسئول: shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir

سیستان و بلوچستان با استفاده از روش دلفی<sup>۱</sup> و تکنیک‌های دیمتل<sup>۲</sup> و سوارا<sup>۳</sup> در محیط فازی پرداخته شده است.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

زنجیره تأمین در تعریف دیرینه خود، به‌عنوان ترکیبی از فرآیندها با هدف برآورده کردن درخواست‌های مشتریان در نظر گرفته می‌شود که شامل تمام موجودیت‌های شبکه مانند تأمین کنندگان، تولیدکنندگان، حمل و نقل، انبارها، خرده فروشان و مشتریان است و هدف اصلی آن، تأمین رضایت مشتری با حداقل هزینه می‌باشد [۵]. زنجیره تأمین مواد غذایی و امنیت آن یکی از دغدغه‌های انسان برای پاسخ به نیاز خوراک برای حفظ بقا و سلامتی است. از این جهت بررسی و بهبود زنجیره تأمین کشاورزی، دارای اهمیت است [۶]. درخصوص تعریف مدیریت زنجیره تأمین کشاورزی، نظرات مختلفی بیان شده است. شارما و همکاران [۷] بیان کردند که زنجیره تأمین کشاورزی شامل سه جنبه اصلی از جمله ورودی‌های بخش کشاورزی، پردازش و ذخیره‌سازی و حمل و نقل و توزیع می‌باشد. چندراسکاران و راغورام [۸] زنجیره تأمین کشاورزی را به عنوان فعالیت‌های مدیریت تولید و فرآیند، مدیریت عرضه و مدیریت تقاضا از طریق یک کانال توزیع رقابتی برای جلب رضایت مصرف کنندگان نهایی تفسیر کردند. تسولاکیس و همکاران [۹] زنجیره تأمین کشاورزی را به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها در روند انتقال محصول با اصطلاح از مزرعه تا مصرف‌کننده تعریف کردند که شامل همه مراحل کشاورزی است.

جمع‌بندی تمام تعاریف بیان شده درخصوص مدیریت زنجیره تامین کشاورزی دارای اشتراکاتی است. به بیان نویسندگان، مدیریت زنجیره تامین کشاورزی دربرگیرنده تمامی فرآیندهای مرتبط با تولید، عرضه و تقاضا است که در نهایت بتوان رضایت مشتری را از طریق کانال‌های توزیع جلب کرد.

مفهوم تاب‌آوری به توانایی سامانه در بازگشت به وضعیت ثبات پس از اختلال اطلاق می‌شود. همچنین، از تاب‌آوری به‌عنوان فصل مشترک مقاومت، انعطاف‌پذیری و سازگاری یاد می‌شود [۱۰]. تاب‌آوری در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی-غذایی به علت رشد نوسان زنجیره تأمین از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. ساختارهای پیچیده اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین مواد کشاورزی-غذایی بسیار فراتر از

زنجیره تأمین کشاورزی به‌عنوان دومین تولیدکننده بزرگ گازهای گلخانه‌ای، تأثیر منفی بر محیط زیست داشته و در عین حال، منبع مهم غذا، درآمد و اشتغال به ویژه برای جمعیت روستایی جهان است. ، خطرات موجود در زنجیره تامین کشاورزی، مانند هر نوع زنجیره تامین، بر سطوح خدمات، پاسخگویی و هزینه تأثیر منفی می‌گذارد. مدیریت خطرهای موجود در زنجیره تأمین کشاورزی مستلزم درک کامل انواع مختلف تهدیدها و منابع آن‌ها، تعاملات خطر و وابستگی متقابل، انتشار خطر و اثرات آن‌ها است که به شدت بر عملکرد عملیاتی زنجیره تأمین کشاورزی تأثیر می‌گذارد [۳]. هدف کلی، بهبود زنجیره تأمین کشاورزی، کاهش زیان‌های اقتصادی و افزایش عملکرد زنجیره تأمین با انتخاب و اجرای مناسب‌ترین مجموعه استراتژی‌ها از طریق توسعه و استقرار راهبردها و روش‌های مناسب کاهش خطر است. به دلیل شرایطی که در مواقع بحران برای زنجیره تأمین به وجود می‌آید، برای حفظ زنجیره تأمین در حالت عادی و بهبود عملکرد آن، شناسایی و پیاده‌سازی معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین به‌منظور افزایش تاب‌آوری ضرورت دارد. به کمک این معیارها، امکان افزایش تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین کشاورزی در برابر حوادث پیش‌بینی نشده، میسر می‌گردد [۴]. به این منظور پرسش‌های زیر مطرح می‌گردد:

۱. معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی چیست؟
۲. مؤثرترین و مهمترین معیارهای تاب‌آوری در زنجیره تأمین کشاورزی کدامند؟

گندم به‌عنوان یکی از محصولات اساسی کشاورزی کشور با ارزش غذایی بالا و از پرمصرف‌ترین و مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که در تأمین امنیت غذایی کشور نقش مهم و قابل توجهی دارد. سیستان به‌عنوان یکی از تأمین کنندگان گندم بوده است که به‌مرور زمان مشکل تأمین آب دریاچه هامون از رود هیرمند در افغانستان و تغییر شرایط جوی و کم شدن بارش باران در این منطقه کشت محصولات کشاورزی به‌خصوص گندم که تأمین کننده منبع درآمد خانوار بود را با مشکل روبرو کرد، با وجود این موضوع، تلاش کشاورزان در تأمین گندم منطقه ادامه داشته است. چالش‌های جدید مانند کووید-۱۹ باعث مرگ کشاورزان و فاصله گرفتن مردم از کشاورزی شد، این مسئله باعث شد تا تحقیق حاضر با هدف تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی در منطقه سیستان و با تمرکز بر محصول گندم صورت گیرد. در این پژوهش به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین در بحران کووید-۱۹ در بخش کشاورزی منطقه سیستان واقع در استان

<sup>۱</sup> روش دلفی (Delphi) یک روش تصمیم‌گیری برای دستیابی به توافق از دیدگاه خبرگان پیرامون یک مسئله است.

<sup>۲</sup> روش دیمتل (DEMATEL) یک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره برای شناسایی اجزای زنجیره علت-معلول یک سامانه پیچیده است.

<sup>۳</sup> روش سوارا (SWARA) یک روش تعیین وزن در تصمیم‌گیری چندمعیاره به معنی تجزیه و تحلیل ارزیابی گام به گام وزن‌ها است.

سیاست‌های مؤثر توسط دولت و سایر ذی‌نفعان برای بهبود تاب‌آوری در زنجیره تأمین کشاورزی-غذایی کمک خواهد کرد.

سیاگیان و همکاران [۱۵] به بررسی تأثیر یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین بر عملکرد کسب و کار از طریق تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و نظام نوآوری در شرکت‌های تولید اندونزی پرداختند. نتایج به دست آمده حاکی از این بود که یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین به دلیل توانایی آن در به اشتراک‌گذاری اطلاعات کامل محصول، برنامه‌ریزی تولید و سامانه نوآوری بر انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری زنجیره تأمین تأثیرگذار است. همچنین نوآوری و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، تاب‌آوری آن را از طریق توانایی مقابله با تغییرات ناگهانی در تقاضای مشتری و مشکلات تولید افزایش می‌دهد؛ بنابراین ادغام زنجیره تأمین کسب و کار با نوآوری و انعطاف‌پذیری، تاب‌آوری آن را در دوران کووید-۱۹ بهبود می‌بخشد.

عسکری و همکاران [۱۶] در مطالعه خود به بررسی تأثیرات کووید-۱۹ بر بخش کشاورزی با تأکید بر زنجیره ارزش برنج در مقیاس بین‌المللی پرداختند. بر طبق شواهد انعطاف‌پذیری بخش کشاورزی در این بحران بالا بود و این بخش نسبت به بخش‌های دیگر عملکرد تجاری بهتری داشته است. به طور کلی، در اکثر بررسی‌های انجام شده پیش‌بینی‌ها بیانگر کاهش میزان عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی و همچنین، ایجاد اختلالات احتمالی در بخش تجارت و تدارکات بوده است. این مقاله با رویکردی مروری و با استفاده از گزارش‌های بروز شده مراجع معتبر بین‌المللی (شامل فائو، صندوق بین‌المللی پول، سازمان تجارت جهانی و ...) به بررسی تأثیرات کووید ۱۹ بر بخش کشاورزی و با تمرکز بر محصول برنج در مقیاس بین‌المللی پرداخت. علاوه بر این، آن‌ها راهکارهای سیاستی کوتاه مدت و بلند مدت انجام داده شده و توصیه شده از جانب نهادهای معتبر بین‌المللی را ارائه کردند.

مردانی شهرباک و کلهری [۱۷] به ارائه مدل مناسب برای پیاده‌سازی زنجیره تأمین تاب‌آور در سازمان‌های پروژه محور با روش دیمتل پرداختند. نتایج نشان داد که چابکی، مدیریت منابع انسانی و بومی‌سازی بالاترین میزان ضریب همبستگی و ارتباط مستقیم را با متغیر تاب‌آوری دارند. در عین حال مؤلفه امنیت از طریق این سه مؤلفه اثرات خود را بر روی تاب‌آوری اعمال می‌کند. در نتیجه سازمان‌های مورد مطالعه برای تاب‌آور بودن زنجیره تأمین خود باید توجه ویژه‌ای به مؤلفه‌های دارای ارتباط مستقیم داشته باشند.

عیوض‌لو و همکاران [۱۸] به بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شرکت‌ها در شرایط بروز اختلالات در زنجیره تأمین پرداختند. نتایج نشان داد که در شرایط اختلال پایین عوامل جهت‌گیری اختلالات زنجیره تأمین، مدیریت دانش، استراتژی منابع انسانی و رقابت‌پذیری پویا بر تاب‌آوری شرکت نقش دارند؛ ولی در این شرایط، پیکربندی مجدد منابع و نوآوری سازمانی، هیچ‌یک نقش میانجی‌گری ندارند. از

تمرکز خاص شرکت در عملیات مدیریت زنجیره تأمین (SCM<sup>۱</sup>) است و به‌طور قابل ملاحظه‌ای از آن سود می‌برد [۱۱].

ابراهیم‌پور و فرجود چوکامی [۱۲] به شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین در ابعاد چهارگانه به کمک روش سوارا در صنعت مواد غذایی پرداختند. مطابق نتایج بدست آمده بعد استواری زنجیره تأمین با وزن ۰/۳۹ به‌عنوان با اهمیت‌ترین بعد تاب‌آوری زنجیره انتخاب شدند و پس از آن به ترتیب چابکی، ناب بودن و انعطاف‌پذیری قرار گرفتند. رتبه‌بندی زیرشاخص‌ها نشان داد که واکنش‌پذیری در بعد چابکی و قابلیت آمادگی درون سازمانی، سامانه کنترل اطلاعات و قابلیت دید به ترتیب به‌عنوان با اهمیت‌ترین شاخص‌های ابعاد انعطاف‌پذیری، ناب و استواری زنجیره تأمین انتخاب شدند.

کوپمنس و همکاران [۱۳] در پژوهش خود به بررسی تأثیرات کووید-۱۹ بر زنجیره‌های تأمین غذا و کشاورزی و افزایش انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری سامانه کشاورزی-غذایی در منطقه فلاندر پرداختند. برای این منظور، داده‌ها از ۷۱۸ کشاورز از طریق نظرسنجی آنلاین جمع‌آوری شد. چارچوب مفهومی پژوهش بیان می‌کند که اقدامات تاب‌آوری از سه نوع ظرفیت تاب‌آوری یعنی ظرفیت‌های پیش‌بینی، مقابله و پاسخ‌دهی سرچشمه می‌گیرد. یافته‌ها نشان داد که تاب‌آوری و سرعت، تمایل به کاهش و بهینه‌سازی قیمت و افزایش ظرفیت‌های انعطاف‌پذیری دارند و برای رشد سامانه‌ها در محیط‌های آشفته و نامطمئن مفیدتر هستند. برای بهبود مؤثر تاب‌آوری سامانه کشاورزی و غذایی، درک عملیاتی‌تر و ملموس‌تر از تاب‌آوری ضروری است. در نتیجه چارچوب مفهومی این پژوهش، ابزار ارزشمندی برای عملیاتی کردن ارزیابی‌های تاب‌آوری در برابر شوک‌های بزرگ است.

کومار و کومارسینگ [۱۴] به توسعه تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی-غذایی در طول همه‌گیری کووید-۱۹ پرداختند. هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر کووید-۱۹ بر زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی و استراتژی‌های ممکن برای بهبود تاب‌آوری آن است. رتبه‌بندی اهمیت تأثیرات کووید-۱۹ بر زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی با استفاده از روش بهترین-بدترین (BWM<sup>۲</sup>) تعیین شد. این تأثیرات با استراتژی‌های بهبود انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی با استفاده از استقرار عملکرد کیفیت (QFD<sup>۳</sup>) مرتبط است. یافته‌های این مطالعه به کشاورزان، تولیدکنندگان مواد غذایی، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان کمک می‌کند تا جریان بی‌وقفه اقلام غذایی را از کشاورزان به مصرف‌کنندگان نهایی در طول محیط تجاری نامشخص حفظ کنند. همچنین، به تدوین

<sup>۱</sup> Supply Chain Management

<sup>۲</sup> Best Worst Method

<sup>۳</sup> Quality Function Deployment

نتایج تحلیل حاکی از آن بود که استفاده از اینترنت برای دستیابی به اطلاعات و دانش روز، جستجوی فرصتی برای افزایش ارزش مشتری، مدیریت برنامه ریزی لجستیک و ایجاد زیر ساخت های مناسب برای تشویق نوآوری همراه با کاستن زمان و ارائه محصولات مشتری مدار به عنوان موثرترین عوامل در چابکی زنجیره تأمین صنایع فولاد شناسایی شدند.

جدول (۱) مرور ادبیات و پیشینه تحقیق را نشان می‌دهد. نیاز روز افزون به در نظر گرفتن تاب‌آوری در طراحی زنجیره‌های تامین پایدار را می‌توان از ادبیات اخیر مشاهده کرد. از این رو، یک زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر پایدار می‌تواند آینده زنجیره‌های تامین را با بهبود عملکرد پایداری و تاب‌آوری در زنجیره تأمین تضمین کند. مدیران می‌توانند با رعایت جهت‌گیری استراتژیک زنجیره تامین و با در نظر گرفتن نیازهای شرکای زنجیره تأمین خود، این مبادلات را به خوبی اجرا کنند. از آنجایی که تا کنون مطالعه‌ای در خصوص شناسایی عوامل تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی به صورت توأم در بخش کشاورزی منطقه سیستان در طی همه‌گیری کووید-۱۹ صورت نگرفته‌است؛ لذا این موضوع به‌عنوان یک شکاف تحقیقاتی در نظر گرفته شد و این پژوهش با تکیه بر این موضوع صورت گرفت.

سوی دیگر در شرایط اختلال بالا، عوامل پیکربندی مجدد منابع، مدیریت دانش، رقابت‌پذیری پویا بر تاب‌آوری شرکت اثر معنادار و مستقیمی دارند. همچنین، پیکربندی مجدد منابع بر رابطه بین جهت‌گیری اختلالات زنجیره تأمین و تاب‌آوری شرکت اثر میانجی‌گری معناداری دارد. درحالی‌که نوآوری سازمانی بر رابطه بین مدیریت دانش و تاب‌آوری اثر میانجی‌گری ندارد.

امانی بنی [۱۹] در پژوهش خود به ارائه چارچوبی برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنایع غذایی تبدیلی کشاورزی پرداخت. مطابق نتایج این پژوهش، شرکت‌های موفق در ۴ سطح (سطح اول: تمرکز در بازار، پیش‌بینی در تأمین نهاده، مشتری‌مداری، سطح دوم: تکمیل زنجیره ارزش، رویکرد توسعه‌ای، ذخایر احتیاطی، سطح همکاری، سطح سوم: فناوری، پژوهش در نوآوری و سطح چهارم: توان مالی، سبک مدیریتی مطلوب) و شرکت‌های ناموفق در ۶ سطح (سطح اول: نوسانات زیاد بازار، وابستگی به بانک‌ها، سطح دوم: گرایش به حمایت‌های دولتی، عدم توجه به سرمایه‌داران کوچک، سطح سوم: ریسک تأمین مواد اولیه، تسویه از معاملات خارجی سطح چهارم: عدم توان مالی، دانش کم تولیدکنندگان سطح پنجم: عدم حمایت از کالای داخلی و سطح ششم: رانت‌بازی، قیمت‌گذاری دولتی، عدم شایستگی مدیریت) دسته‌بندی شدند.

طهماسبی و همکاران [۲۰] به بررسی اثرات متقابل عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره تأمین صنایع فولاد با روش دیمتل فازی پرداختند.

جدول (۱): مرور ادبیات تحقیق

| ردیف | محقق/محققان                | سال  | زنجیره تأمین صنایع مختلف | زنجیره تأمین کشاورزی و صنایع غذایی | تاب‌آوری زنجیره تأمین | بحران کووید-۱۹ | عدم قطعیت داده‌ها | روش‌های تصمیم‌گیری            |
|------|----------------------------|------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| ۱    | ابراهیم پور و فرجود چوکامی | ۲۰۲۳ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | SWARA                         |
| ۲    | کوپمنس و همکاران           | ۲۰۲۱ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | چهارچوب مفهومی                |
| ۳    | کومار و کومارسینگ          | ۲۰۲۱ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | BWM                           |
| ۴    | سیاگیان و همکاران          | ۲۰۲۱ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | روش حداقل مربع جزئی (PLS)     |
| ۵    | عسکری و همکاران            | ۲۰۲۱ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | مروری                         |
| ۶    | مردانی شهربابک و کلهری     | ۲۰۲۰ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | DEMATEL                       |
| ۷    | عیوض‌لو و همکاران          | ۲۰۱۹ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | مدل‌سازی معادلات ساختاری      |
| ۸    | امانی بنی                  | ۲۰۱۸ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) |
| ۹    | طهماسبی و همکاران          | ۲۰۱۸ | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | DEMATEL                       |
|      | تحقیق حاضر                 |      | *                        | *                                  | *                     | *              | *                 | Delphi-SWARA-DEMATEL          |

### ۳- روش تحقیق

مراحل متوالی صورت می‌پذیرد و هدف آن به حداقل رساندن میزان ناسازگاری در نظرات خبرگان و دستیابی به بهترین گزینه‌های هدف است [۲۱].

در این پژوهش تعداد اعضای پانل دلفی ۱۰ نفر از خبرگان را شامل گردید و اجرای روش دلفی با هدف نهایی سازی معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی صورت گرفت. اعضای پانل دلفی از بین افراد صاحب نظر و متخصصان در حوزه علوم کشاورزی و متخصصان، کارشناسان و کارکنان در حوزه زنجیره تأمین کشاورزی انتخاب شدند. پرسشنامه دور اول بدون ساختار و دارای سؤالات باز است که به اعضای پانل دلفی این امکان را می‌دهد تا نظرات خود را به صورت آزادانه در خصوص معیارهای مستخرج و جمع‌آوری شده از پیشینه پژوهش مطرح کنند و در صورت لزوم مطالبی راجع به موضوع را بر مطالب جمع‌آوری شده اضافه کنند [۲۲]. در این راستا در ابتدا اطلاعات مستخرج از پیشینه پژوهش در خصوص معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی در اختیار آن‌ها قرار داده شد و در جلسه‌ای، نظرات اعضای پانل دلفی در خصوص مرتبط بودن مقیاس‌ها و زیر مقیاس‌های شناسایی شده با موضوع و اهداف تحقیق به صورت باز مورد سنجش قرار گرفت. پس از آن روش دلفی برای نهایی‌سازی مقیاس‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی در سه دور متوالی صورت گرفت. در دومین مرحله از اجرای روش دلفی، پس از پایش نظرات و ایده‌های خبرگان در مرحله اول، مقیاس‌های شناسایی شده در اختیار اعضای پانل دلفی قرار گرفته که با طیف لیکرت به سؤالات پرسشنامه پاسخ دادند. برای بررسی میزان توافق نظر اعضای پانل دلفی از ضریب کندال استفاده گردید. میزان ضریب کندال در بازه [۰-۱] متغیر است که عدد یک بیانگر توافق نظر کامل و عدد صفر بیانگر عدم توافق کامل بین اعضای پانل می‌باشد. محاسبه ضریب کندال مطابق رابطه (۱) صورت پذیرفت [۲۳].

$$W = \frac{s}{\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)} \quad (1)$$

که در آن  $k$  تعداد اعضای پانل دلفی و  $N$  تعداد معیارهای رتبه‌بندی شده می‌باشد. مقدار  $S$  مطابق رابطه (۱) به دست می‌آید و بیانگر حاصل جمع مربعات انحراف‌های  $R_j$  از میانگین  $R_j$  می‌باشد.

$$S = \sum \left( R_j - \frac{\sum R_j}{N} \right)^2 \quad (2)$$

در رابطه (۲)،  $R_j$  مجموع رتبه‌های مربوط به یک معیار را نشان می‌دهد.

استفاده از روش دلفی برای شناسایی معیارهای مرتبط با تاب‌آوری در بخش کشاورزی، روایی صوری پرسشنامه دیمتال توسط خبرگان حوزه زنجیره تأمین مورد تأیید است. به منظور سنجش پایایی

این پژوهش از لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی، از لحاظ جمع‌آوری داده‌ها پژوهشی کتابخانه‌ای-میدانی و از نوع تجزیه و تحلیل داده‌ها پژوهشی آمیخته (کمی-کیفی) می‌باشد. در ابتدا شناسایی و استخراج عوامل پایداری و تاب‌آوری با تکیه بر مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات پیشین صورت گرفت. سپس این عوامل با روش دلفی فازی توسط نظرسنجی از خبرگان و صاحب نظران، مورد پایش و نهایی سازی قرار گرفتند. سپس عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی با روش دیمتال فازی مدل‌سازی شده و در نهایت میزان اهمیت هر یک از عوامل با روش سوارا فازی مورد سنجش قرار گرفته است. جامعه آماری این پژوهش را صاحب نظران اداره جهاد کشاورزی سیستان و خبرگان و کارشناسان در حوزه تاب‌آوری زنجیره تأمین از جمله اساتید دانشگاهی تشکیل می‌دهد. نمونه‌گیری این پژوهش با روش نمونه‌گیری هدفمند انجام شده است؛ به این صورت که تعداد ۱۰ نفر از خبرگان و صاحب نظران که دارای حداقل سابقه کار ۱۰ سال و حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی بودند، خبرگان مورد استفاده در پژوهش شامل ۳ زن و ۷ مرد می‌باشد که ۲۰ درصد آن‌ها دارای مدرک تحصیلی دکتری، ۵۰ درصد دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و ۳۰ درصد کارشناسی بوده‌اند. همچنین میانگین سنی خبرگان ۵۰ سال است. ۳۰ درصد آن‌ها اساتید دانشگاهی و ۷۰ درصد از صاحب نظران جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی بوده‌اند.



شکل (۱): الگوریتم مراحل اجرای پژوهش

### ۳-۱- روش دلفی

روش دلفی، روشی قاعده مند است که برای استخراج و توافق نظرات خبرگان و کارشناسان به کار برده می‌شود. خبرگانی که در رابطه با موضوع پژوهش دارای دانش و تخصص باشند، تحت عنوان اعضای پانل دلفی شناخته می‌شوند. این روش با استفاده از پرسشنامه طی

جدول (۳): عبارات کلامی به اعداد فازی مثلثی روش سوارا فازی

| واژه کلامی        | اعداد فازی مثلثی |
|-------------------|------------------|
| اهمیت یکسان       | (۱، ۱، ۱)        |
| اهمیت نسبتاً کمتر | (۲/۳، ۱، ۳/۳)    |
| اهمیت کمتر        | (۲/۵، ۱/۲، ۲/۳)  |
| اهمیت خیلی کمتر   | (۲/۷، ۱/۳، ۲/۵)  |
| اهمیت مطلقاً کمتر | (۲/۹، ۱/۴، ۲/۷)  |

#### ۴- یافته‌ها

##### ۴-۱- روش دلفی

به کمک روش دلفی معیارهای شناسایی شده توسط خبرگان نهایی شدند. در این مرحله از روش دلفی فهرست معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی گندم شناسایی شده در مرحله اول در اختیار خبرگان قرار گرفت. پس از اجرای دور نخست روش دلفی، معیارهایی که میانگین امتیاز آن‌ها عددی کمتر از ۳ یعنی میانه طیف لیکرت کسب کرده بود، حذف شدند و سپس جهت دستیابی به میزان توافق نظر خبرگان، محاسبه ضریب کندال انجام شد. ضریب کندال در نخستین دور از اجرای روش دلفی، ۰/۴۸ به دست آمد که بیانگر توافق نسبتاً کم بین اعضای پانل دلفی در خصوص معیارهای شناسایی شده است؛ بنابراین دور دوم روش دلفی نیز انجام شد. در دور دوم نیز تعداد ۴ معیار دیگر به دلیل کسب میانگینی کمتر از عدد ۳ حذف شده و ضریب هماهنگی کندال ۰/۶۵۴ به دست آمد. جهت دستیابی به اتفاق نظر قوی‌تر بین اعضای پانل، دور سوم روش دلفی نیز انجام شد و ضریب کندال در آن ۰/۸۴۵ به دست آمد که بیانگر اتفاق نظر قوی بین اعضای پانل دلفی در خصوص معیارهای شناسایی شده است. معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین که با روش دلفی نهایی شدند به تفکیک در جدول (۴) ارائه شده‌اند.

مطابق جدول (۴) ۹ عامل در تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی سیستم مؤثر است. در دسترس بودن منابع، در زنجیره تأمین کشاورزی وجود منابع کافی اعم از زمین، آب، کود و... برای دستیابی به بیشینه تولید بسیار حائز اهمیت است. چابکی زنجیره تأمین کشاورزی به واکنش سریع زنجیره تأمین نسبت به تغییرات عرضه و تقاضا را شامل می‌شود. سرعت به چابکی در جهت رسیدن به اهداف زنجیره کمک می‌کند. جریان اطلاعات شامل تمام تلاش‌های لازم در جهت آموزش کشاورزان و بالا بردن سطح آگاهی آن‌ها در رابطه با زنجیره تأمین کشاورزی تاب‌آور را بالا می‌برد. استحکام میزان مقاومت زنجیره برای حفظ عملکرد را نشان می‌دهد. افزونگی به داشتن تأمین‌کنندگان پشتیبان ذخیره‌سازی اضطراری اشاره دارد. عامل دید به عنوان عاملی که تمام فرایندها را تحت کنترل داشته‌است، می‌تواند به برنامه‌ریزی برای آینده زنجیره کمک شایانی کند.

پرسشنامه از آزمون کرونباخ استفاده شد. ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه دیمتل ۰/۷۷ محاسبه شد؛ لذا می‌توان گفت که پایایی پرسشنامه قابل قبول می‌باشد.

##### ۳-۲- روش دیمتل فازی

روش دیمتل یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) می‌باشد که به بیان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری معیارها بر یکدیگر و تعیین روابط علت و معلولی بین معیارها می‌پردازد. روش دیمتل قادر است اثر کلی معیارها را به تصویر بکشد، روابط علی را تجسم کند و معیارهای وابسته را تجزیه و تحلیل کند. بر اساس این سه مزیت، روش دیمتل، به طور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف برای کمک به فرآیند تصمیم‌گیری با شناسایی معیارهای اساسی و ایجاد ساختار و رابطه علت و معلولی استفاده شده‌است. شناسایی معیارهای اساسی تأثیرگذار و تأثیرپذیر به‌عنوان عملکرد اساسی روش دیمتل به اولویت‌بندی بهبودها بر این اساس کمک می‌کند [۲۴].

جدول (۲): متغیرهای کلامی و اعداد فازی مثلثی در روش دیمتل فازی

| واژه کلامی      | مقدار فازی        |
|-----------------|-------------------|
| بدون تأثیر      | (۰، ۰، ۲/۵)       |
| تأثیر خیلی کم   | (۰، ۲/۵، ۰/۵)     |
| تأثیر کم        | (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵) |
| تأثیر زیاد      | (۰/۵، ۰/۷۵، ۱)    |
| تأثیر خیلی زیاد | (۰/۷۵، ۱، ۱)      |

##### ۳-۳- روش سوارای فازی

روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی (SWARA)، یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره است که این روش به‌صورت فازی نخستین بار توسط ماوی در سال ۲۰۱۷ ارائه گردید [۲۵]. در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه، تعیین درجه اهمیت و وزن‌دهی به شاخص‌ها از مهم‌ترین مراحل حل مسئله می‌باشد. در این راستا، خبرگان حوزه مورد مطالعه، نقش حیاتی را در ارزیابی شاخص‌ها و تعیین اوزان آن‌ها ایفا می‌کنند و بخش اجتناب‌ناپذیری از فرآیند تصمیم‌گیری بر عهده آن‌ها است. روش سوارا یکی از روش‌هایی جدید تصمیم‌گیری چند معیاره است که این امکان را برای تصمیم‌گیرنده فراهم می‌سازد تا به انتخاب، ارزیابی و وزن‌دهی شاخص‌ها بپردازد. مهم‌ترین مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های وزن‌دهی، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره شاخص‌های وزن داده شده در طی فرآیند روش می‌باشد [۲۶].

بیشتر باشد، آن معیار تعامل بیشتری با سایر معیارهای سامانه دارد. D-R قدرت تأثیرگذاری هر یک از معیارهای را بر سایر معیارهای سامانه نشان می‌دهد. به‌طور کلی اگر مقدار D-R مثبت باشد، آن معیار، تأثیرگذار و یک معیار علت و اگر مقدار D-R منفی باشد، آن معیار، تأثیرپذیر و یک معیار معلول محسوب می‌شود. نمودار ترسیم شده دیمتل با توجه به مقدار D+R و D-R ارائه شده است. در شکل (۲) بردار افقی مقادیر D+R هر یک از معیارها و بردار عمودی مقادیر D-R معیارها را نشان می‌دهد.

سازگاری میزان انطباق زنجیره با تغییراتی از جمله کود جدید، بذر جدید و... می‌باشد. فرهنگ مدیریت ریسک به آماده‌سازی و فرهنگ سازی در سازمان به منظور پذیرش و کاهش ریسک را شامل می‌شود.

#### ۴-۲- روش دیمتل

از روش دیمتل برای تعیین میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی گندم استفاده می‌شود. نتایج این روش در جدول (۵) ارائه شده است؛ D+R میزان تأثیر و تأثر معیار موردنظر می‌باشد. هر چه میزان D+R برای معیاری

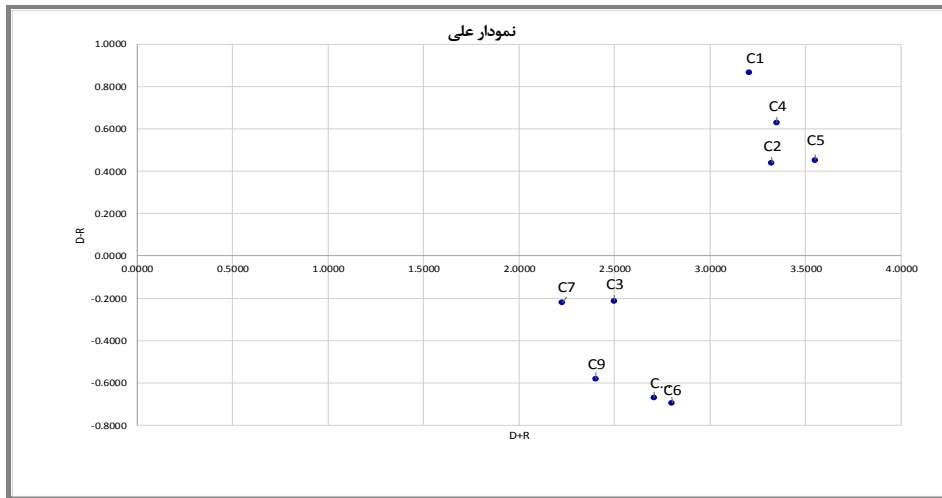
جدول (۴): معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین

| معیارهای تاب‌آوری  | منابع        | تعریف   |
|--------------------|--------------|---|
| دردسترس بودن منابع | [۲۷]         | دسترسی به مجموعه خاصی از منابع برای مدیریت اختلالات، ضروری است که شامل بذر، کود مناسب، آب، زمین و منابع انسانی است. |
| چابکی              | [۳۰-۲۸]      | توانایی واکنش سریع به تغییرات غیر قابل پیش‌بینی عرضه و تقاضا در دوران بحران.  |
| استحکام            | [۳۲, ۳۱]     | به توانایی یک سامانه کشاورزی برای تحمل مقدار معینی از استرس بدون از دست دادن عملکرد در طول بحران، مربوط می‌شود.     |
| جریان اطلاعات      | [۳۴, ۳۳, ۳۰] | به کارایی و اثربخشی جریان اطلاعات در جهت کنترل وضعیت بحرانی اشاره دارد.   |
| افزونگی            | [۳۱]         | تدابیری مانند تأمین کنندگان پشتیبان و ذخیره موجودی راهبردی برای مواجهه با اختلالات                                  |
| دید                | [۳۴, ۳۰, ۲۸] | توانایی دیدن فرآیندها و محصولات از ابتدا تا انتهای زنجیره تأمین کشاورزی   |
| سازگاری            | [۳۵, ۳۲]     | توانایی سامانه کشاورزی برای انطباق تدریجی یا تغییر کامل در پاسخ به یک محیط عملیاتی در حال تغییر                     |
| سرعت               | [۳۶]         | ظرفیت برآوردن اولویت‌ها و دستیابی به اهداف، به موقع برای مهار ضرر و جلوگیری از اختلالات آینده                       |
| فرهنگ مدیریت ریسک  | [۲۸]         | فرهنگ‌سازی در سازمان جهت پذیرش و کاهش ریسک  |

جدول (۵): الگوی روابط علی معیارهای تاب‌آوری

| نماد           | معیارها            | D      | R      | D+R    | رتبه | D-R     | رتبه و گروه     |
|----------------|--------------------|--------|--------|--------|------|---------|-----------------|
| C <sub>5</sub> | افزونگی            | ۲/۰۰۲۵ | ۱/۵۵۰۳ | ۳/۵۵۲۸ | ۱    | ۰/۴۵۲۲  | گروه علت (۱)    |
| C <sub>4</sub> | جریان اطلاعات      | ۱/۹۸۹۵ | ۱/۳۶۲۱ | ۳/۳۵۱۶ | ۲    | ۰/۶۲۷۴  | گروه علت (۲)    |
| C <sub>2</sub> | چابکی              | ۱/۸۸۰۸ | ۱/۴۴۳۲ | ۳/۳۲۴۰ | ۳    | ۰/۴۳۷۵  | گروه علت (۳)    |
| C <sub>1</sub> | دردسترس بودن منابع | ۲/۰۳۶۱ | ۱/۱۷۰۵ | ۳/۲۰۶۶ | ۴    | ۰/۸۶۵۷  | گروه علت (۴)    |
| C <sub>6</sub> | دید                | ۱/۰۵۲۴ | ۱/۷۴۹۶ | ۲/۸۰۲۰ | ۵    | -۰/۶۹۷۳ | گروه معلولی (۱) |
| C <sub>8</sub> | سرعت               | ۱/۰۱۸۲ | ۱/۶۸۹۹ | ۲/۷۰۸۱ | ۶    | -۰/۶۷۱۶ | گروه معلولی (۲) |
| C <sub>3</sub> | استحکام            | ۱/۱۴۲۸ | ۱/۳۵۶۷ | ۲/۴۹۹۵ | ۷    | -۰/۲۱۳۹ | گروه معلولی (۳) |
| C <sub>9</sub> | فرهنگ مدیریت ریسک  | ۰/۹۱۲۰ | ۱/۴۹۲۶ | ۲/۴۰۴۶ | ۸    | -۰/۵۸۰۵ | گروه معلولی (۴) |
| C <sub>7</sub> | سازگاری            | ۱/۰۰۳۵ | ۱/۲۲۲۹ | ۲/۲۲۶۴ | ۹    | -۰/۲۱۹۴ | گروه معلولی (۵) |





شکل (۲): نمودار روابط علت و معلولی معیارهای تاب‌آوری

جدول (۷): وزن دی‌فازی شده معیارهای تاب‌آوری

| رتبه | $\tilde{W}_j$ | نماد           | معیارها             |
|------|---------------|----------------|---------------------|
| ۱    | ۰/۴۳۳         | C <sub>1</sub> | در دسترس بودن منابع |
| ۲    | ۰/۲۵۸         | C <sub>2</sub> | افزونگی             |
| ۳    | ۰/۱۳۳         | C <sub>3</sub> | جریان اطلاعات       |
| ۴    | ۰/۰۷۴۶        | C <sub>4</sub> | چابکی               |
| ۵    | ۰/۰۴۰۸        | C <sub>5</sub> | استحکام             |
| ۶    | ۰/۰۲۴۴        | C <sub>6</sub> | دید                 |
| ۷    | ۰/۰۱۶۷        | C <sub>7</sub> | سرعت                |
| ۸    | ۰/۰۱۲۳        | C <sub>8</sub> | سازگاری             |
| ۹    | ۰/۰۰۷۶۸       | C <sub>9</sub> | فرهنگ مدیریت ریسک   |

مطابق جدول (۵) نتایج روش دیمتل فازی با توجه به D-R معیارهای تاب‌آوری زنجیره تامین را به دو گروه علت (تأثیرگذار) و معلولی (تأثیرپذیر) تقسیم کرده‌است. معیارهای هر دسته با توجه به میزان تعامل آن‌ها با سایر معیارها (D+R) رتبه‌بندی شده‌اند. در گروه معیارهای علت، معیار افزونگی، جریان اطلاعات، چابکی و در دسترس بودن منابع به ترتیب بیشترین تعامل را با سایر معیارها دارند. در گروه معیارهای معلولی، دید، سرعت، استحکام، فرهنگ مدیریت ریسک و سازگاری به ترتیب بیشترین تعامل را با سایر معیارها دارند.

مطابق جدول (۶) هر کدام از معیارهای گروه علت (افزونگی، جریان اطلاعات، چابکی و در دسترس بودن منابع) بر سایر

با توجه به مقادیر D+R و D-R هر معیار موقعیت آن معیار مشخص می‌شود. هرچه میزان D+R بیشتر باشد نشان از تأثیرگذاری آن معیار و هر چه میزان D-R بیشتر باشد نشانه اثرپذیری آن معیار است. در ادامه در جدول (۶) ارتباط هر معیار با سایر معیارها نیز بیان شده است.

جدول (۶): ارتباط معیارهای با یکدیگر

| معیارها        | رابطه‌ها  |
|----------------|---|
| C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> |
| C <sub>2</sub> | C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> |
| C <sub>3</sub> | C <sub>6</sub>  |
| C <sub>4</sub> | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> |
| C <sub>5</sub> | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> |
| C <sub>6</sub> | C <sub>8</sub>  |
| C <sub>7</sub> | C <sub>6</sub>  |
| C <sub>8</sub> | ---   |
| C <sub>9</sub> | ---   |

بعد از تعیین روابط معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی تعیین میزان اهمیت آن‌ها با روش سوارا فازی صورت گرفت. در روش سوارا با اتفاق نظر خبرگان از نتایج روش دیمتل برای رتبه‌بندی نزولی معیارها استفاده شد. به این‌صورت که با توجه به تحلیل عامل D یعنی میزان تأثیرگذار بودن معیارها رتبه‌بندی شدند. اتفاق نظر خبرگان در این موضوع به جهت یکپارچگی نتایج تحقیق و اهمیت عامل D بود. پس از رتبه بندی نزولی پرسشنامه روش سوارا طراحی و به‌منظور تعیین اهمیت معیارها در اختیار خبرگان قرار گرفت. نتایج این روش در جدول (۷) ارائه شد.

گندم، این معیارها به کمک روش دلفی با استفاده از نظر خبرگان حوزه کشاورزی سیستان نهایی شدند. سپس روابط میان معیارها به کمک روش دیمتال فازی مشخص گردید. نتایج روش دیمتال فازی معیارهای مؤثر در تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی محصول گندم در دوران کووید-۱۹ را در دو گروه علت و معلولی دسته بندی کرد. افزونگی، جریان اطلاعات، چابکی و در دسترس بودن منابع به‌عنوان معیارهای گروه علت به‌عنوان مؤثرترین معیارها شناسایی شدند و به ترتیب بالاترین تعامل را با سایر معیارها دارند. درگروه معیارهای معلولی، دید، سرعت، استحکام، فرهنگ مدیریت ریسک و سازگاری به‌ترتیب بیشتری تعامل را با سایر معیارها دارند. نتایج روش سوارا نشان داد که معیار در دسترس بودن منابع (شامل نیروی انسانی، زمین، مواد، آب و سایر امکانات) با توجه به تأثیرگذاری (مقدار D)، با وزن ۰/۴۳ به‌عنوان مؤثرترین و با اهمیت‌ترین معیار، معیار افزونگی با وزن ۰/۲۶ و جریان اطلاعات با وزن ۰/۱۳ پس از آن به ترتیب به‌عنوان معیارهای مهم و مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی شناسایی شده است. اعلام قرنطینه سراسری منجر به کمبود نیروی کار، کمبود دسترسی به موادی مانند کود، عدم تعادل در عرضه و تقاضا و مشکلات مرتبط با زمان پس از برداشتن محدودیت‌های قرنطینه و فاصله‌گذاری اجتماعی شد [۳۷]. این مسئله اهمیت معیار در دسترس بودن منابع را تأیید می‌کند. علاوه بر این، در طول تاریخ، همه‌گیری‌ها اغلب با کمبود مواد غذایی و حتی قحطی همراه بوده‌اند. به غیر از رویدادهای جنگی، عواملی مانند همه‌گیری بیماری‌های مختلف در طول تاریخ، سبب ایجاد خلل در فرآیند تولید و توزیع مواد غذایی شده است [۳۸]. اهمیت معیار افزونگی در تاب‌آوری زنجیره تأمین به دلیل در نظر داشتن تأمین‌کنندگان پشتیبان و ذخیره‌سازی‌های اضطراری در زنجیره تأمین تأیید می‌شود. این معیار می‌تواند در دوره بحران موجب حفظ امنیت غذایی شود و پایداری زنجیره تأمین را بالا ببرد. معیار جریان اطلاعات به استفاده‌ی کارا و اثر بخش از اطلاعات در جهت بالا بردن آگاهی کشاورزان و بالا بردن انعطاف‌پذیری زنجیره اشاره دارد. باتوجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود که اقدامات لازم برای در دسترس بودن منابع کافی در زنجیره به‌منظور افزایش تولید انجام شود که این امر نه تنها باعث بالا رفتن تاب‌آوری در زنجیره تأمین شده است؛ بلکه به پایداری زنجیره نیز کمک خواهد کرد. افزایش ذخیره اضطراری برای مواقع بحران باعث افزایش امنیت غذایی خواهد شد. با بهبود جریان اطلاعات در تمام بخش‌های زنجیره تأمین از جمله انتخاب تأمین‌کنندگان و در نظر گرفتن تأمین‌کنندگان پشتیبان، مشکلات تأمین بذر و سایر منابع کشاورزی در چنین بحران‌هایی کمتر خواهد شد. با عنایت به نتایج حاصل از پژوهش، پیشنهادهای زیر برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود:

معیارها در گروه خود و گروه معلولی مؤثرند؛ در گروه معیارهای معلولی معیار استحکام تنها بر معیار دید، معیار دید تنها بر معیار سرعت و معیار سازگاری تنها بر معیار دید مؤثر است. معیار سرعت و مدیریت فرهنگ ریسک تنها از ویژگی تأثیرپذیری برخوردارند. وجود منابع کافی از جمله: زمین، آب و منابع انسانی، تأثیر بسزایی بر تولید در دوران بحران‌هایی نظیر کووید-۱۹ دارد و اینگونه بر چابکی، افزونگی، استحکام در زنجیره تأمین کشاورزی محصول گندم در راستای تاب‌آوری مؤثرند. از سوی دیگر وجود امکانات کافی در جهت آموزش و ارتباطات بر فرهنگ مدیریت ریسک، جریان اطلاعات، سرعت، سازگاری و دید تأثیر می‌گذارد. چابکی بر همه معیارها اثرگذار است؛ اما از مهم‌ترین تأثیرات آن می‌توان به سازگاری، سرعت و استحکام اشاره کرد. افزونگی بر سایر معیارها مؤثر است؛ لیکن تأثیر آن بر معیار چابکی، در دسترس بودن منابع، استحکام، سرعت و سازگاری واضح و مشهود است. جریان اطلاعات سایر معیارهای تاب‌آوری را تحت تأثیر می‌گذارد، با این وجود تأثیرات آن بر فرهنگ مدیریت ریسک، چابکی، سازگاری و دید چشمگیر است. نتایج روش دیمتال بیانگر این بود که معیارهای گروه در بهبود پایداری نقش مهمی را ایفا می‌کنند و باید توجه به معیارهای علت را در اولویت قرار داد. اگرچه معیارهای معلولی در درجه دوم قرار دارند؛ اما به‌عنوان معیارهای مرتبط با تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی محصول گندم اهمیت دارند.

#### ۴-۳- روش سوارا

برای کمک به مدیران جهت برنامه‌ریزی بهتر برای دستیابی به یک زنجیره تأمین کشاورزی تاب‌آور در بحران‌هایی نظیر کووید-۱۹ از روش سوارا فازی برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی معیارها استفاده کردیم، نتایج این روش در جدول (۷) ارائه شده است. با توجه به نتایج روش سوارا فازی در دسترس بودن منابع با وزن ۰/۴۳۳، افزونگی با وزن ۰/۲۵۸، جریان اطلاعات با وزن ۰/۱۳۳ به‌ترتیب بالاترین درجه اهمیت را در تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی محصول گندم در دوران کووید-۱۹ دارند. به همین ترتیب، وزن معیارهای مؤثر تعیین شده است. نتایج حاصل از این پژوهش، می‌تواند نقشه راهی برای کارشناسان و صاحب‌نظران زنجیره تأمین مواد غذایی و کشاورزی باشد تا تأثیرگذارترین و با اهمیت‌ترین معیارها در تاب‌آوری زنجیره تأمین را به‌صورت کلی و به‌خصوص در بحران‌ها و همه‌گیری‌هایی نظیر کووید-۱۹ شناسایی کنند.

#### ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در راستای پاسخ به سؤالات پژوهش، پس از مرور ادبیات و شناسایی معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی محصول

[8] N. Chandrasekaran, & Raghuram, G. , *Agribusiness Supply Chain Management*, (1st ed.) ed. CRC Press, 2014.

[9] N. Tsolakis, C. Keramydas, A. Toka, D. Aidonis, and E. Iakovou, "Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy," *Biosystems Engineering*, vol. 120, pp. 47-64, 2014.

[10] "Proposing a Framework to Improve Supply Chain Resilience Performance," *Iranian Journal Of Supply Chain Management*, vol. 17, no. 48, pp. 38-51, 2015. [Online]. Available: [https://scmj.ihu.ac.ir/article\\_203563\\_89d102df06d08caf2145f08f2da49db.pdf](https://scmj.ihu.ac.ir/article_203563_89d102df06d08caf2145f08f2da49db.pdf).

[11] J. Stone and S. Rahimifard, "Resilience in agri-food supply chains: a critical analysis of the literature and synthesis of a novel framework," *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 23, 03/27 2018, doi: 10.1108/SCM-06-2017-0201.

[12] M. Ebrahimpour and Z. Zeinab Farjood Chokami, "Identification and Ranking of Supply Chain Resilience Indicators in Four Dimensions Using the Swara Method in Food Industry," (in en), *Journal of Improvement Management*, vol. 17, no. 2, pp. 33-59, 2023, doi: 10.22034/jmi.2023.246887.2337.

[13] I. Coopmans et al., "COVID-19 impacts on Flemish food supply chains and lessons for agri-food system resilience," *Agricultural Systems*, vol. 190, p. 103136, 2021/05/01/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103136>.

[14] P. Kumar and R. Kumar Singh, "Strategic framework for developing resilience in Agri-Food Supply Chains during COVID 19 pandemic," *International Journal of Logistics Research and Applications*, pp. 1-24, 2021.

[15] H. Siagian, Z. J. H. Tarigan, and F. Jie, "Supply chain integration enables resilience, flexibility, and innovation to improve business performance in COVID-19 era," *Sustainability*, vol. 13, no. 9, p. 4669, 2021.

[16] F. Askari Bezaye, F. Pasban, and M. Amin Amalshi, "The effects of Covid-19 on the agricultural sector with an emphasis on the rice value chain on an international scale," *Rice Promotion Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 23-31, 2021.

[17] M. Mardani Shahrabak and M. Kalhori, "Providing a Suitable Model for Implementing Resilient Supply Chain in Project-Oriented Organizations," (in Fa), *A Research Quarterly in Military Management*, vol. 20, no. 77, pp. 189-218, 2020. [Online]. Available: <https://www.magiran.com/paper/2185903>.

[18] N. Eyvazlo, M. Alvandi, and M. Nasrolahi, "Investigating the Factors Affecting Firm's resilient in Supply Chain Disruptions Situation (Case study: Alborz Industrial Town Manufacturing Firms in Qazvin Province)," (in Fa), *Iranian Journal of Supply Chain Management*, vol. 21, no. 64, pp. 33-, 2019. [Online]. Available: <https://www.magiran.com/paper/2112288>.

[19] Z. Amani Bani, "Providing a framework for improving the resilience of the supply chain in agricultural transformation food industries," Master thesis, Faculty of Management, , industrial management field, production orientation, Kharazmi University, 2018.

[20] H. Amin-Tahmasbi, O. Omidvari, M. Vahedi Bojarkenari, and S. Razavizadeh, "Investigating the Mutual Effects of Factors Affecting Supply Chain Agility in Steel Companies Using Grey Dematel," (in en), *Iranian Journal Of Supply Chain Management*, vol. 20, no. 59, pp. 29-39, 2018. [Online]. Available: [https://scmj.ihu.ac.ir/article\\_203709.html](https://scmj.ihu.ac.ir/article_203709.html).

[21] A. Rahmani, R. Vaziri Nezhad, H. Ahmadi Nia, and M. Rezaeian, "Methodological Principles and Applications of the Delphi Method: A Narrative Review," (in eng), *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, Review Article* vol. 19, no. 5, pp. 515-538, 2020, doi: 10.29252/jrums.19.5.515.

[22] J. McGeary, "A critique of using the Delphi technique for assessing evaluation capability-building needs," *Evaluation Journal of Australasia*, vol. 9, no. 1, pp. 31-39, 2009.

[23] M. Rezaeian, "Getting to Know the Delphi Method," (in eng), *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, Research* vol. 17, no. 12, pp. 1093-1094, 2019. [Online]. Available: <http://journal.rums.ac.ir/article-1-4662-en.html>.

[24] J.-I. Shieh, H.-H. Wu, and K.-K. Huang, "A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality," *Knowledge-Based Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 277-282,

۱. در پژوهش‌های آتی شناسایی و بررسی ریسک‌های مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین در کنار معیارهای مؤثر بر آن و ارائه راهکارهایی جهت کنترل و نظارت بر آن‌ها صورت گیرد.

۲. برای دسترسی به نتایج بهتر می‌توان معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی را افزایش داد، همراه با گسترش معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی می‌توان از مدل ساختاری تفسیری برای تعیین روابط بین معیارها بهره گرفت.

۳. در پژوهش‌های آتی می‌توان قلمروی مکانی تحقیق را به‌منظور افزایش دقت در انتخاب معیارها گسترش داد.

۴. با توجه به اهمیت عامل در دسترس بودن منابع، توجه سازمان‌های دولتی جهت فراهم کردن شرایط مناسب برای کشاورزی بسیار با اهمیت است.

۵. در نظر گرفتن افزونگی به‌عنوان عاملی که در برگیرنده تأمین‌کننده پشتیبان و ذخیره‌سازی اضطراری، حائز اهمیت است.

۶. با توجه به اهمیت عامل منابع در دسترس، از جمله آب و زمین زراعی کافی و... در جهت تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی، می‌توان مناطق حاصلخیز با بازده بالا را به کمک روش برنامه‌ریزی پویا شناسایی کرد و میزان سرمایه‌گذاری را در بخش کشاورزی این مناطق افزایش داد.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ای در دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

## ۶- مراجع

- [1] E. C. Stephens, G. Martin, M. van Wijk, J. Timsina, and V. Snow, "Editorial: Impacts of COVID-19 on agricultural and food systems worldwide and on progress to the sustainable development goals," (in eng), *Agric Syst*, vol. 183, pp. 102873-102873, 2020, doi: 10.1016/j.agsy.2020.102873.
- [2] H. Roubík et al., "Current coronavirus crisis and past pandemics - What can happen in post-COVID-19 agriculture?," (in eng), *Sustain Prod Consum*, vol. 30, pp. 752-760, Mar 2022, doi: 10.1016/j.spc.2022.01.007.
- [3] B. Thompson and L. Amoroso, *Improving Diets and Nutrition - Food-Based Approaches*. 2014.
- [4] A. Hashemi Nejad, A. Abdeslahi, M. Ghanian, and B. Khosravipour, "Analyzing Factors Affecting Wheat Production Risk in Iran," (in en), *Journal of Agricultural Economics and Development*, vol. 33, no. 4, pp. 329-338, 2020, doi: 10.22067/jead.v33i3.66850.
- [5] A. P. Barbosa-Póvoa, C. da Silva, and A. Carvalho, "Opportunities and challenges in sustainable supply chain: An operations research perspective," *European Journal of Operational Research*, vol. 268, no. 2, pp. 399-431, 2018/07/16/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.10.036>.
- [6] G. F. Frederico, "Towards a supply chain 4.0 on the post-COVID-19 pandemic: a conceptual and strategic discussion for more resilient supply chains," *Rajagiri Management Journal*, 2021.
- [7] R. Sharma, A. Shishodia, S. Kamble, A. Gunasekaran, and A. Belhadi, "Agriculture supply chain risks and COVID-19: mitigation strategies and implications for the practitioners," *International Journal of Logistics Research and Applications*, pp. 1-27, doi: 10.1080/13675567.2020.1830049.

- [31] D. Ivanov, B. Sokolov, I. Solovyeva, A. Dolgui, and F. Jie, "Ripple Effect in the Time-Critical Food Supply Chains and Recovery Policies," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 1682-1687, 2015/01/01/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.328>.
- [32] D. M. Tendall et al., "Food system resilience: Defining the concept," *Global Food Security*, vol. 6, pp. 17-23, 2015/10/01/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.08.001>.
- [33] C. Pereira, M. Christopher, and A. Da Silva, "Achieving supply chain resilience: the role of procurement," *Supply Chain Management*, vol. 19, pp. 626-642, 01/12 2014, doi: 10.1108/SCM-09-2013-0346.
- [34] K. Smith, G. Lawrence, A. MacMahon, J. Muller, and M. Brady, "The resilience of long and short food chains: a case study of flooding in Queensland, Australia," *Agriculture and Human Values*, vol. 33, no. 1, pp. 45-60, 2016/03/01 2016, doi: 10.1007/s10460-015-9603-1.
- [35] B. Tukamuhabwa, M. Stevenson, J. Busby, and M. Zorzini Bell, "Supply chain resilience: Definition, review and theoretical foundations for further study," *International Journal of Production Research*, vol. 53, pp. 1-32, 04/30 2015, doi: 10.1080/00207543.2015.1037934.
- [36] J. Stone and S. Rahimifard, "Resilience in agri-food supply chains: a critical analysis of the literature and synthesis of a novel framework," *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 23, no. 3, pp. 207-238, 2018, doi: 10.1108/SCM-06-2017-0201.
- [37] D. Maggo. "Impact of COVID-19 on smallholder farmers – insights from India." WBCSD news articles and insights. <https://www.wbcd.org/Overview/News-Insights/WBCSD-insights/Impact-of-COVID-19-on-smallholder-farmers-in-India#> (accessed).
- [38] H. Roubík et al., "Current coronavirus crisis and past pandemics - What can happen in post-COVID-19 agriculture?," *Sustainable Production and Consumption*, vol. 30, pp. 752-760, 2022/03/01/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.007>.
- 2010/04/01/ 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2010.01.013>.
- [25] R. Kiani Mavi, M. Goh, and N. Zarbakhshnia, "Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 91, no. 5, pp. 2401-2418, 2017/07/01 2017, doi: 10.1007/s00170-016-9880-x.
- [26] A. Dehnavi, I. N. Aghdam, B. Pradhan, and M. H. M. Varzandeh, "A new hybrid model using step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA) technique and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for regional landslide hazard assessment in Iran," *Catena*, vol. 135, pp. 122-148, 2015.
- [27] M. Kontopanou and G. T. Tsoulfas, "Critical success factors towards resilient agri-food supply chains," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1123, no. 1, p. 012011, 2022/12/01 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1123/1/012011.
- [28] C. F. Durach, A. Wieland, and J. A. D. Machuca, "Antecedents and dimensions of supply chain robustness: a systematic literature review," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 45, no. 1/2, pp. 118-137, 2015, doi: 10.1108/IJPDLM-05-2013-0133.
- [29] N.-O. Hohenstein, E. Feisel, E. Hartmann, and L. Giunipero, "Research on the phenomenon of supply chain resilience," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 45, no. 1/2, pp. 90-117, 2015, doi: 10.1108/IJPDLM-05-2013-0128.
- [30] M. Kamalahmadi and M. M. Parast, "A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research," *International Journal of Production Economics*, vol. 171, pp. 116-133, 2016/01/01/ 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.10.023>.