

احصاء فرمول محاسبه تاب آوری در زنجیره تأمین دفاعی

حنیف کازرونی^۱، سید مرتضی طباطبایی^۲، حمیدرضا رضایی^۳، سید محمدحسن یمینی^۴

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۴

چکیده

زنجیره تأمین دفاعی در تمامی شرایط (صلح، بحران یا جنگ) مأموریت برآورد، تأمین و واگذاری ملزومات سازمان‌های نیروهای مسلح را به‌طور مداوم و موثر برعهده دارد. مفهوم تاب‌آوری در این زنجیره به‌سبب وجود موقعیت‌هایی متنوع با ویژگی‌هایی همچون: عدم اطمینان بالا، عدم قطعیت‌های فناورانه، موقعیت‌های تهدیدکننده و انواع اختلالات، مورد تأکید مدیران و سیاستگذاران این حوزه می‌باشد. به دلیل این‌که آمادگی رویارویی با اختلالات در کوتاه‌ترین زمان ممکن و بازگشت به شرایط عادی قبل از وقوع اختلال، از اولین ویژگی‌های تاب‌آوری است؛ پیش‌گامی شاخص تاب‌آوری به‌صورت مستمر توسط مدیران این زنجیره مهم ارزیابی می‌گردد. هدف تحقیق حاضر، طراحی فرمولی جامع برای محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی با توجه به شاخص‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری است. تحقیق حاضر از منظر هدف، کاربردی؛ و از نظر رویکرد تحلیل داده‌ها، آمیخته است. گردآوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای و استفاده از منابع مختلف شامل کتاب و مقالات حوزه تاب‌آوری و زنجیره تأمین دفاعی، و مصاحبه با خبرگان متشکل از اعضای هیئت علمی پژوهشکده آماد، فناوری و عرصه‌های نوپدید دانشگاه عالی دفاع ملی است. ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی مقالات و کتب، ۵ مولفه و ۱۱ شاخص تاب‌آوری استخراج گردید. سپس این ۱۱ شاخص توسط تعداد ۹ نفر از خبرگان و صاحب‌نظران حوزه زنجیره تأمین دفاعی و با توجه به اهمیت آن‌ها از ۱ تا ۲۰ وزن‌دهی شد. با ترکیب اوزان تعیین‌شده توسط آن‌ها، با استفاده از روش میانگین حسابی موزون در نرم‌افزار اکسل، بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌های تاب‌آوری و خنثی‌نمودن تأثیر واحدهای اندازه‌گیری مختلف شاخص‌ها، فرمول محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین به منظور پیش‌گامی و دائم آن حاصل شد.

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد، تاب‌آوری، زنجیره تأمین دفاعی، شاخص کلیدی عملکرد.

۱. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه عالی دفاع ملی، رئیس پژوهشکده آماد، فناوری دفاعی و پدافند غیرعامل

hanif.kazerooni@gmail.com

۲. دانش‌آموخته دوره دفاع ملی گرایش پدافند غیرعامل دانشگاه عالی دفاع ملی seyedmorteza55@gmail.com

۳. دکترای علوم دفاعی راهبردی گرایش سیاست دفاعی دانشگاه عالی دفاع ملی h.rezae99@sndu.ac.ir

۴. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید و عملیات دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه

شهید بهشتی (نویسنده مسئول) mh.yamini@yahoo.com

۱. مقدمه

عصر حاضر سرشار از نااطمینانی، عدم قطعیت، وقوع اختلالات غیرمنتظره و ناگهانی است. از آنجایی که نمی‌توان از بروز همه اختلالات جلوگیری کرد، ضرورت دارد هر زنجیره تأمین با انتخاب رویکردی تاب‌آور برای مقابله با این اختلالات به آمادگی نسبی برسد. «تاب‌آوری»، توانایی کمینه‌سازی اختلالات در زنجیره تأمین را افزایش داده؛ چابکی، هوشیاری و آمادگی بیشتری برای آن فراهم می‌کند؛ و با پیش‌بینی وقوع اختلالات، توسعه برنامه‌های اقتضایی به‌صورت پیش‌فعالانه، مقاومت در برابر اختلالات شناسایی شده و بازیابی و پاسخ به اختلالات به‌منظور بازگشت به حالت عادی یا دستیابی به سطح بالاتر از آن، خود را بهبود می‌بخشد.

افزایش توان رقابت‌پذیری، افزایش میزان پاسخگویی به تغییرات محیطی و کاهش آسیب‌پذیری اهمیت خود را در هر زنجیره تأمین نمایان می‌سازد. در این میان، زنجیره تأمین دفاعی از این قاعده مستثنی نیست. امروزه، سازماندهی واحدهای نظامی-دفاعی در جهت کاهش و حذف ناامنی‌ها با مدیریت امنیت صورت می‌پذیرد. این بدان معناست که محیط‌های دفاعی-نظامی ماهیت پویا و پرتلاطمی دارند. در عین حال، این محیط‌ها مملو از عدم اطمینان و موقعیت‌های تهدیدکننده متعدد داخلی و خارجی هستند.

زنجیره‌های تأمین دفاعی به‌عنوان بخش مهمی از سازمان‌های نظامی-دفاعی در محیطی دائماً در حال تغییر فعالیت می‌کنند. این زنجیره و کارکردهای لجستیکی مربوط به آن، این اطمینان را می‌دهند که ارتش‌ها از تجهیزات و قابلیت‌های لازم برای انتقال خدمات، منابع و تجهیزات سنگین و سبک (سلاح، غذا، دارو، سوخت، تجهیزات عمده و غیرعمده و...) تا جایی که برای پشتیبانی مداوم از صحنه جنگ/ نبرد مورد نیاز است، برخوردار باشند (سانی و همکاران^۱، ۲۰۲۲). لذا بقاء و دستیابی به موفقیت در چنین محیط پرتلاطمی نیازمند قابلیت‌های سازمانی ویژه‌ای است و از میان مدل‌ها و راهکارهای پیشنهادی مختلف به‌منظور مقابله با چالش‌های موجود، «ظرفیت برگشت از شوک‌های ناگهانی» اهمیت

بسزایی پیدا می‌کند. بنابراین با پذیرش اهمیت و جایگاه تاب‌آوری در عملکرد زنجیره تأمین دفاعی، پژوهشگران متعدد، تحقیقاتی برای تاب‌آوری زنجیره تأمین در حوزه‌های زیر انجام داده‌اند:

- «ابعاد و مولفه‌های توانمندساز آن» (گسکه و نوسزل^۱، ۲۰۲۲)،
- «پیش‌نیازهای تاب‌آوری در زنجیره تأمین» (پاتیدار و همکاران^۲، ۲۰۲۳)،
- «قابلیت‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین» (هوهنستین و همکاران^۳، ۲۰۱۵)،
- «استراتژی‌های افزایش تاب‌آوری» (سهلمولر و هلنگرت^۴، ۲۰۲۱)،
- «موانع موجود برای تاب‌آوری زنجیره تأمین» (کومار و همکاران^۵، ۲۰۲۱).

برای پذیرش مفهوم تاب‌آوری به عنوان یک شاخص کلیدی عملکرد در چگونگی ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین و آگاهی از وضعیت سلامت زنجیره تأمین، لازم است ملاحظات کمی نسبت به مفهوم تاب‌آوری مورد توجه قرار گیرد. بیان وضعیت شاخص تاب‌آوری به صورت یک عدد، امکان مقایسه و ارزیابی وضعیت فعلی زنجیره تأمین دفاعی با وضعیت آتی پس از بهبود آن و مقایسه با بهترین الگوی عملکرد در زنجیره تأمین را فراهم خواهد ساخت؛ از این‌رو، ضرورت اندازه‌گیری شاخص تاب‌آوری در این زنجیره نمایان می‌گردد.

در تحقیق حاضر، هدف اصلی نیز «احصاء فرمولی نسبتاً تمام‌شمول به‌منظور اندازه‌گیری تاب‌آوری در زنجیره تأمین دفاعی» است و به‌منظور حرکت در این مسیر و دستیابی به فرمولی علمی و قابل بهره‌برداری در این حوزه، دو سوال به این شکل مطرح شده است:

- (۱) عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی کدام‌اند؟
- (۲) چگونه می‌توان به فرمولی جامع و کامل که تمام عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری در آن دخیل باشد، دست یافت؟

1. Geske & Novoszel
2. Patidar, Sharma, Agrawal & Sangwan
3. Hohenstein, Feisel, Hartmann & Giunipero
4. Sahlmüller & Hellingrath
5. Kumar, Mathiyazhagan & Taghipour

بنابراین نگران‌دگان در این تحقیق قصد دارند با بررسی ادبیات تحقیق، مولفه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی را به‌منظور استفاده در فرمول، شناسایی و سایر فرمول‌های تاب‌آوری موجود در ادبیات تحقیق را استخراج نموده و سپس به فرمول نهایی تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی دست یابند.

تحقیق حاضر از آن‌روی حائز اهمیت است که شاخص‌های تاب‌آوری را با واحدهای اندازه‌گیری متفاوت به‌صورت یکپارچه و منسجم شامل می‌شود و همچنین، فرمول به‌دست‌آمده نیز شرایط مناسبی برای تعیین راهبردهای زنجیره تأمین دفاعی با توجه با پیش‌مستمر تاب‌آوری در این زنجیره فراهم می‌کند. در صورت عدم اندازه‌گیری و پیش‌تاب‌آوری به صورت کمی، امکان مقایسه تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی با متوسط صنعت و بهترین الگوهای عملکرد در سطح جهانی فراهم نمی‌شود. همچنین از آن‌جایی که در صورت عدم اندازه‌گیری تاب‌آوری امکان مشاهده روند این شاخص طی دوره‌های زمانی متفاوت وجود ندارد، زنجیره تأمین در صورت بروز اختلالات غیرمنتظره و ناگهانی غافلگیر می‌شود و نمی‌توان اقدامات اصلاحی برنامه‌ریزی‌شده‌ای در زنجیره تأمین نظامی-دفاعی تعریف کرد؛ چراکه هرگونه اقدام اصلاحی فاقد بازخورد است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱. پیشینه تحقیق

تاب‌آوری یکی از ویژگی‌های مهم و برجسته هر زنجیره تأمین به‌خصوص زنجیره‌های تأمین دفاعی (نظامی) به‌شمار می‌رود؛ چراکه همواره در حال مواجهه با اختلالات و اتفاقات غیرمنتظره است. برخی از ادبیات پژوهش و مطالعات پیشین در این زمینه به قرار زیر هستند.

کریمی زارچی و همکاران (۱۳۹۹) به اهمیت وجود تاب‌آوری در زنجیره‌های تأمین دفاعی پرداختند و نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد دو بُعد «یادگیری» و «همکاری»، و سپس «فرهنگ مدیریت ریسک» و «برنامه‌ریزی اقتضایی» بالاترین اولویت را در دستیابی به زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور دارند.

رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) ضمن بیان اهمیت تاب‌آوری در صنایع دفاعی، با ارائه مدل ساختاری-تفسیری به این نتیجه رسیدند که «ارتباط با تأمین‌کننده» به عنوان پایه‌ای‌ترین و محرک‌ترین اقدام مطرح است و در این زمینه، اقدامات «افزونگی»، «چابکی» و «امنیت» به عنوان وابسته‌ترین و تحت تأثیرترین اقدامات برای تاب‌آوری زنجیره تأمین صنایع دفاعی می‌باشند.

رحیمیان اصل و ملکی (۱۴۰۰) با ارائه مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری در زنجیره تأمین دارویی دریافتند ساختار زنجیره تأمین، بهبود و بازیابی، یادگیری، انعطاف‌پذیری و نوآوری به ترتیب جهت بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین به کار می‌روند.

از آنجایی که هدف اصلی نگارندگان در تحقیق حاضر، دستیابی به فرمول محاسبه جامع‌تر و کامل‌تر با در نظر گرفتن مولفه‌های تاب‌آوری است؛ بنابراین در ابتدا مطالعات مرتبط با فرمول محاسبه تاب‌آوری بررسی می‌شود.

«کلارک و پن»^۱ (۲۰۲۲) فرمول محاسبه تاب‌آوری خود را بر اساس دو معیار کلیدی

بیان کردند:

(۱) «مدت زمان بازیابی»^۲،

(۲) «مدت زمان بقا»^۳.

فرمول کلارک و پن به شرح زیر است:

عامل × (زمان بقا- زمان بازیابی) × اگر درآمد گره = $\frac{\text{درصد تغییرات گرایش مرکزی}}{\text{درصد تغییرات ورودی گره}}$ = شاخص تغییرات تاب‌آوری = ۰

مجموع ضرب تأثیر درآمد هر گره در مورد بدتر قابل قبول = $\frac{\text{مجموع تأثیر درآمد گره ها}}{\text{گرایش مرکزی}}$

عامل محیطی × (شکاف زمان بازیابی و زمان بقا) × $\frac{\text{تأثیر درآمد}}{365}$ = مورد بدتر قابل قبول

فرمول شماره ۱

لازم به ذکر است در این فرمول مدت زمان بازیابی مدت زمانی است که زنجیره تأمین برای بازگرداندن عملکرد خود به سطح قبل از اختلال نیاز دارد. همچنین، هنگامی مدت

1. Clark & Pan

2. Time to Recover (TTR)

3. Time to Survive (TTS)

زمان بقا را اندازه‌گیری می‌کند که زنجیره تأمین می‌تواند بدون تأثیر بر معیارهای عملکرد شرکت در زمانی که تحت تأثیر یک اختلال غیرمنتظره قرار می‌گیرد، به کار خود ادامه دهد. تأثیر درآمد، حداکثر از دست‌دادن بالقوه فروش یک خط محصول خاص است که یک گره در صورت اختلال می‌تواند بر آن تأثیر بگذارد. همچنین عامل محیط امتیاز ریسک مربوط به محیط خارجی است.

«چن» و همکاران^۱ (۲۰۲۰) در محاسبه فرمول تاب‌آوری تمرکز خود را بر عامل هزینه معطوف کردند. فرمول آن‌ها به شرح زیر است:

$$EA = \int_0^{\infty} EA(tw) \times P(tw) d(tw)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{Cu fc(tw) - Cf(tw) - Cfc(tw) + P1(tw) - P2(tw)}{Cf(tw)}$$

فرمول شماره ۲

EA: تاب‌آوری زنجیره تأمین،

EA (tw): تاب‌آوری زنجیره تأمین برای ایجاد تاب‌آوری تحت جریان تقاضا در tw های مختلف،

tw: مدت زمانی که مشتریان می‌توانند منتظر بمانند

d (tw): تقاضای محصول در واحد زمان تحت جریان تقاضای در زمان‌های tw مختلف،

Cu fc (tw): هزینه از دست‌رفته زنجیره تأمین بدون تاب‌آوری در هنگام اختلال تحت جریان تقاضا در tw های مختلف،

Cf (tw): هزینه ایجاد تاب‌آوری تحت جریان تقاضا در tw های مختلف،

Cfc (tw): هزینه از دست‌رفته زنجیره تأمین با تاب‌آوری در هنگام اختلال تحت جریان تقاضا در tw های مختلف،

P (tw): درآمد حاصل از سفارشات در tw پس از بهبود زنجیره تأمین تحت جریان تقاضای tw های مختلف.

ترابی و همکاران (۲۰۱۵) معیار تاب‌آوری را با تابعی از استراتژی‌های بازیابی متفاوت توسعه دادند. «استراتژی‌های بازیابی» عبارت بود از؛

- (۱) ظرفیت جذب (اضافه کردن موجودی)،
- (۲) ظرفیت سازگاری (تأمین‌کننده پشتیبان)،
- (۳) ظرفیت ترمیمی (ترمیم و تقویت تأمین‌کننده پشتیبان).

فرمول اندازه‌گیری تاب‌آوری مطروحه به شرح زیر است:

$$A \times LT_A + B \times LT_B + C \times LT_C = \text{از دست دادن تاب‌آوری}$$

$$RE = 1 - (Q \times T) / \text{از دست دادن تاب‌آوری}$$

فرمول شماره ۳

در این فرمول، علائم اختصاری به شرح زیر است:

LT_A ، LT_B و LT_C : زمان مربوط به دریافت اقلام،

A: ظرفیت جذب،

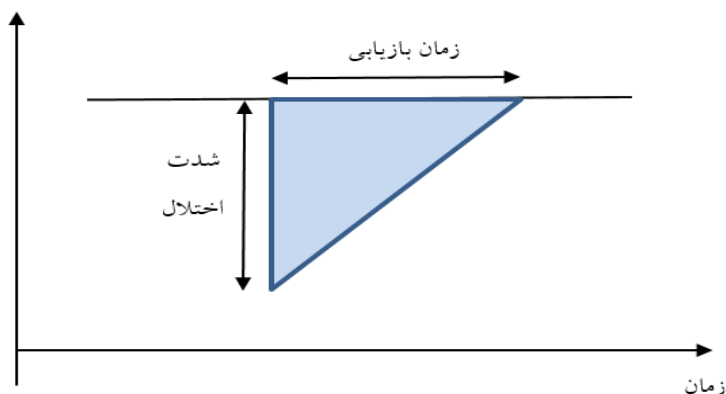
B: ظرفیت سازگاری،

C: ظرفیت ترمیمی،

Q: مجموع مقدار آیتم‌های مورد نیاز تولیدکننده،

T: حد بالایی مدت زمان فرآیند بازیابی.

«باروسو» و همکاران^۱ (۲۰۱۵) در مقاله خود به منظور محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین، «مثلث تاب‌آوری» را مبنای مطالعه خود قرار دادند؛ به نحوی که هرچه مساحت این مثلث افزایش یابد، مقدار تاب‌آوری کاهش می‌یابد. مثلث تاب‌آوری در شکل (۱) نمایش داده شده است. بنابراین برای محاسبه تاب‌آوری مساحت این مثلث از ۱ کم شده و تاب‌آوری حاصل می‌شود.



شکل شماره ۱. مثلث تاب‌آوری

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، فرمول محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی با استقرار شاخص‌های تاب‌آوری در فرمول مورد نظر با اوزان مختلف به دست می‌آید. بنابراین در این بخش مطالعات جدیدی که به محقق در شناسایی هرچه بهتر این شاخص‌ها یاری می‌رساند، مورد بررسی قرار گرفته‌است. طهماسبی و حامی (۱۳۹۹) معیارها و زیرمعیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین را مطابق با جدول (۱) برشمردند.

جدول شماره ۱. معیارها و زیرمعیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین (طهماسبی و حامی، ۱۳۹۹)		
ردیف	معیار	زیرمعیار
۱	انعطاف‌پذیری منابع اولیه	<ul style="list-style-type: none"> ❖ تشابه قطعات، ❖ طراحی ماژولار، ❖ انعطاف‌پذیری قرارداد با تأمین‌کنندگان، ❖ داشتن چند تأمین‌کننده.
۲	انعطاف‌پذیری در تکمیل سفارش‌ها	<ul style="list-style-type: none"> ❖ کانال‌های بخش جایگزین، ❖ تسهیم ریسک، ❖ راهبرد چندمنبعی، ❖ تعویق‌پذیری تعهدات، ❖ تعویق‌پذیری فرآیندهای تولیدی، ❖ مدیریت موجودی
۳	ظرفیت	<ul style="list-style-type: none"> ❖ ظرفیت تولید مازاد به جهت افزایش تولید، انبار و...

❖ منابع پشتیبانی		
❖ حذف ضایعات، ❖ بهره‌وری نیروی انسانی، ❖ بهره‌وری دارایی‌ها، ❖ کاهش میزان تنوع محصولات، ❖ تجزیه و تحلیل آثار شکست، ❖ پیشگیری از شکست.	بهره‌وری	۴
❖ هوش تجاری، ❖ فناوری اطلاعات، ❖ محصولات، ❖ دارایی و نیروی انسانی، ❖ کانال‌های تبادل اطلاعاتی مناسب در زنجیره تأمین.	میدان دید	۵
❖ تغییر مسیر سریع الزامات، ❖ کاهش زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید، ❖ فرصت‌طلبی به هنگام وقوع تلاطم‌ها، ❖ درس گرفتن از تجربه‌ها، ❖ بایگانی مناسب اطلاعات.	وفق‌پذیری	۶
❖ پایش اطلاعات و ردیابی سیگنال‌های اولیه تلاطم‌ها، ❖ مطالعه موارد گذشته، ❖ در نظر داشتن ریسک‌ها هنگام برنامه‌ریزی، ❖ آماده‌باش برای رویارویی با تلاطم‌ها، ❖ مدیریت ریسک، ❖ برنامه‌ریزی تداوم تجاری، ❖ تشخیص فرصت‌ها.	پیش‌بینی	۷
❖ مدیریت بحران، ❖ به‌کارگرفتن کمیته‌ای از منابع، ❖ کاهش پیامد تلاطم‌ها.	ترمیم	۸
❖ تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، ❖ پراکندگی ظرفیت‌های تولیدی، انبار و دارایی‌ها، ❖ پراکندگی منابع کلیدی، ❖ پراکندگی بازار.	پراکندگی	۹
❖ پیش‌بینی مشترک،	همکاری	۱۰

❖ مدیریت مشتریان، ❖ ارتباطات میان اجزای زنجیره، ❖ به تأخیر انداختن سفارش‌ها، ❖ مدیریت چرخه عمر محصول، ❖ تسهیم ریسک‌ها بین اجزای زنجیره.		
❖ آموزش، ❖ مسئولیت‌پذیری، ❖ کار تیمی، ❖ استفاده از خلاقیت افراد در حل مسائل.	سازمان	۱۱
❖ میزان وفاداری مشتریان، سهم کسب‌شده از بازار، ❖ شهرت برند، ❖ مدیریت ارتباطات با مشتریان.	جایگاه در بازار	۱۲
❖ بیمه، ❖ تنوع پورتفولیو، ❖ پس‌اندازهای مالی، ❖ حاشیه سود.	قدرت اقتصادی و توانایی تحمل فشارهای مالی	۱۳
---	امنیت، امنیت فیزیکی و سایبری	۱۴

همچنین «دونادونی»^۱ و همکاران (۲۰۱۹) معیارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین را شامل

موارد زیر دانسته‌اند:

- (۱) زمان بازیابی،
- (۲) هزینه بازیابی،
- (۳) سهم بازار (قبل و بعد از اختلال)،
- (۴) هزینه راهبردهای اقتضایی،
- (۵) ارزیابی و مدیریت تاب‌آوری زنجیره تأمین،
- (۶) خدمت به مشتری،

1. Donadoni, Roden, Scholten, Stevenson, Caniato, Pieter & Wieland

(۷) وابستگی به تأمین‌کننده،

(۸) زمان بقا،

(۹) مدل بلوغ مدیریت ریسک زنجیره تأمین،

(۱۰) ارزش در ریسک و مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین.

از سوی دیگر شناسایی پیش‌نیازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین به‌منظور تعیین مولفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری در اولویت قرار دارد. «پاتیدار» و همکاران (۲۰۲۳) هفت پیش‌نیاز تاب‌آوری زنجیره تأمین را مشتمل بر ۷ مولفه زیر برمی‌شمارند:

(۱) مشاهده‌پذیری

- قابلیت در دسترس‌ساختن اطلاعات مربوط به محصولات در هر مرحله از تأمین‌کننده به تولیدکننده و سپس مصرف‌کننده.

(۲) انعطاف‌پذیری

- قابلیت پذیرش،
- پاسخگویی به تغییرات،
- تأمین تقاضاهای نوسان‌دار.

(۳) همکاری

- عملکرد چندین سازمان برای دستیابی به یک هدف مشترک متمرکز بر کاهش هزینه،
- بهبود خدمت‌رسانی به مشتری،
- بهبود اجزای مشخص عملکرد زنجیره تأمین.

(۴) کنترل

- توانایی پیاده‌سازی سیاست‌ها،
- اجرای فرآیندها برای جلوگیری از اختلالات.

(۵) دیجیتال‌سازی

- انتقال رویدادهای انسان‌محور به رویدادهای نرم‌افزارمحور با استفاده از فناوری‌های دیجیتال.

(۶) چرخه‌ای بودن

- اصلاح،
- استفاده مجدد،
- تعمیر و بازیافت اقلام و منابع موجود در زنجیره تأمین به‌منظور کاهش مصرف مواد خام.

(۷) طراحی شبکه زنجیره تأمین

- ساخت مدل عملیاتی چارچوب عمومی زنجیره تأمین به‌منظور تخمین هزینه و زمان ضروری برای ارسال اقلام در بازار.

شناسایی توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین نیز به‌عنوان عوامل محرک بهبود تاب‌آوری می‌تواند نقش بسزایی در تعیین شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی داشته باشد. «اگاروال»^۱ و همکاران (۲۰۲۱) عوامل زیر را به‌عنوان توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین مطرح ساختند:

- (۱) بازمهندسی ساختار زنجیره تأمین،
- (۲) اصول و برنامه‌ریزی مشارکت‌محور،
- (۳) هوشمندی زنجیره تأمین،
- (۴) فرهنگ کاهش ریسک،
- (۵) مدیران ارشد متعهد،
- (۶) تیم‌های تداوم کسب‌وکار،
- (۷) افزایش قابلیت سازگاری،
- (۸) کاهش عدم قطعیت‌ها،
- (۹) آگاهی محیطی،
- (۱۰) مدیریت دانش قبل، حین و بعد از اختلال،
- (۱۱) نوآوری،

- (۱۲) قابلیت‌های صنعت نسل چهارم،
 (۱۳) پیکربندی و بسیج منابع،
 (۱۴) سرمایه اجتماعی،
 (۱۵) موقعیت بازار،
 (۱۶) اطمینان از دسترسی سریع به منابع،
 (۱۷) ایجاد مشارکت در میان کارکنان،
 (۱۸) دوسوتوانی سازمانی،
 (۱۹) قابلیت‌های تغییر سازمانی،
 (۲۰) منبع‌یابی چندگانه،
 (۲۱) ارتباطات غیر سلسله‌مراتبی،
 (۲۲) یکپارچگی سیستم اطلاعات،
 (۲۳) آموزش فرابخشی در سازمان،
 (۲۴) بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل.

به‌علاوه، «گسکه و نوسزل» (۲۰۲۲) چهار توانمندسازی تاب‌آوری زنجیره تأمین شامل «چابکی»، «انعطاف‌پذیری»، «همکاری» و «رویت‌پذیری» را ارائه نمودند. همچنین آگراوال و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی دیگر، توانمندسازهای تاب‌آوری را در ۳ سطح «راهبردی»، «تاکتیکی» و «عملیاتی» مطابق جدول (۲) طبقه‌بندی کردند.

جدول شماره ۲. طبقه‌بندی توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۱)		
ردیف	طبقه توانمندسازها	توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین
۱	راهبردی	<ul style="list-style-type: none"> ❖ تصمیم‌گیری مبتنی بر مشارکت، ❖ اطلاعات بلادرنگ، ❖ پیش‌بینی مشارکت‌محور، ❖ تأمین‌کننده‌های محلی پشتیبان، ❖ مکانیزم‌های ردیابی اطلاعات، ❖ مکانیزم‌های هوش مصنوعی.
۲	تاکتیکی	<ul style="list-style-type: none"> ❖ شناسایی پیش‌فعالانه، ❖ اقدام فوری،

❖ عملیات مشارکت محور، ❖ نیروی کار چندمهارته.		
❖ انعطاف‌پذیری در تولید، ❖ قرارداد، ❖ منبع یابی، ❖ توزیع، ❖ لجستیک.	عملیاتی	۳

کریمی زارچی و همکاران (۱۳۹۹) ابعاد و مولفه‌های توانمندساز تاب‌آوری در زنجیره تأمین دفاعی را مطابق جدول (۳) تعیین کردند.

جدول شماره ۳. ابعاد و مولفه‌های توانمندساز تاب‌آوری در زنجیره تأمین دفاعی (کریمی زارچی و همکاران، ۱۳۹۹)		
ردیف	بُعد	مولفه‌ها
۱	یادگیری	❖ یادگیری نظام‌مند، ❖ فراموشی نظام‌مند، ❖ مدیریت منابع انسانی.
۲	افزونگی	❖ ذخیره احتیاطی، ❖ تأمین‌کننده پشتیبان، ❖ ظرفیت پشتیبانی، ❖ تعدد تأمین‌کنندگان.
۳	همکاری	❖ سرمایه اجتماعی، ❖ اشتراک درآمد و ریسک، ❖ یکپارچگی، ❖ تسهیم اطلاعات، ❖ اعتماد بین بازیگران.
۴	چابکی	❖ ساختار و درک آن، ❖ سرعت، ❖ پاسخگویی.
۵	انعطاف‌پذیری	❖ انعطاف‌پذیری محصول، ❖ انعطاف‌پذیری فرآیند،

❖ انعطاف‌پذیری حمل و نقل، ❖ مدیریت تأخیر.		
❖ نوآوری، ❖ رهبری، ❖ شفافیت.	فرهنگ مدیریت ریسک	۶
❖ کارایی، ❖ رشد، ❖ بازسازی، ❖ انطباق پایدار.	پایداری	۷
❖ ساختار امنیتی، ❖ قابلیت فناوری اطلاعات، ❖ رویت‌پذیری	امنیت	۸
❖ طراحی زنجیره تأمین، ❖ تصمیم‌برنامه‌ریزی‌شده، ❖ در نظر گرفتن عامل ریسک در تصمیم‌گیری، ❖ پیش‌بینی.	برنامه‌ریزی اقتصادی	۹

از زمانی که مفهوم تاب‌آوری در ادبیات حوزه زنجیره تأمین مطرح گردیده‌است، بسیاری از دانشمندان و متخصصان این حوزه در پی یافتن استراتژی‌هایی در سطح راهبردی زنجیره تأمین هستند تا به بهبود سطح تاب‌آوری منجر شود. «سهلمولر و هلنگرث» (۲۰۲۱) افزایش افزونگی شامل؛ مسیریابی چندگانه، حمل‌ونقل جانبی، تأمین‌کننده پشتیبان، منبع‌یابی چندگانه، وجود ذخیره اطمینان و سایر استراتژی‌ها نظیر رویت‌پذیری، کاهش منطقه‌ای‌سازی، درک شبکه، افزایش داخلی‌سازی و انبار عبوری را به عنوان استراتژی‌های اصلی مطرح کردند.

«دونادونی» و همکاران (۲۰۱۹) با نظرسنجی از خبرگان دانشگاهی، استراتژی‌هایی همچون؛ افزونگی، برنامه‌ریزی استمرار کسب و کار، انعطاف‌پذیری، طراحی ساختاری منعطف برای زنجیره تأمین، افزایش رویت‌پذیری، زیر ساخت امن، قراردادهای نرم‌افزار سنجش تاب‌آوری، راه‌حل‌های مالی، تعیین شاخص‌های مدیریت ریسک و ارزیابی تأمین‌کننده را به‌منظور افزایش تاب‌آوری تبیین کردند.

۲-۲. مبانی نظری و ادبیات تحقیق

۲-۲-۱. زنجیره تأمین

«زنجیره تأمین» شبکه‌ای از تمامی افراد، سازمان‌ها، منابع، فعالیت‌ها و فناوری‌های دخیل در ایجاد و فروش یک محصول است. یک زنجیره تأمین شامل همه‌چیز از تحویل مواد اولیه از تأمین‌کننده به سازنده تا تحویل نهایی آن به کاربر نهایی است (لوتکوویچ^۱، ۲۰۲۴). در تعریفی دیگر؛

«زنجیره تأمین، سامانه‌ای متشکل از سازمان‌های مرتبط با تأمین، افراد دخیل، فعالیت‌ها، عملیات و در نهایت، منابع اطلاعاتی آن‌ها است که در انتقال یک کالا یا خدمات از عرضه‌کننده به متقاضی نهایی درگیر و فعال هستند» (پارسا و همکاران، ۱۴۰۲). در هر زنجیره تأمین، چهار فرآیند اساسی شامل: «برنامه‌ریزی»، «منبع»، «ساخت» و «تحویل» وجود دارد. این فرآیندها در قالب مدیریت عرضه و تقاضا، تأمین مواد خام و قطعات، ساخت و مونتاژ، انبارکردن و پیگیری صورت کالا، ثبت و مدیریت سفارش، توزیع در سراسر مجاری و نهایتاً تحویل به مشتری می‌باشد.

فرآیندهای موجود در زنجیره تأمین به‌صورت جزئی‌تر، عبارت از موارد زیر است؛ مدیریت ارتباط با مشتری، ارتباط با تأمین‌کننده، خدمات مشتری، تقاضا، پرسیازی سفارش، جریان تولید، توسعه و تجاری‌سازی محصول و مرجوعات (راندر و همکاران^۲، ۲۰۱۹). همچنین امروزه مفهوم تأمین مالی با تأکید بر بهینه‌سازی جریان نقدی و تأمین نقدینگی در مقابل سود کوتاه‌مدت در زنجیره تأمین مورد توجه زیادی قرار گرفته‌است (لشنر و همکاران^۳، ۲۰۲۳).

۲-۲-۲. زنجیره تأمین دفاعی

«زنجیره تأمین دفاعی» به همه شاخه‌های خدماتی نیروهای مسلح اطلاق می‌شود که برای انجام مأموریت و محافظت از کشور، در زمینه عملیات زنجیره تأمین و تدارکات

1. Lutkevich

2. Rondero, Martinez, Smith, Morales & Maacara

3. Leuschner, Choi, Rogers, Hofmann & Templar

خدمت‌رسانی می‌کنند. فرآیندهای زنجیره تأمین دفاعی و کارکردهای لجستیکی آن، با ایجاد اطمینان از دسترسی ارتش‌ها به ابزار و قابلیت‌های لازم نیروهای تحت امر نظیر سلاح، غذا، تجهیزات و... جهت انتقال خدمات و منابع مورد نیاز به صحنه‌های نبرد و میدان‌های جنگ، پشتیبانی مداوم و حمایت از نیروهای نظامی را تضمین می‌کنند و به دلیل حساسیت و اهمیت بیشتر، این زنجیره دائماً در محیط‌های غیرقطعی در معرض مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی (انسان ساخت) مانند تهدیدات سخت و نرم، خرابکاری عمدی و... به عملیات می‌پردازند (سانی و همکاران، ۲۰۲۲).

به‌وضوح روشن است که زنجیره تأمین دفاعی، یک حالت توسعه‌یافته از سیستم پشتیبانی لجستیکی با توجه به شبکه و اطلاعات مورد نیاز جنگ می‌باشد. به‌علاوه، زنجیره تأمین دفاعی، تأمین (خرید/تولید)، توزیع، انبارداری و مصرف به موقع را ملزومات نظامی (ارتش) را در کنار هم قرار داده و مزایای یک زنجیره تأمین را به طور کامل ایجاد کرده و حداکثر منافع شبکه تأمین نیروهای مسلح را فراهم می‌کند (عسکری سپستانی و همکاران، ۱۴۰۳). زنجیره تأمین دفاعی، خدمات پشتیبانی نیروهای مسلح (ارتش) را انجام می‌دهد و هسته مرکزی آن در پی ایجاد یک ساختار زنجیره‌ای مستحکم با مرتبط کردن تمام سطوح تأمین‌کنندگان و ارتش می‌باشد.

ذکر این نکته ضروری است که معیار موفقیت زنجیره تأمین دفاعی، موفقیت در آمادگی برای جنگ و توان بازدارندگی است، نه صرفاً دستیابی به سود. بدین معنا که برخی از مفاهیم مدیریت تولید و عملیات به‌کاررفته در کسب‌وکار (موجودی انبار صفر)، در حوزه دفاعی و نظامی کاربردی ندارد؛ چراکه وجود ذخیره ایمنی بالا در بسیاری از مواقع نشانه آمادگی بالای آن زنجیره تأمین است (کریمی زارچی و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین هدف عمده زنجیره تأمین دفاعی با دستیابی به وضعیت آمادگی ویژه در پایین‌ترین سطح هزینه کل، امکان‌پذیر است.

همچنین برخی دیگر از محققان، هدف اصلی زنجیره تأمین دفاعی را «پشتیبانی از سیستم‌های تسلیحاتی، تهاجمی و دفاعی» دانسته‌اند. برخی از ویژگی‌های زنجیره تأمین دفاعی (نظامی) که آن را از زنجیره تأمین تجاری متمایز می‌سازد، عبارتند از:

- (۱) تأکید اندک به مسائل اقتصادی،
- (۲) بهره‌برداری از نوآوری‌های بخش تجاری،
- (۳) برخوردار از جامعه هدف متشکل از سربازان و رزمندگان،
- (۴) نجات جان افراد،
- (۵) حفظ آمادگی و توان دفاعی نیروها در مقابله با تهدیدات نظامی در رأس اهداف آن،
- (۶) تولید و فروش هر نوع کالا،
- (۷) دشواری تعمیر یک سیستم،
- (۸) حضور در عرصه منازعات سیاسی، نظامی و دفاع از کشور (جوشقانی و قنبریان، ۱۴۰۱).

۳-۲-۲. تاب‌آوری زنجیره تأمین

مفهوم تاب‌آوری از آن دسته مفاهیمی است که در ادبیات بسیاری از علوم نظیر مهندسی سازه، علوم محیط زیست، علم روان‌شناسی و همچنین علم مدیریت به‌چشم می‌خورد. تاب‌آوری به عنوان یک مفهوم چند بعدی و چندحوزه‌ای شناخته می‌شود. ریشه کلمه تاب‌آوری^۱، واژه‌ی لاتین **Resilio** به معنی حالت ارتجاعی داشتن است که در قرن ۱۷ میلادی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در فرهنگ لغت «آکسفورد»، تاب‌آوری نیز توانایی ماده یا شیء در بازگشت به حالت اولیه (تعریف علم مهندسی) و ظرفیت بازیابی سریع افراد در مواجهه با مشکلات (تعریفی برگرفته از علم روان‌شناسی) معنی شده است. همچنین در فرهنگ «وبستر»، تاب‌آوری درباره توانایی قوی‌شدن، سالم‌شدن و موفق‌شدن مجدد بعد از یک رخداد بد به‌کاربرده می‌شود. به علاوه، «هالینگ» اولین کسی بود که تاب‌آوری را در بوم‌شناختی به معنای توانایی سیستم‌ها در جذب تغییرات و ایستادگی در مقابل آن‌ها دانست (آقامحمدی و غیاثوند، ۱۳۹۳).

همچنین تعریف تاب‌آوری از دیدگاه استاندارد «ایزو»، توانایی سازمان در جذب و انطباق با محیط در حال تغییر به منظور پیشبرد اهداف، بقا و رشد خود می‌باشد (گرتلیچ و لمپ، ۲۰۲۲). ویژگی‌های تاب‌آوری عبارتند از:

(۱) مقدار تغییری که یک سیستم می‌تواند تحمل کند و کنترل‌های یکسانی بر ساختار و عملیات خود حفظ کند.

(۲) مقداری که یک سیستم قادر است به خودسازماندهی بپردازد.

(۳) درجه‌ای که یک سیستم می‌تواند ظرفیتی برای سازگاری و یادگیری بسازد. «ظرفیت سازگاری» یکی از عناصر تاب‌آوری است که منعکس‌کننده بُعد یادگیری مربوط به رفتار سیستم در پاسخ به اختلالات است. ظرفیت یادگیری از بلاای پشین نیز توانایی پیشگیری بهتر و توسعه اقدامات کاهش ریسک برای رویدادهای آینده است (گسکه و نوسزل، ۲۰۲۲).

در جدول (۴) تعاریفی از تاب‌آوری زنجیره تأمین بیان شده‌است.

جدول شماره ۴. تعاریف تاب‌آوری زنجیره تأمین		
ردیف	تعریف تاب‌آوری زنجیره تأمین	منبع
۱	تاب‌آوری زنجیره تأمین = رویت‌پذیری + هوش + چابکی رویت‌پذیری: توانایی دیدن هوش: توانایی فهمیدن چابکی: توانایی اجراکردن	کریشان، ۲۰۲۳
۲	تاب‌آوری زنجیره تأمین، زنجیره تأمین را قادر می‌سازد که با محیط بیرونی سازگار شود بدون اینکه آسیبی به عملیات کسب و کار برسد.	محمد عظمات و همکاران، ۲۰۲۲
۳	قابلیت سازگاری زنجیره تأمین برای آمادگی در برابر رویدادهای غیرمنتظره، پاسخ به اختلالات و بازبایی از آن‌ها به وسیله حفظ تداوم عملیات در سطح مطلوبی از اتصال و کنترل ساختار و عملیات را تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌گویند.	پونومارف و هلکمب، ۲۰۰۹؛ اورلاندو و همکاران، ۲۰۲۲
۴	توانایی یک زنجیره تأمین برای مقاومت در برابر اختلال و بازبایی قابلیت عملیاتی پس از وقوع یک اختلال را تاب‌آوری زنجیره تأمین	ملینک و همکاران، ۲۰۱۴

	می‌گویند.	
۲۰۰۸	توانایی کاهش احتمال اختلالات، تأثیر رویدادهای اختلالات و زمان بازیابی عملیات عادی.	فلاسکا، ۲۰۰۸
۲۰۰۴	توانایی سیستم برای بازگشت به حالت اولیه یا شرایط مطلوب‌تر پس از اختلال.	کریستوفر و پک، ۲۰۰۴

پس از تعریف تاب‌آوری زنجیره تأمین به‌منظور درک بهتر این مفهوم در زنجیره تأمین و برخورداری از رویکردی جامع و کامل نسبت به این مفهوم، چارچوب یک زنجیره تأمین تاب‌آور مطابق شکل (۲) می‌باشد.



شکل شماره ۲. الگوی زنجیره تأمین تاب‌آور (کوچان و نویکی، ۲۰۱۸)

بنابراین از تاب‌آوری در یک زنجیره تأمین دفاعی به توانایی تأسیسات برای حفظ قدرت رزمی با محافظت در برابر و پاسخ به و بازیابی از رویدادهای عمدی، تصادفی یا طبیعی مانع در برابر عملیات هوایی، فضا یا فضای سایبری هم یاد می‌شود. حال آن‌که تأسیسات نظامی نه تنها زیرساخت‌های فیزیکی بلکه فعالیت‌های انسانی و سیستم‌های پشتیبان مورد نیاز عملیات را دربر می‌گیرد.

پاسخگویی به شرایط دائماً در حال تغییر نقطه قوت شبکه تأمین لجستیک دفاعی در سطح فرماندهی عملیاتی است. در نهایت می‌توان گفت؛ شبکه زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور باید با هر تغییری در تأمین ملزومات منطبق بوده و آمادگی خود را از طریق بازیابی به موقع و پایداری در برابر ریسک‌ها و خروج از اختلال‌های پیش‌بینی نشده حفظ کند. به‌بیانی دیگر، سیستم‌های تاب‌آور تحت فشارهای بیرونی به جای آن که بشکنند، خم می‌شوند و با وجود شرایط نامطلوب توانایی رشد و ارتقاء می‌یابند (گرتلیچ و لمپ، ۲۰۲۲).

همانگونه که از نقش فناوری‌های پیشرفته مربوط به صنعت نسل ۴ در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین نمی‌توان غافل شد، تأثیر فناوری‌های نوآورانه و مخرب^۱ بر تاب‌آوری زنجیره تأمین غیرقابل‌انکار بوده و پذیرش این دسته از فناوری‌ها در محیط فوق‌رقابتی امری اجتناب‌ناپذیر است.

تأثیر مثبت قابلیت‌هایی همچون فناوری هوش مصنوعی و اینترنت اشیا بر تاب‌آوری زنجیره تأمین به واسطه افزایش همکاری در زنجیره تأمین و دستیابی به تاب‌آوری از طریق دسترسی به داده‌های بلادرنگ، اشتراک‌گذاری اطلاعات و همکاری بر کسی پوشیده نیست (بلهادی و همکاران^۲، ۲۰۲۴؛ کدادوارامث و همکاران^۳، ۲۰۲۰).

جدول (۵) تأثیر هر یک از این فناوری‌های پیشرفته بر پیش‌نیازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین را تأیید می‌کند.

1. Disruptive
2. Belhadi, Mani, Kamble, Rehman Khan & Verma
3. Kedadevaramth

جدول شماره ۵. تأثیر فناوری‌های نوآورانه بر پیش‌نیازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین (افتخار و همکاران، ۲۰۲۲)						
پیش‌نیاز فناوری	رویت‌پذیری	قابلیت ردیابی	قابلیت همکاری	شفافیت	انعطاف‌پذیری	بیکربندی مجدد
زنجیره بلوکی	✓	✓	✓	✓		
تجزیه و تحلیل کلان‌داده	✓		✓			
اینترنت اشیاء	✓	✓	✓	✓	✓	
تولید افزودنی					✓	✓
هوش مصنوعی	✓		✓		✓	

همچنان‌که فناوری هوش مصنوعی می‌تواند ارائه‌دهنده راه‌حل‌های بهینه جهت کاهش ریسک در زنجیره‌های تأمین باشد؛ علاوه بر آن برای دستیابی به تاب‌آوری زنجیره تأمین باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

- (۱) ریسک موجود در منابع زنجیره تأمین،
 - (۲) حمل‌ونقل و لجستیک پایدار،
 - (۳) ریسک‌های تأمین‌کنندگان،
 - (۴) مدیریت داده‌های زنجیره تأمین،
 - (۵) مدل‌های تصمیم‌گیری،
 - (۶) مدیریت فناوری در شرکت‌های مرتبط با زنجیره تأمین،
 - (۷) طراحی شبکه،
 - (۸) یادگیری ماشین،
 - (۹) الگوریتم‌های بهینه‌سازی در جریان‌های زنجیره تأمین (ناز و همکاران، ۲۰۲۱).
- همچنین تحقیق درباره کاربرد فناوری‌های نوآورانه در مراحل تاب‌آوری زنجیره تأمین و ویژگی‌های هر یک از این فناوری‌ها مطابق جدول (۶) بیان شده است.

جدول شماره ۶. کاربرد فناوری های نوآورانه بر مراحل تاب آوری زنجیره تأمین (لیو و همکاران، ۲۰۲۳)			
مرحله اصلی	مراحل جزئی	فناوری	ویژگی های تاب آوری
مرحله آماده سازی پیش از وقوع رویدادهای مخاطره آمیز	شناسایی	اینترنت اشیا	❖ رویت پذیری
	پیش بینی	هوش مصنوعی	❖ قابلیت اطمینان ❖ انعطاف پذیری
مرحله پاسخ و بازیابی	پاسخ	اینترنت اشیا	❖ چابکی ❖ رویت پذیری
	بازیابی	هوش مصنوعی	❖ انعطاف پذیری ❖ اثربخشی
مرحله رشد/ مزیت رقابتی	عملکرد عملیاتی	اینترنت اشیا و هوش مصنوعی	❖ حجم فروش ❖ سهم بازار ❖ رضایت
	سطح مدیریت	بلاکچین	❖ تسهیم اطلاعات
		هوش مصنوعی	❖ ابزارهای پشتیبانی ❖ از تصمیم

۳. روش شناسی

از منظر هدف، تحقیق حاضر از نوع کاربردی است. تحقیق کاربردی تلاشی برای پاسخ به یک مشکل عملی است که در دنیای واقعی وجود دارد (خاکی، ۱۳۹۸). این تحقیق با ارائه فرمول تاب آوری به اعضای زنجیره تأمین، در ارزیابی مستمر از شاخص های کلیدی عملکرد آنها نقش مکمل داشته و موجب پایش دائم وضعیت تاب آوری آنها می شود. از منظر رویکرد تحلیل داده ها از نوع آمیخته (کیفی-کمی) است؛ چراکه در شناسایی و استخراج مولفه ها و شاخص های تاب آوری از روش کیفی و مطالعات کتابخانه ای بهره برده و به منظور وزن دهی به این شاخص ها، از روش کمی استفاده شده است. تحقیق آمیخته (ترکیبی) مجموعه اقدامات برای گردآوری، تحلیل و ترکیب اطلاعات کمی و کیفی به منظور پاسخ به مسئله تحقیق است (خاکی، ۱۳۹۸). همچنین نوع تحقیق از نظر مکان و زمان اجرا، ترکیبی از روش های کتابخانه ای، به سبب بررسی مطالعه مقالات و کتاب های موجود در حوزه های تاب آوری زنجیره تأمین و زنجیره تأمین دفاعی؛ و روش میدانی به

سبب بهره‌گیری از نظرات خبرگان حوزه زنجیره تأمین دفاعی برای تعیین وزن شاخص‌ها است.

فرم وزن‌دهی شاخص‌ها جهت آگاهی از نظرات خبرگان، میان آن‌ها توزیع شد. در این فرم ۱۱ شاخص تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی مطابق جدول (۴) قید گردید تا خبرگان به وزن‌دهی شاخص‌های تعیین‌شده از ۱ تا ۲۰ بپردازند. خبرگان این تحقیق از خبرگان و اعضای هیئت علمی پژوهشکده آماد، فناوری و عرصه‌های نوپدید مرتبط با این حوزه در دانشگاه عالی دفاع ملی انتخاب شدند. به‌منظور ترکیب اوزان تعیین‌شده توسط هر یک از خبرگان و صاحب‌نظران، روش‌های متعددی نظیر فراوانی نسبی، میانگین حسابی موزون، آنتروپی شانون، انحراف معیار، استفاده از ماتریس‌های مقایسات زوجی و روش سوارا وجود دارد (اصغری‌زاده و محمدی بالانی، ۱۳۹۷). اما غالب آن‌ها به‌جز روش میانگین حسابی موزون به شاخص‌هایی که واگرایی بیشتری نسبت به شاخص‌های دیگر دارند، اهمیت بیشتری می‌دهند که این مورد در این تحقیق مدنظر محقق نیست.



شکل شماره ۳. گام‌های تحقیق

در این تحقیق قصد بر آن است شاخصی که از سوی خبرگان اهمیت بیشتری داشته‌است، نمره بالاتری دریافت کند. بنابراین برای ترکیب اوزان از روش میانگین حسابی

موزون استفاده شد و ترکیب اوزان توسط نرم افزار اکسل صورت پذیرفت. همچنین بسته به تخصص و تجربه خبرگان، اوزان متفاوتی به نظرات آن‌ها تخصیص داده شد. شکل (۳) بیانگر گام‌های تحقیق است.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق

با بررسی فرمول‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین، تعداد کمی از مقالات مبنی بر دستیابی به فرمول تاب‌آوری یافت شد. در ضمن این مقالات هر یک تنها متمرکز بر یک عامل بودند. «کلارک و پن» (۲۰۲۲)، ترابی و همکاران (۲۰۱۵) و «باروسو» و همکاران (۲۰۱۵) بر اساس عامل زمان؛ و «چن» و همکاران (۲۰۲۰) بر اساس عامل هزینه به محاسبه تاب‌آوری پرداختند. اما نگارندگان در این پژوهش مترصد آن بودند که مجموعه مولفه‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری را وارد مدل نمایند تا فرمول دقیق‌تری برای محاسبه تاب‌آوری ارائه دهند. از سوی دیگر، پس از بررسی ادبیات تحقیق، مهم‌ترین مولفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی مستخرج از ادبیات تحقیق برای وارد کردن به مدل شناسایی طبق جدول (۷) می‌باشد.

جدول شماره ۷. بُعد، مولفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی		
بُعد	مولفه	شاخص
تاب‌آوری زنجیره تأمین	انعطاف‌پذیری	تعداد تأمین‌کنندگان
		تعداد توزیع‌کنندگان
تاب‌آوری زنجیره تأمین	سرعت	زمان تولید محصول
		زمان حمل و نقل
		زمان عملیات تأمین مواد اولیه
		دقت در پیش‌بینی تقاضا
تاب‌آوری زنجیره تأمین	ظرفیت جذب	مقدار ذخیره‌سازی اضافی
		ظرفیت موجودی ذخیره
تاب‌آوری زنجیره تأمین	پاسخگویی	زمان تأخیر در توزیع (واگذاری)
		تعداد سفارشات عقب‌افتاده
		زمان بازیابی پس از وقوع اختلال

اگرچه تعداد زیادی از مولفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی در ادبیات تحقیق بیان شد، اما ۵ مولفه انتخاب‌شده مندرج در جدول (۷)، دارای بیشترین تکرار در ادبیات تحقیق بودند و همچنین از شاخص‌های قابل اندازه‌گیری بهتری به‌منظور استفاده در فرمول تاب‌آوری برخوردار هستند.

همه شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی مندرج در جدول (۷) در فرمول محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین منعکس می‌شود؛ اما تأثیر هر کدام از این شاخص‌ها بر تاب‌آوری متفاوت است. بنابراین لازم است وزن هر یک از شاخص‌ها توسط خبرگان تعیین گردد. پس از توزیع فرم وزندهی شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی در میان خبرگان این حوزه و جمع‌آوری آن‌ها، وزندهی شاخص‌ها توسط خبرگان احصاء شد. همچنین شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین مطابق جدول (۸) از X1 تا X11 کدگذاری شده‌اند.

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
دقت	مدت	تعداد	مدت	مدت	مدت	تعداد	مقدار	ظرفیت	مدت	تعداد
پیش	زمان	تأمین	زمان	زمان	زمان	توزیع	ذخیره‌سازی	موجودی	زمان	سفارشات
بینی	تأمین	کنندگان	حمل و نقل	تولید	تاخیر	کنندگان	اضافی	ذخیره	بازبایی	عقب
تقاضا	مواد اولیه			محصول	در توزیع				پس از وقوع اختلال	افتاده

پس از تعیین وزن شاخص‌ها توسط خبرگان، به ترکیب اوزان شاخص‌ها پرداخته شد. ترکیب اوزان مطابق فرمول میانگین حسابی موزون صورت گرفته است. نتیجه ترکیب اوزان شاخص‌ها مطابق جدول (۹) است. شایان ذکر است وزن‌ها از ۲۰ محاسبه شده‌است.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
وزن	۱۵/۳۳۳۳	۱۶/۱۶۷	۱۷	۱۵/۱۶۷	۱۳/۳۳	۱۳/۱۶۷	۱۵/۵	۱۶/۳۳	۱۸	۱۸/۳۳	۱۳/۵

در فرمول موردنظر، مجموع اوزان شاخص‌ها باید برابر با یک باشد. از اینرو، شاخص‌ها بر مجموع اوزان شاخص‌های مندرج در جدول (۹) تقسیم و وزن شاخص نهایی مطابق جدول (۱۰) حاصل شد.

جدول شماره ۱۰. وزن نهایی شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
وزن	۰/۰۸۹۲	۰/۰۹۴۱	۰/۰۹۸۹	۰/۰۸۸۳	۰/۰۷۷۶	۰/۰۷۶۶	۰/۰۹۰۲	۰/۰۹۵۱	۰/۱۰۴۸	۰/۱۰۶۷	۰/۰۷۸۶

مطابق جدول (۱۰)، سه شاخص: (۱) «مدت زمان بازیابی پس از وقوع اختلال»، (۲) «ظرفیت موجودی ذخیره» و (۳) «تعداد تأمین‌کنندگان» به ترتیب به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی محسوب می‌شوند. پس از تعیین وزن نهایی شاخص‌های تاب‌آوری، ساختار فرمول طراحی شد. پیش از آن در بخش پیشینه تحقیق ذکر شد که فرمول‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی موجود در ادبیات، همگی در ساختار فرمول خود دارای واحد اندازه‌گیری یکسان از جنس هزینه یا زمان هستند. اما در تحقیق حاضر، به منظور برخورداری از دیدی جامع و کامل، شاخص‌های مختلفی با واحدهای اندازه‌گیری متفاوت در ساختار فرمول قرار گرفته و واحدهای اندازه‌گیری شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین در جدول (۱۱) بیان گردید.

جدول شماره ۱۱. واحدهای اندازه‌گیری شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی										
X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
دقت	مدت	تعداد تأمین‌کنندگان	مدت زمان حمل و نقل	مدت زمان تولید محصول	مدت زمان تأخیر در توزیع	تعداد توزیع‌کنندگان	مقدار ذخیره‌سازی اضافی	ظرفیت موجودی ذخیره	مدت زمان بازیابی پس از وقوع اختلال	تعداد سفارشات عقب افتاده
پیش‌بینی تقاضا	زمان تأمین مواد اولیه									
درصد	دقیقه	نفر	دقیقه	دقیقه	دقیقه	نفر	عدد	عدد	دقیقه	عدد

برای ساخت فرمول و استقرار تمام شاخص‌ها در آن، تأثیر واحدهای اندازه‌گیری خنثی شده و نوعی بی‌مقیاس‌سازی صورت گرفت؛ چراکه شاخص‌ها با واحدهای اندازه‌گیری متفاوت نمی‌توانست در یکدیگر ضرب شوند. بنابراین تمامی شاخص‌ها به صورت کسری

در فرمول قرار گرفت. با این اقدام، مقدار نهایی اندازه‌گیری شده تاب‌آوری عددی بین صفر و یک است.

به‌منظور خنثی‌سازی واحدهای اندازه‌گیری هر یک از شاخص‌های مستقر در فرمول، باید آن‌ها را به‌صورت کسری از کل در فرمول قرار داد. بنابراین لازم است تعیین گردد که هر شاخص زیرمجموعه‌ای از کدام متغیر است.

زمان تحویل، مدت زمانی است که از سفارش محصول توسط مشتری تا تحویل آن به مشتری به طول می‌انجامد. بنابراین مدت زمان تولید محصول، مدت زمان حمل‌ونقل، مدت زمان عملیات تأمین مواد اولیه و مدت زمان تأخیر در توزیع همگی بخشی از زمان تحویل هستند. بنابراین شاخص‌های بیان‌شده بر زمان تحویل تقسیم می‌گردند.

برای محاسبه دقت پیش‌بینی تقاضا، تفاضل تقاضای برنامه‌ریزی شده و تقاضای واقعی بر تقاضای برنامه‌ریزی شده نیز تقسیم می‌شود و حاصل آن، از عدد یک کم می‌شود. بنابراین این شاخص از جنس نرخ بوده و می‌تواند به‌صورت درصد نیز بیان شود و ماهیتاً کسری است.

ظرفیت موجودی کل، شامل مجموع تعداد محصولاتی است که یک واحد تولیدی می‌تواند با میزان اثربخشی کلی تجهیزات خود تولید کند. واحد تولیدی بخشی از تولید محصولات خود را به ذخیره‌سازی اختصاص می‌دهد که همان ظرفیت موجودی ذخیره است. بنابراین ظرفیت موجودی ذخیره بر ظرفیت موجودی کل تقسیم می‌شود.

هر واحد تولیدی علاوه بر مقدار ذخیره‌سازی مشخصی که دارد، جهت بهبود تاب‌آوری مقداری ذخیره اضافی با توجه به محدودیت فضای انبارها برای خود در نظر می‌گیرد. بنابراین ذخیره‌سازی اضافی بر ذخیره‌سازی کل تقسیم می‌شود.

هر تولیدکننده گاهی اوقات توانایی تأمین همه سفارشات ثبت‌شده توسط توزیع‌کننده را در موعد مقرر ندارد، بنابراین بخشی از سفارشات تحت عنوان سفارشات عقب‌افتاده به بعد موکول می‌گردد که تاب‌آوری زنجیره تأمین را کاهش می‌دهد. بنابراین تعداد سفارشات عقب‌افتاده بر مجموع محصولاتی که باید ارسال شود، تقسیم می‌شود. زمان بازبایی پس از

وقوع اختلال بخشی از زمان در دسترس تولید و عرضه محصولات است که بر یکدیگر تقسیم می‌شوند.

در نهایت، از آنجایی که تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان که از مهم‌ترین اعضای زنجیره تأمین به حساب می‌آیند و تأثیر فراوانی بر بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین دارند بر مجموع اعضای زنجیره تأمین که شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، کارکنان اداری، انبارداری و حمل‌ونقل می‌باشند، تقسیم می‌گردد. در نهایت، فرمول محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی مطابق فرمول (۴) به شرح زیر حاصل شد.

مطابق فرمول (۴) تمام شاخص‌ها به همراه اوزان خود در یکدیگر ضرب شده و ساختار فرمول را تشکیل دادند. نکته حائز اهمیت آن است که شاخص‌هایی که دارای تأثیر معکوس بر تاب‌آوری بوده در ساختار فرمول از یک کم شده‌اند. بنابراین، هرچه عدد به دست آمده از فرمول بزرگتر باشد، تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی مورد نظر بیشتر است.

$$\begin{aligned} & (1 - 0.0941) \times \left(1 - \frac{\text{زمان حمل و نقل}}{\text{زمان تحویل}}\right) \times (0.0883 \times \left(1 - \frac{\text{زمان تولید محصول}}{\text{زمان تحویل}}\right) - 0.0776) = \text{تاب‌آوری} \\ & \times \left(\frac{\text{ظرفیت موجودی ذخیره}}{\text{ظرفیت موجودی کل}} \times 0.1048\right) \times \text{دقت پیش‌بینی تقاضا} \times 0.0892 \times \left(\frac{\text{زمان عملیات تأمین مواد اولیه}}{\text{زمان تحویل}}\right) \\ & (1 - 0.0766) \times \left(1 - \frac{\text{تعداد سفارشات عقب افتاده}}{\text{مجموع محصولاتی که باید تحویل داده شود}}\right) \times (0.0776 \times \left(1 - \frac{\text{مقدار ذخیره اضافی}}{\text{مقدار ذخیره سازی کل}}\right) - 0.0951) \\ & \times \left(\frac{\text{تعداد تأمین‌کنندگان}}{\text{مجموع اعضای زنجیره تأمین}} \times 0.0989\right) \times \left(\frac{\text{زمان بازبایی پس از وقوع اختلال}}{\text{زمان در دسترس}}\right) \times (0.1067 \times \left(\frac{\text{زمان تأخیر در توزیع}}{\text{زمان تحویل}}\right) - 0.0902) \\ & \times \left(\frac{\text{تعداد توزیع‌کنندگان}}{\text{مجموع اعضای زنجیره تأمین}}\right) \end{aligned}$$

فرمول شماره ۴. فرمول محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مجموعه‌ای از شاخص‌های کلیدی عملکرد به منظور انجام اقدامات بهبود دهنده عملکرد در زنجیره‌های تأمین، در راستای ارزیابی و پایش وضعیت زنجیره تأمین و برنامه‌ریزی آن وجود دارد. این شاخص‌ها، شاخص‌های مهم قابل سنجش پیشرفت به سمت یک نتیجه مورد نظر هستند که تمرکزی برای بهبود عملکرد و مبنای تحلیلی برای تصمیم‌گیری صحیح مدیران ایجاد می‌کنند.

امروزه به دلیل بروز اختلالات و اتفاقات غیرمنتظره، ناگهانی، طبیعی، انسان‌ساخت و محیط دائماً در حال تغییر زنجیره‌های تأمین دفاعی، اعضاء و اجزاء زنجیره‌های تأمین دفاعی باید هرلحظه آمادگی رویارویی با این اختلالات را داشته و خود را به سرعت به شرایط اولیه قبل از وقوع بحران یا اختلال بازگردانند. این آمادگی همان برخورداری از رویکردی تاب‌آور است.

بنابراین لازم است تاب‌آوری به‌عنوان یک شاخص کلیدی عملکرد اساسی در زنجیره‌های تأمین دفاعی محسوب و فرمولی جامع با در نظر گرفتن تمام عوامل تأثیرگذار بر آن احصاء شود. در این پژوهش، محققین بر طراحی این فرمول که به مفهوم تاب‌آوری در مراحل قبل، حین و بعد از بروز اختلال توجه کند تمرکز دارند؛ چراکه بسیاری از اقدامات به‌منظور افزایش تاب‌آوری مربوط به قبل از وقوع یک اختلال است و جنبه پیشگیرانه دارد که در فرمول طراحی شده در این مقاله هم به آن پرداخته شده است.

همچنین شاخص «زمان بازیابی پس از وقوع اختلال» به‌عنوان مهم‌ترین شاخص تاب‌آوری در فرمول لحاظ گردیده است. با توجه به اینکه تحقیق حاضر در پی پاسخ به سوال مطرح شده در مورد عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین است، در قالب مولفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری قابل مشاهده است (نگریسته شود به: فرمول شماره ۴).

با بررسی پیشینه تحقیق مربوط به فرمول محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین، از جمله نوآوری‌های تحقیق حاضر: در نظر گرفتن شاخص‌های تاب‌آوری، با واحدهای اندازه‌گیری متفاوت نظیر زمان (دقیقه)، تعداد نفرات و تعداد محصولات، وزن‌دهی به هر یک از شاخص‌ها و توجه به مفهوم تاب‌آوری «قبل از وقوع بحران (پیشگیرانه)»، «پس از وقوع بحران (واکنشی)» و انعکاس آن در فرمول تاب‌آوری، هستند.

۱-۵. پیشنهادهای تحقیق

۱-۱-۵. پیشنهادهای اجرایی

(۱) با توجه به اینکه سه شاخص زمان بازیابی پس از وقوع اختلال، ظرفیت موجودی ذخیره و تعداد تأمین‌کنندگان دارای وزن بیشتری در میان سایر شاخص‌ها هستند،

بنابراین بهبود آن‌ها در اولویت بالاتری قرار دارد. ضرورت دارد سازمان‌های مستقل، همکار و ذینفعان زنجیره تامین دفاعی به‌منظور کاهش زمان بازیابی پس از وقوع اختلال با سیاستگذاری و بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا و هوش مصنوعی در فرآیندها و جریان‌های خود، سریعاً به وجود اختلال در تجهیزات مورد استفاده در زنجیره تامین دفاعی پی برده و با پردازش بلادرنگ در علت وقوع اختلال، به رفع (مدیریت) آن بپردازند؛

(۲) ارائه آموزش‌های لازم در خصوص نحوه به‌کارگیری این فرمول به متخصصین، کارشناسان و مدیران حوزه زنجیره تامین دفاعی، موجب حفظ ذخیره اطمینان دائمی ملزومات و مایحتاج سازمان‌های نظامی-دفاعی در مناطق پراکنده و وسیع جغرافیایی کشور و همچنین بازگشت سریع زنجیره تامین دفاعی به حالت عادی و برون‌رفت از بحران می‌گردد؛

(۳) فرماندهان، مدیران، رؤسای مراکز کنترل کیفیت و اطمینان از مرغوبیت کالا در سراسر اعضاء و شبکه زنجیره تامین دفاعی، فرمول شاخص تاب‌آوری را به‌عنوان یک شاخص کلیدی عملکرد مهم در اهداف بلندمدت، میان مدت و کوتاه مدت به زیرمجموعه‌های مرتبط خود ابلاغ و برای فرهنگ‌سازی آن در بازدیدهای برنامه‌ریزی شده و غیر مترقبه نحوه پیاده سازی آن را لحاظ نموده و مطالبه نمایند؛

(۴) مدیران زنجیره تامین دفاعی در خصوص الزام اعضای زنجیره تامین دفاعی در سازمان‌های زیرمجموعه به پایش مستمر تاب‌آوری زنجیره تامین، مقایسه آن با متوسط تاب‌آوری صنعت و الگویابی تاب‌آوری زنجیره تامین خود از بهترین الگوی عملکرد اقدام نمایند.

۲-۱-۵. پیشنهادهای پژوهشی

(۱) پیشنهاد می‌شود محققان در تحقیقات آتی جهت بهبود یا توسعه فرمول طراحی‌شده، برای تعیین اوزان شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تامین دفاعی از روش ماتریس مقایسات زوجی استفاده نمایند،

- (۲) پیشنهاد می‌شود محققان در تحقیقات آتی در تعیین شاخص‌های تاب‌آوری، فناوری‌های نوآورانه نظیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، زنجیره بلوکی و تأثیر آن‌ها بر تاب‌آوری را در نظر گرفته و به فرمول محاسبه تاب‌آوری بیفزایند؛
- (۳) محققان و مدل‌سازان حوزه زنجیره تأمین دفاعی، می‌توانند از فرمول طراحی شده محاسبه تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی در این مقاله در مدل‌های ریاضی بهینه‌سازی نظیر مدل‌های برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی تصادفی، برنامه‌ریزی دارای چند هدف و مدل‌های شبیه‌سازی پویا استفاده نمایند.

منابع

الف - فارسی

- اصغری زاده، عزت‌الله؛ محمدی بالانی، عبدالکریم (۱۳۹۷). تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- آقامحمدی، علی؛ غیاثوند، ابوالفضل (۱۳۹۷). تاب‌آوری، رویکرد مدیریت مخاطرات. تهران: انتشارات دانشگاه عالی دفاع ملی.
- امین طهماسبی، حمزه؛ حامی، مهسا (۱۳۹۹). «تحلیل معیارهای تاب‌آوری و پایداری زنجیره تأمین در صنعت داروسازی با استفاده از روش تحلیل ساختاری تفسیری»، فصلنامه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت، ۴ (۳۴)، ۴۰-۴۸.
- پارسا، علی؛ خادم، سیدحسین؛ رضائی، حمیدرضا؛ محمودزاده، ابراهیم (۱۴۰۲). «بررسی الزامات زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور با تاکید بر فناوری‌های نوظهور صنعت ۴»، فصلنامه آماد و فناوری دفاعی، ۶ (۲۰)، ۱۱-۴۰.
- خاکی، غلامرضا (۱۳۹۶). روش تحقیق در مدیریت. تهران: انتشارات فوژان.
- رحیمی، اکبر؛ راد، عباس؛ عالم تبریز، اکبر؛ و موتمنی، علیرضا (۱۳۹۷). «ارائه مدل ساختاری تفسیری زنجیره تأمین تاب‌آور در صنایع دفاعی ایران». فصلنامه مدیریت نظامی. ۱۸ (۳)، ۳۱-۷۰.
- رحیمیان اصل، محمد مهدی؛ ملکی، محمدحسن (۱۴۰۰). «ارائه مدلی برای ارزیابی پادشکنندگی زنجیره تأمین؛ مورد مطالعه: شرکت توزیع داروپخش»، فصلنامه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، ۸ (۱)، ۷۲-۸۷.
- صراف جوشقانی، حسن؛ قنبریان، حسین (۱۴۰۱). «طبقه‌بندی و الگوسازی تأمین محصولات دفاعی در خنثی‌سازی تحریم‌ها»، در هشتمین کنفرانس بین‌المللی لجستیک و زنجیره تأمین، تهران: انجمن لجستیک ایران با همکاری مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی.
- عسکری سپستانکی، محمدرضا؛ رضائی، حمیدرضا؛ فیاضی، حسین (۱۴۰۳). «همگام‌سازی عدم قطعیت‌ها در سامانه مدیریت زنجیره تأمین دفاعی بر اساس طراحی مدل کنترل حالت لغزشی فرا پیچشی»، فصلنامه آماد و فناوری دفاعی، ۷ (۱)، ۶۹-۹۶.

- کریمی زارچی، محمد؛ فتاحی، محمدرضا؛ خسروی، ابوالفضل (۱۳۹۹). «ارائه مدل زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (مورد مطالعه: صندوق حمایت از فناوری)»، *فصلنامه علمی بهبود مدیریت*، ۱۴ (۴۸)، ۶۷-۹۱.

ب- انگلیسی

- Agarwal, N.; Seth, N.; Agarwal, A. (2021). "Evaluation of supply chain resilience index: a graph theory based approach", *Supply Chain Resilience Index*, Benchmarking An International Journal ahead of print (ahead of print), DOI: 10.1108/BIJ-09-2020-0507.
- Azmat, M.; Ahmed, S.; Mubarik, M. (2022). "Supply Chain Resilience in the Fourth Industrial Revolution". (PP.149-163), In: *Supply Chain Resilience: Insights from Theory and Practice*, Springer Series in Supply Chain Management book series SSSCM, volume 17.
- Barroso, A.; Machado, V.; Carvalho, H.; Machado, C. (2015). "Quantifying the Supply Chain Resilience". *Applications of Contemporary Management Approaches in Supply Chains*. Edited by Hakan Tozan and Alper Erturk, DOI: 10.5772/58741.
- Beeres, R.; Bakx, G.; Waard, E.; Rietjens, S. (2016). "Organizing for Safety and Security in Military Organizations". *Netherlands Annual Review of Military Studies*. Springer.
- Belhadi, A.; Mani, V.; Kamble, S.; Rehman Khan, S.; Verma, S. (2024). "Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation", *Annals of Operations Research*. (333), 627-652, At: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x>.
- Chen, L.; Dui, H.; Zhang, C. (2020). "A resilience measure for supply chain systems considering the interruption with the cyber-physical systems", *Reliability Engineering and System Safety*, (199) 106869, Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095183201930907X>
- Christopher, M.; Peck, H. (2004). "Building the Resilient Supply Chain". *The International Journal of Logistics Management*, 15 (2), 1-14.
- Clark, R.; Pan, W. (2022). "Strategic Approach for Assessing Supply Chain Resilience Investment Options". *Program in Supply Chain Management*, https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/142951/SCM34_Clark_Project.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Donadoni, M.; Roden, S.; Scholten, K.; Stevenson, M.; Caniato, F.; Pieter, D.; Wieland, A. (2019). *The Future of Resilient Supply Chains*. Revisiting Supply Chain Risks.

- Falasca, M.; Zobel, C.; Cook, D. (2008). "A decision support framework to assess supply chain resilience". *Paper presented at the 5 th International ISCRAM Conference*, Washington, DC.
- Geske, A.; Novoszel, L. (2022). "**Definition and Development of Supply Chain Resilience**", *Supply Chain Resilience: Insights from Theory and Practice*.
- Gurtlich, G.; Lampl, S. (2022). *Resilience and Military Supply Chain Management*. Springer Series in Supply Chain Management.
- Hohenstein, N.; Feisel, E.; Hartmann, E.; Giunipero, L. (2015). "Research on the phenomenon of supply chain resilience: A systematic review and paths for further investigation". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, (45), 90-117.
- Horne, J.F.I.; Orr, J.E. (1998). "Assessing behaviors that create resilient organizations", *Employment Relations Today*, 24 (4), 29–39, Available in: <https://doi.org/10.1002/ert.3910240405>.
- Iftikhar, A.; Ali, I.; Arslan, A.; Tarba, S. (2022). "Digital Innovation, Data Analytics, and Supply Chain Resiliency: A Bibliometric-based Systematic Literature Review", *Annals of Operations Research* (333), 825-848, Available in: <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04765-6>.
- Kadavevaranth, R. S., Sharath, D., Ravishankar, B., & Mohan Kumar, P. (2020). "A Review and development of research framework on Technological Adoption of Blockchain and IoT in Supply Chain Network Optimization", (pp.1–8), *2020 International Conference on Mainstreaming Block Chain Implementation (ICOMBI)*, IEEE.
- Kochan, C.; Nowicki, D. (2018). "Supply chain resilience: a systematic literature review and typological framework", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48 (2), Available in: DOI:10.1108/IJPDLM-02-2017-0099
- Krishnan, R. (2023). "A Case of the Wobbles", *LogiSYM Magazine*, Available in: <https://logisym.org/logisym-magazine/>.
- Kumar, K.; Mathiyazhagan, K.; Taghipour, A. (2021). *Analysis of Barriers for the Build the Resilient Supply Chain Networks Post-COVID19*, Editors: A. R. Sakhivel; J. Kandasamy; & J. P. Davim, Part of the book series: Management and Industrial Engineering (MINEN), Springer.
- Leuschner, R.; Choi, T.; Rogers, D.; Hofmann, E.; Templar, S. (2023). "To fund' as a new purpose of supply chain management: Making a case for supply chain financing", *Purchasing and Supply Management*, 29 (5)100881, Available in: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2023.100881>.
- Liu, W.; He, Y.; Dong, J.; Cao, Y. (2023). "Disruptive technologies for advancing supply chain resilience", *Frontiers of Engineering Management*, 10 (2), 360-366, Available in: <https://doi.org/10.1007/s42524-023-0257-1>.
- Lutkevich, B. (2024). "What is supply chain?", *Techtarget*, Available in: <https://www.techtartget.com/whatis/definition/supply-chain>.

- Melnyk, S.; Closs, D.J.; Griffis, S.E.; Zobel, C.W.; Macdonald, J.R. (2014). "Understanding supply chain resilience". *Supply Chain Management Review*, 18 (1), 40–41.
- Naz, F.; Kumar, A.; Majumdar, A.; Agrawal, R. (2021). "Is artificial intelligence an enabler of supply chain resiliency post COVID-19? An exploratory state-of-the-art review for future research", *Operations Management Research*, (15), 378-398.
- Orlando, B.; Tortora, D.; Pezzi, A.; Bitbol, N. (2022). "The disruption of the international supply chain: Firm resilience and knowledge preparedness to tackle the COVID-19 outbreak", *Journal of International Management* (28) 100876, Available in: <https://doi.org/10.1016/j.intman.2021.100876>.
- Patidar, A.; Sharma, M.; Agrawal, R.; Sangwan, K. (2023). "Antecedents of a Resilient Sustainable Supply Chain", *Procedia CIRP*, (116), 558-563.
- Ponomarov, S.; Holcomb, M. (2009). "Understanding the concept of supply chain resilience", *The International Journal of Logistics Management* (20), 124-143.
- Rondero, C.; Martinez, J.; Smith, N.; Morales, S.; Ma;acara, A. (2019). "Digital supply chain model in Industry 4.0", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31 (5), 887-933, Available in: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0280>.
- Sahlmüller, T.; Hellingrath, B. (2021). *Towards Resilient Supply Chain Structures*. Springer.
- Sani, S.; Schaefer, D.; Milisavljevic, J. (2022). "Strategies for Achieving Pre-emptive Resilience in Military Supply Chains", *Procedia CIRP*, Leading manufacturing systems transformation – Proceedings of the 55th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2022, (107), 1526-1532, At: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282712200470X>
- Soni, U.; Jain, V.; Kumar, S. (2014). "Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach". *Computers and Industrial Engineering*, (74), 11–25, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.04.019>.
- Torabi, S.A.; Baghersad, M.; Mansouri, A. (2015). "Resilient supplier selection and order allocation under operational and disruption risks", *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review*, (79), 22-48, DOI: 10.1016/j.tre.2015.03.005.
- Villar, A.; Paladini, S.; Buckley, O. (2023). "Towards Supply Chain 5.0: Redesigning Supply Chains as Resilient, Sustainable, and Human-Centric Systems in a Post-pandemic World", *Operations Research Forum*, 4 (60), <https://link.springer.com/article/10.1007/s43069-023-00234-3>.