

Foresight of Supply Chain Financing in the Energy Sector in Iran

Reza Asadi Asadabad

Department of finance ,Q0.C, Islamic Azad University, Qom, Iran

Mojgan Safa *

Department of Accountingq ,Q0.C, Islamic Azad University, Qom, Iran

Seyyed Abbas Borhani

Department of Accountingq ,Q0.C, Islamic Azad University, Qom, Iran

Hossein Badiei

Department of Accounting and Finance, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Assessment (WASPAS) method developed by Zavadskas et al. (2012) was applied to prioritize the retained drivers, and the fuzzy Best-Worst Method introduced by Rezaei (2015) was used to determine criterion weights. The findings showed that nine drivers were retained, with supply chain resilience emerging as the most influential factor, followed by innovative financial instruments and renewable energy demand. Uncertainty was considered the most important evaluation criterion, and four scenarios were developed: Energy Financial Prosperity, Resilience under Constraints, Missed Opportunities, and Energy Financial Deadlock. The study concluded that achieving the desirable future required integrating resilient supply chains with innovative financial capabilities. It further demonstrated that digital infrastructure, regulatory reform, stakeholder collaboration, and localized strategic foresight were essential for strengthening financing resilience and supporting sustainable energy development in Iran.

Keywords: Financing, Supply Chain Financing, Supply Chain, Energy, Foresight

* Corresponding Author: dr.mojgansafa@iau.ac.ir

How to Cite: xxxxxxxx



آینده‌نگاری تأمین مالی زنجیره‌ای در حوزه انرژی در ایران

دانشجوی دکتری رشته حسابداری، گروه مالی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.

رضا اسدی اسدآباد ^{ID}

استادیار، گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.

مزگان صفا* ^{ID}

استادیار، گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.

سیدعباس برهانی ^{ID}

استادیار، گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

حسین بدیعی ^{ID}

چکیده

هدف این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ایران و تدوین سناریوهای آینده بود. این پژوهش کاربردی با رویکرد ترکیبی انجام شد و جامعه آماری آن را خبرگان حوزه تأمین مالی، انرژی و آینده‌پژوهی تشکیل دادند که با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. برای غربال‌گری پیشران‌ها از تکنیک دلفی فازی (ایشیکاوا و همکاران، ۱۹۹۳)، برای اولویت‌بندی از روش واسپاس فازی (زاوادسکاس و همکاران، ۲۰۱۲) و برای وزن‌دهی به معیارها از روش بهترین-بدترین فازی (رضایی، ۲۰۱۵) استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که از میان ۲۵ پیشران اولیه، ۹ عامل شامل تاب‌آوری زنجیره تأمین، توسعه ابزارهای مالی نوین و تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان مهم‌ترین پیشران‌ها شناسایی شدند و چهار سناریوی شکوفایی مالی انرژی، تاب‌آوری در تنگنا، فرصت‌های بر باد رفته و بن‌بست مالی انرژی تدوین گردید. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ایران به ایجاد هم‌افزایی میان ظرفیت‌های عملیاتی زنجیره تأمین و قابلیت‌های نوآورانه نظام مالی وابسته است. همچنین توسعه ابزارهای مالی جدید، تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین و اصلاح چارچوب‌های قانونی از الزامات حرکت به سمت سناریوی مطلوب محسوب می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: تأمین مالی، تأمین مالی زنجیره‌ای، زنجیره تأمین، انرژی، آینده‌نگاری.

مقدمه

توضیحات تأمین مالی از جایگاه ویژه‌ای در توسعه اقتصادی برخوردار بوده و به‌عنوان یکی از عوامل بنیادین در ارتقای عملکرد سازمان‌ها و تقویت پایداری زنجیره‌های تأمین شناخته می‌شود. این سازوکار، بستر لازم را برای تأمین منابع مالی مورد نیاز فعالیت‌های تولیدی، توزیعی و نوآورانه فراهم کرده و از طریق به‌کارگیری رویکردهای نوین مدیریت ریسک، به تثبیت وضعیت مالی بنگاه‌ها کمک می‌کند (ناجی و همکاران، ۲۰۲۴). در همین راستا، تأمین مالی زنجیره‌ای نقش بسزایی در تسهیل همکاری بین اجزای زنجیره، کاهش هزینه‌های تأمین سرمایه و بهبود جریان نقدینگی در شبکه‌های تأمین ایفا می‌کند (زمان و همکاران، ۲۰۲۴). علاوه بر آن، رویکردهای نوظهور در حوزه تأمین مالی سبز که مبتنی بر شاخص‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی هستند، زمینه‌ساز فرصت‌هایی نو برای جذب سرمایه‌های مسئولانه و کاهش ریسک‌های محیط‌زیستی شده‌اند (جودیجانتو و همکاران، ۲۰۲۴؛ آگاروال و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، نوآوری‌های دوسویه در محصولات و فرآیندها در بنگاه‌های کوچک و متوسط توانسته است عملکرد تأمین مالی زنجیره‌ای را بهبود داده و تاب‌آوری این زنجیره‌ها را در برابر نوسانات بازار افزایش دهد (لو و همکاران، ۲۰۲۴). بر این اساس، تأمین مالی زنجیره‌ای صرفاً یک ابزار مالی نیست، بلکه به‌مثابه یک محرک راهبردی در جهت تقویت نوآوری، همکاری و توسعه پایدار در ساختارهای اقتصادی مدرن عمل می‌کند.

تأمین مالی زنجیره‌ای یکی از رویکردهای نوین در مدیریت مالی و زنجیره تأمین است که با هدف بهبود جریان نقدینگی و ارتقای بهره‌وری در کل زنجیره ارزش، روابط مالی میان بازیگران مختلف زنجیره را به شکلی ساختارمند تنظیم می‌کند. در این سازوکار، ارتباط بین تولیدکننده، تأمین‌کننده، توزیع‌کننده و خریدار به‌گونه‌ای ساماندهی می‌شود که منابع مالی با کمترین هزینه و بیشترین شفافیت در اختیار بخش‌های مختلف زنجیره قرار گیرد، به‌ویژه در شرایطی که واحدهای کوچک‌تر با محدودیت نقدینگی مواجه‌اند (ژنگ و چن، ۲۰۲۴؛ کونگ و همکاران، ۲۰۲۴). در عمل، این نوع تأمین مالی با استفاده از ابزارهایی مانند تنزیل حساب‌های دریافتی، پیش‌پرداخت سفارش، و ضمانت‌های اعتباری انجام می‌شود که معمولاً اعتبار خریداران بزرگ‌تر پشتوانه آن‌هاست. به این ترتیب، شرکت‌های

کوچک و متوسط نیز امکان دسترسی به سرمایه در گردش را پیدا می‌کنند (وو و همکاران، ۲۰۲۴؛ تسای، ۲۰۲۳).

از سوی دیگر، فناوری‌های نوین از جمله بلاک‌چین و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، نقش چشم‌گیری در توسعه مدل‌های پیش‌بینی ریسک، کاهش تقلب و افزایش اعتماد میان ذی‌نفعان ایفا کرده‌اند (ریجانتو، ۲۰۲۱). افزون بر جنبه‌های مالی، مفاهیم پایداری نیز به تدریج به هسته اصلی این نوع تأمین مالی وارد شده‌اند؛ به‌ویژه انطباق با شاخص‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی که نقش مهمی در جلب نظر سرمایه‌گذاران مسئولیت‌پذیر و بهبود عملکرد بلندمدت زنجیره‌ها دارد (باید و جایارامان، ۲۰۲۲؛ گو و همکاران، ۲۰۲۴). تأمین مالی زنجیره‌ای نه فقط ابزاری برای رفع نیازهای نقدینگی، بلکه روشی راهبردی برای تقویت همکاری، پایداری و رقابت‌پذیری در شبکه‌های تأمین به‌شمار می‌آید.

بخش انرژی در ایران به‌ویژه در حوزه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، با چالش‌های جدی در تأمین مالی روبرو است. نبود چارچوب‌های حقوقی و نهادی منسجم، ضعف در طراحی قراردادهای، و محدود بودن ابزارهای مالی کارآمد از مهم‌ترین موانع در جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی محسوب می‌شوند (کسنوی و باقری، ۱۴۰۱؛ قائم‌مقام فراهانی و حوری جعفری، ۱۳۹۸). این مسائل باعث شده‌اند که ریسک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی بالا باشد و فعالان اقتصادی تمایل کمی برای ورود به این حوزه از خود نشان دهند. افزون بر این، پیچیدگی روابط نهادی در زنجیره تأمین مالی انرژی و نبود نهادهای تخصصی، فضای تصمیم‌گیری و اجرا را بیش از پیش دچار مشکل کرده‌اند (شکیبایی و همکاران، ۱۴۰۲؛ زرگر و همکاران، ۱۴۰۱).

همچنین، استفاده محدود از ظرفیت‌های بازار سرمایه و ابزارهای نوین مالی مانند اوراق اسلامی (مانند اوراق جعاله)، مانع توسعه زیرساخت‌های انرژی در کشور شده است (شیرمردی احمدآباد، ۱۳۹۸؛ کاشانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). در حالی که بسیاری از کشورهای در حال توسعه توانسته‌اند با بهره‌گیری از مدل‌های ترکیبی سرمایه‌گذاری، پروژه‌های انرژی پاک را با موفقیت اجرا کنند، ایران همچنان با اتکای بیش از حد به منابع دولتی و نبود سیاست‌های تشویقی مؤثر، از روند جهانی عقب مانده است (فراهتی و همکاران، ۱۴۰۳؛ شیخ‌بهای و همکاران، ۱۴۰۱). از این‌رو، بازنگری در ساختار تأمین مالی

و تدوین راهبردهای آینده‌نگر، برای توانمندسازی زنجیره تأمین مالی انرژی در ایران ضروری به نظر می‌رسد.

در ایران، به‌رغم تلاش‌های صورت گرفته توسط نهادهایی مانند بانک توسعه صادرات و صندوق توسعه ملی، نظام تأمین مالی زنجیره‌ای همچنان به ابزارهای سنتی مانند فاکتورینگ و اعتبار اسنادی متکی است (گزارش بانک توسعه صادرات ایران، ۱۴۰۳). محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های بین‌المللی، ضعف در زیرساخت‌های حقوقی و مالی، و عدم شفافیت اطلاعات مالی، از جمله موانعی هستند که توسعه SCF در کشور را با مشکل مواجه کرده‌اند. علاوه بر این، فقدان اکوسیستم فین‌تک پویا و عدم بهره‌برداری گسترده از فناوری‌های نوین مانند بلاک‌چین و هوش مصنوعی، موجب شده تا مدل‌های نوین تأمین مالی مانند پلتفرم‌های دیجیتال و اعتبارسنجی هوشمند در فضای کسب‌وکار ایران فراگیر نشوند.

با وجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و نوظهور، ایران همچنان با چالش‌های ساختاری و نهادی متعددی در این زمینه مواجه است (اسدآباد و همکاران، ۲۰۲۴). در سطح جهانی، SCF به‌عنوان ابزاری کلیدی برای بهبود نقدینگی، کاهش ریسک و افزایش بهره‌وری زنجیره‌های تأمین شناخته می‌شود (ادهیم و مولینو، ۲۰۲۳؛ چن و همکاران، ۲۰۱۹؛ بونزانی و همکاران، ۲۰۱۸). کشورهایی مانند چین، هند و امارات متحده عربی با بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر بلاک‌چین، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، توانسته‌اند ساختارهای مالی هوشمند و پویایی را در زنجیره‌های تأمین خود پیاده‌سازی کنند.

با توجه به این شرایط، انجام پژوهشی با رویکرد آینده‌نگاری در زمینه تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ایران، می‌تواند خلأ مطالعاتی موجود را پر کرده و زمینه‌ساز تدوین سیاست‌های مبتنی بر سناریو برای تقویت تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین انرژی در شرایط بی‌ثباتی اقتصادی کشور باشد. این تحقیق می‌تواند با شناسایی موانع موجود و ارائه راهکارهای مناسب، به توسعه SCF در کشور کمک کرده و زمینه‌ساز بهبود عملکرد زنجیره‌های تأمین و ارتقای رقابت‌پذیری اقتصادی ایران در سطح بین‌المللی شود. با توجه به مطالب مذکور، سوالات پژوهش حاضر عبارتند از:

پیشران‌های موثر بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ایران چیست؟

سناریوهای آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ایران کدامند؟

مبانی نظری

تأمین مالی زنجیره تأمین به مجموعه‌ای از ابزارهای مالی اطلاق می‌شود که با بهره‌گیری از اطلاعات و داده‌های واقعی جریان کالا و خدمات، به بهینه‌سازی جریان نقدینگی و کاهش هزینه‌های مالی کمک می‌کند. این شیوه با تکیه بر همکاری میان تأمین‌کنندگان، خریداران و نهادهای مالی، امکان تخصیص مؤثر منابع مالی در طول زنجیره تأمین را فراهم می‌سازد (مونیب^۱ و همکاران، ۲۰۲۵).

نقش این نوع تأمین مالی به‌ویژه برای شرکت‌های کوچک و متوسط اهمیت بالایی دارد، زیرا دسترسی این کسب‌وکارها به منابع مالی سنتی محدودتر است و به راه‌حل‌های دیجیتال‌محور وابسته‌ترند (لو و همکاران^۲، ۲۰۲۵). اجرای اثربخش تأمین مالی زنجیره‌ای با چالش‌هایی متعدد مواجه است که از جمله آن‌ها می‌توان به ضعف در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، نبود استانداردهای مشترک میان سازمان‌ها و دشواری در به اشتراک‌گذاری اطلاعات مالی اشاره کرد (اسلاوینسکایته^۳ و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، ریسک اعتباری برخی بازیگران زنجیره و عدم پذیرش داده‌های غیررسمی توسط بانک‌ها از موانع دیگر محسوب می‌شوند (هو^۴ و همکاران، ۲۰۲۵). در بسیاری از کشورها نیز خلأهای قانونی و کمبود حمایت‌های دولتی، گسترش این نوع تأمین مالی را با کندی مواجه کرده‌اند (یانگ^۵ و همکاران، ۲۰۲۵).

تحولات آتی در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای بیش از هر زمان دیگری به فناوری‌های نوین وابسته خواهد بود. استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، فناوری بلاک‌چین و سیستم‌های پشتیبان تصمیم می‌تواند مسیر توسعه SCF را متحول سازد (وانگ^۶ و همکاران، ۲۰۲۵). این ابزارها قابلیت پردازش سریع و دقیق داده‌های پیچیده را دارند و می‌توانند به کاهش ریسک و تسهیل فرایندهای مالی کمک کنند. از سوی دیگر،

1 Muneeb

2 Lu, Zhou, Luan & Song

3 Slavinskaitė

4 Hou

5 Yang

6 Wang

دیجیتالی‌شدن زنجیره تأمین سبب بهبود شفافیت و کارآمدی در ارائه تسهیلات مالی می‌شود (لو و همکاران، ۲۰۲۵).

برای تحقق مؤثر تأمین مالی زنجیره‌ای، وجود بسترهای مشخصی ضروری است. نخست، باید زیرساخت‌های فناورانه توسعه یابند؛ از جمله پلتفرم‌های اطلاعاتی یکپارچه و فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین که امنیت و شفافیت داده‌ها را تضمین می‌کنند (آسانته بوآکی^۱ و همکاران، ۲۰۲۵). دوم، همکاری مؤثر میان اعضای زنجیره تأمین نقش کلیدی دارد و مستلزم اعتماد متقابل و هم‌راستایی اهداف است (نگش^۲ و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین، حمایت‌های نهادی و تنظیم‌گری مناسب می‌تواند انگیزه مشارکت را افزایش دهد (یانگ و همکاران، ۲۰۲۵). در نهایت، توانمندسازی بنگاه‌ها از طریق آموزش، مشاوره و ارتقای سواد دیجیتال می‌تواند زمینه‌ساز پیاده‌سازی بهتر این رویکرد مالی شود (لو و همکاران، ۲۰۲۵). تأمین مالی زنجیره‌ای در آینده تحت تأثیر عوامل مختلفی مثل توسعه فناوری‌های نوین قرار خواهد گرفت. به همین خاطر تحلیل و بررسی آینده آن ضرورت دارد.

در ادبیات جدید مالی و زنجیره تأمین، تأمین مالی زنجیره‌ای به‌عنوان یک رویکرد نوین در مقایسه با روش‌های سنتی تأمین مالی (مانند وام‌های مبتنی بر وثیقه و اعتبارات بانکی مستقیم) دارای مزایای ساختاری قابل توجهی است. برخلاف روش‌های سنتی که عمدتاً مبتنی بر وضعیت مالی بنگاه به‌صورت منفرد هستند، در تأمین مالی زنجیره‌ای، جریان کالا، اطلاعات و روابط میان بازیگران زنجیره مبنای ارزیابی اعتبار و تخصیص منابع مالی قرار می‌گیرد که این امر موجب کاهش عدم‌تقارن اطلاعاتی و بهبود کارایی تخصیص سرمایه می‌شود (شیبویا و بابیچ^۳، ۲۰۲۶). همچنین، توسعه پلتفرم‌های دیجیتال در این حوزه موجب افزایش شفافیت، کاهش هزینه‌های مبادله و بهبود تعامل میان دولت، بانک‌ها و بنگاه‌ها شده و نقش مهمی در ارتقاء عملکردهای پایداری از جمله شاخص‌های ESG ایفا می‌کند (گونگ و همکاران، ۲۰۲۶). در نتیجه، این رویکرد نه تنها دسترسی بنگاه‌های کوچک و متوسط را به منابع مالی تسهیل می‌کند، بلکه وابستگی به وثایق فیزیکی را نیز کاهش داده و انعطاف‌پذیری نظام مالی را افزایش می‌دهد.

1 Asante Boakye

2 Negash

3 Shibuya & Babich

از منظر امکان‌پذیری اجرایی در بخش انرژی، شواهد تجربی نشان می‌دهد که تأمین مالی زنجیره‌ای می‌تواند نقش مهمی در افزایش تاب‌آوری و کاهش ریسک‌های مالی در زنجیره‌های پیچیده انرژی ایفا کند. این سازوکار از طریق هم‌راستاسازی تصمیمات در سطوح عرضه و تقاضا، به بهبود هماهنگی عملیاتی و کاهش اثر شوک‌های اقتصادی کمک می‌کند (چای^۱ و همکاران، ۲۰۲۶). علاوه بر این، استفاده از فناوری‌های نوین نظیر شبکه‌های عصبی گرافی و تحلیل داده‌های چندمنبعی، امکان پیش‌بینی دقیق ریسک‌های مالی در زنجیره تأمین انرژی را فراهم کرده و ظرفیت تصمیم‌گیری پیش‌نگرانه را افزایش می‌دهد (وان و جیانگ^۲، ۲۰۲۶). همچنین، مطالعات نشان می‌دهد که در غیاب سازوکارهای مالی کارآمد، گسترش فعالیت بنگاه‌ها در زنجیره انرژی می‌تواند به سرمایه‌گذاری‌های ناکارآمد منجر شود؛ موضوعی که ضرورت طراحی نظام‌های مالی هوشمند و هدفمند را برجسته می‌سازد (لی و لین^۳، ۲۰۲۶). تجربه کشورهای مانند چین نیز نشان می‌دهد که تلفیق فناوری‌های دیجیتال با حمایت‌های نهادی دولت، می‌تواند به بهبود کارایی مالی، کاهش ریسک و تقویت پایداری زنجیره تأمین انرژی منجر شود.

پیشینه پژوهش

در پژوهشی توسط وانگ و همکاران (۲۰۲۵)، یک سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری هوشمند برای تأمین مالی زنجیره تأمین طراحی شد که از ترکیب یادگیری تقویتی عمیق و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات بهره می‌برد. این مطالعه با بهره‌گیری از روش‌های مدل‌سازی پیشرفته و تحلیل داده‌های واقعی، نشان داد که رویکرد پیشنهادی می‌تواند کارایی تصمیمات مالی را افزایش داده، ریسک‌ها را کاهش دهد و منافع اقتصادی ملموسی برای شرکت‌ها ایجاد کند. این پژوهش توسعه سیستم‌های هوش‌محور در حوزه مالی زنجیره را پیشنهاد می‌کند.

لو و همکاران (۲۰۲۵) با تکیه بر نظریه پردازش اطلاعات، به بررسی نقش توانمندی‌های دیجیتالی در زنجیره تأمین بنگاه‌های کوچک و متوسط پرداختند. پژوهش به روش پیمایشی انجام شده و داده‌ها از شرکت‌های صنعتی گردآوری شد. نتایج نشان داد که قابلیت‌های دیجیتال باعث ارتقای شفافیت اطلاعات و بهبود عملکرد تأمین مالی می‌شود.

1 Chai

2 Wan & Jiang

3 Li & Lin

محققان پیشنهاد کردند SMEها در راستای توسعه زیرساخت‌های دیجیتال سرمایه‌گذاری کنند تا بتوانند از مزایای تأمین مالی زنجیره‌ای بهره‌مند شوند.

در مطالعه‌ای توسط بائی و همکاران (۲۰۲۵)، نقش فناوری بلاک‌چین در ساختار و حاکمیت تأمین مالی زنجیره تأمین بررسی شد. محققان با تحلیل ساختاری و سیستمی، نشان دادند که بلاک‌چین می‌تواند شفافیت، ردیابی و اعتماد را در فرآیندهای تأمین مالی زنجیره تأمین افزایش دهد. همچنین، تأثیر بلاک‌چین بر کاهش ریسک، تسهیل جریان اطلاعات و بهبود تعامل میان ذی‌نفعان بررسی شده است. محققان به این نتیجه رسیدند که پیاده‌سازی بلاک‌چین نه تنها کارایی ساختارهای تأمین مالی را بالا می‌برد، بلکه موجب بهبود سازوکارهای حاکمیتی نیز می‌شود.

لو و همکاران (۲۰۲۵) در پژوهشی دیگر از منظر نظریه ساماندهی منابع، اثر دیجیتالی‌سازی SMEها را بر عملکرد مالی زنجیره بررسی کردند. این پژوهش مبتنی بر داده‌های میدانی بود و نشان داد که دیجیتالی‌سازی باعث بهبود تخصیص منابع، انعطاف‌پذیری مالی و ارتقای قدرت مذاکره بنگاه‌ها در زنجیره تأمین می‌شود. یافته‌ها بر اهمیت هماهنگی میان منابع دیجیتال و راهبردهای مالی تأکید دارند.

در مطالعه‌ای دیگر، لو و همکاران (۲۰۲۵) به بررسی اثر تأمین مالی زنجیره بر تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین پرداختند. روش تحقیق آن‌ها مبتنی بر دیدگاه قابلیت‌های پویا بود و از مدل‌سازی ساختاری بهره گرفتند. یافته‌ها نشان داد که ابزارهای مالی نوین می‌توانند تاب‌آوری زنجیره را از طریق افزایش پاسخ‌گویی و بازیابی سریع پس از اختلالات ارتقاء دهند. پیشنهاد شد که شرکت‌ها هم‌راستایی میان قابلیت‌های عملیاتی و منابع مالی را تقویت کنند. لی و همکاران (۲۰۲۵) در تحقیقی با تمرکز بر شرکت‌های چینی، اثر تأمین مالی زنجیره را بر نوآوری فناورانه بررسی کردند. این پژوهش از داده‌های اقتصادسنجی و تحلیل پانل استفاده کرد. نتایج نشان داد تأمین مالی از طریق زنجیره تأمین، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه را تسهیل کرده و عملکرد نوآورانه را تقویت می‌کند. این پژوهش تأکید می‌کند که سیاست‌گذاران باید به تأمین مالی زنجیره به‌عنوان ابزاری برای رشد فناورانه نگاه کنند.

هو و همکاران (۲۰۲۵) در پژوهشی با بهره‌گیری از الگوریتم جستجوی گنجشکی بهبود یافته و مدل LightGBM، الگویی برای پیش‌بینی ریسک اعتباری در SMEها ارائه

کردند. داده‌های واقعی این مدل نشان داد که می‌توان دقت بالایی در ارزیابی ریسک مشتریان زنجیره تأمین به دست آورد. پیشنهاد آن‌ها استفاده از این مدل در پلتفرم‌های مالی برای بهبود اعتبارسنجی و تصمیم‌گیری بود.

یانگ و همکاران (۲۰۲۵) به بررسی نقش سیاست خرید سهام توسط دولت در تقویت تأمین مالی زنجیره پرداختند. با استفاده از داده‌های شرکت‌های بورسی چینی، آن‌ها نشان دادند که این سیاست‌ها باعث افزایش اعتبار تجاری و تقویت منابع مالی شرکت‌ها در چارچوب زنجیره تأمین می‌شود. مقاله بر اهمیت نقش فعال دولت در تسهیل جریان مالی بین شرکت‌ها تأکید دارد.

در پژوهشی دیگر، سان و همکاران (۲۰۲۵) مسیر دستیابی SMEها به زنجیره‌های تأمین پایدار را از منظر مدیریت ریسک و تأمین مالی بررسی کردند. با استفاده از داده‌های پیمایشی، دریافتند که راهکارهای ترکیبی شامل تأمین مالی زنجیره و مدیریت ریسک می‌تواند شرکت‌های کوچک را در برابر اختلالات محیطی توانمند سازد. پیشنهاد شد که بنگاه‌های کوچک از مدل‌های مالی تطبیقی بهره‌گیرند.

گلسومینو و همکاران (۲۰۲۵) به تحلیل رابطه میان تأمین مالی زنجیره‌ای، رتبه‌های پایداری و نقدینگی شرکت‌های اروپایی پرداختند. آن‌ها دریافتند که استفاده از ابزارهای تأمین مالی ممکن است در برخی موارد با اهداف پایداری در تعارض باشد. نتیجه‌گیری این بود که باید میان کارایی مالی و تعهدات پایداری توازن برقرار گردد.

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های داخلی توجه ویژه‌ای به تأمین مالی زنجیره تأمین به‌عنوان ابزاری کارآمد برای مدیریت جریان نقدی و کاهش اتکای بنگاه‌ها به روش‌های سنتی تأمین مالی داشته‌اند. هادی دولابی و رستگار (۱۴۰۲) نشان داده‌اند که SCF می‌تواند نقش مؤثری در بهبود سرمایه در گردش در زنجیره‌های تأمین ایفا کرده و بهره‌وری مالی شرکت‌ها را افزایش دهد. در همین راستا، آئین و نوری (۱۴۰۳) مدل مفهومی‌ای را برای پیاده‌سازی SCF با تکیه بر فناوری بلاک‌چین در ایران ارائه کرده‌اند که هدف آن افزایش شفافیت، کاهش ریسک و ارتقای کارایی تبادلات مالی میان اجزای زنجیره تأمین است.

همچنین، رهدار و اصغریان (۱۴۰۲) کاربرد فناوری‌های نوینی چون بلاک‌چین و اینترنت اشیا را در ایجاد شفافیت اطلاعات مالی بررسی کرده‌اند و تأکید کرده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند زمینه‌ساز اعتماد بیشتر میان فعالان زنجیره و کاهش ناهماهنگی‌های مالی شوند. از

سوی دیگر، سمیعی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای با تمرکز بر شرکت‌های تولیدی، به شناسایی منافع و هزینه‌های مالی زنجیره تأمین پایدار در شرایط عدم قطعیت پرداخته‌اند و بر اهمیت استفاده از ابزارهای مالی انعطاف‌پذیر و برنامه‌ریزی دقیق مالی تأکید کرده‌اند.

در کنار این‌ها، درجاتی و همکاران (۱۴۰۳) با رویکردی فراترکیب، ادبیات مرتبط با SCF در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط را مرور کرده و ضعف در قوانین، نبود هماهنگی بین نظام بانکی و نیازهای تأمین مالی زنجیره‌ای، و محدودیت دسترسی به فناوری‌های نوین را از چالش‌های اصلی این حوزه برشمرده‌اند. همچنین، بت‌شکن (۱۴۰۱) با تمرکز بر صنعت املاک و مستغلات در بورس تهران و فرابورس، تأکید کرده است که به‌کارگیری SCF در کنار توسعه زیرساخت‌های مالی، تأثیر مستقیمی بر بهبود سودآوری شرکت‌ها دارد.

در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای، تحقیقات عمدتاً بر چند محور اصلی متمرکز بوده‌اند که شامل به‌کارگیری فناوری‌های نوین و هوشمندسازی فرآیندهای مالی، ارتقای قابلیت‌ها و دیجیتالی‌سازی بنگاه‌های کوچک و متوسط، تقویت تاب‌آوری و پایداری زنجیره تأمین، سیاست‌های حمایتی دولتی و مدیریت ریسک اعتباری است. فناوری‌هایی همچون یادگیری تقویتی، الگوریتم‌های بهینه‌سازی و بلاک‌چین به عنوان ابزارهایی مؤثر در بهبود تصمیم‌گیری‌های مالی و افزایش شفافیت در این حوزه شناخته شده‌اند (وانگ و همکاران، ۲۰۲۵؛ به و همکاران، ۲۰۲۵؛ بائی و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین، پژوهش‌ها تأکید کرده‌اند که دیجیتالی‌سازی و تقویت توانمندی‌های فناوری اطلاعات در شرکت‌های کوچک و متوسط می‌تواند عملکرد تأمین مالی زنجیره‌ای را بهبود بخشیده و ریسک‌های مالی را کاهش دهد (لو و همکاران، ۲۰۲۵؛ سان و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، اهمیت تأمین مالی هدفمند در افزایش تاب‌آوری و پایداری زنجیره تأمین مورد توجه بوده است که مدیران را قادر می‌سازد در مواجهه با ناپایداری‌ها انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشند (لو و همکاران، ۲۰۲۵؛ جلسومینو و همکاران، ۲۰۲۵). نقش سیاست‌های دولتی نیز در تسهیل دسترسی به منابع مالی و تثبیت بازارهای مالی بررسی شده است (یانگ و همکاران، ۲۰۲۵).

در انتها، توسعه مدل‌های پیش‌بینی ریسک اعتباری با استفاده از روش‌های پیشرفته یادگیری ماشین، ابزارهای جدیدی برای مدیریت مخاطرات فراهم کرده است (هو و همکاران، ۲۰۲۵).

در بخش انرژی هم تحقیقاتی در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای صورت گرفته است. در سال‌های اخیر، تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی، به‌ویژه در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌عنوان یکی از ارکان حیاتی در توسعه زیرساخت‌های نوین انرژی مطرح شده است. یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهند که استفاده از رویکردهای نوآورانه در تأمین مالی می‌تواند به کاهش ریسک‌های سرمایه‌گذاری و بهبود بهره‌وری زنجیره تأمین منجر شود. زبایرو و همکاران (۲۰۲۵) با بررسی جایگاه انرژی هیدروژنی در ساختار مالی زنجیره تأمین، بر اهمیت بهره‌برداری از ابزارهای مالی نوین مانند اوراق بدهی سبز و فناوری‌های مالی تأکید کرده‌اند و آن را پیش‌شرطی برای گذار موفق به انرژی‌های پاک دانسته‌اند.

همچنین، مطالعه‌ای توسط لی و ژیاو (۲۰۲۴) که بر شرکت‌های فعال در زمینه انرژی‌های نو در چین تمرکز داشته، نشان داده است که تأمین مالی زنجیره‌ای به شکل معناداری به افزایش کارایی سرمایه‌گذاری این شرکت‌ها کمک می‌کند. در همین راستا، لای و همکاران (۲۰۲۲) دو مسیر تأمین مالی در زنجیره تأمین سبز را شناسایی کرده‌اند: یکی، تأمین مالی درون‌زنجیره‌ای از طریق همکاری بین تولیدکننده و خریدار، و دیگری، جذب منابع از سرمایه‌گذاران بیرونی.

از منظر فناوریانه، وانگ و همکاران (۲۰۲۲)، و وانگ، ژائو و چن (۲۰۲۳) با بهره‌گیری از بستر بلاک‌چین، تأثیر آن را در شفاف‌سازی فرآیند تأمین مالی و افزایش اعتماد بین بازیگران زنجیره مورد بررسی قرار داده‌اند. به‌ویژه در صنایع نوظهوری مانند خودروهای برقی، استفاده از بلاک‌چین می‌تواند دسترسی به منابع مالی را تسهیل و ساختار تأمین مالی را بهبود بخشد.

به طور کلی مرور تحقیقات انجام شده در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی حاکی از آن است که تلفیق ابزارهای مالی نوآورانه با فناوری‌های دیجیتال و تمرکز بر شفافیت و همکاری، می‌تواند مسیر توسعه پایدار در زنجیره تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر را هموار سازد.

با این وجود، بیشتر مطالعات در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای به تحلیل وضعیت فعلی، ارزیابی فناوری‌ها و سیاست‌های موجود در بسترهای بین‌المللی پرداخته‌اند و توجه کمتری به آینده‌نگاری و پیش‌بینی روندهای آتی تأمین مالی زنجیره‌ای داشته‌اند. از این رو،

رویکرد آینده‌نگاری که با شناسایی سناریوهای محتمل، فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو، چشم‌اندازی راهبردی و پیشگیرانه فراهم می‌آورد، می‌تواند به توسعه این حوزه کمک کند. مطالعه حاضر با تأکید بر آینده‌نگاری تأمین مالی زنجیره‌ای در ایران، شرایط بومی، محدودیت‌ها و فرصت‌های خاص کشور را مد نظر قرار می‌دهد. این رویکرد با تلفیق آینده‌نگاری و دانش تأمین مالی زنجیره‌ای، چارچوبی نوآورانه و عملیاتی برای سیاست‌گذاران و مدیران ایجاد می‌کند تا بتوانند با برنامه‌ریزی دقیق و استراتژیک، توسعه پایدار و انعطاف‌پذیر زنجیره تأمین را تسهیل نمایند.

بدین ترتیب، نوآوری اصلی این تحقیق در سه جنبه نهفته است: نخست، استفاده از رویکرد آینده‌نگارانه که به درک عمیق‌تر روندهای پیش‌رو کمک می‌کند، و دوم، توجه ویژه به فضای اقتصادی، فرهنگی و نهادی ایران که تاکنون در پژوهش‌های پیشین کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بیشتر مطالعات پیشین بر کشورهای توسعه‌یافته یا اقتصادهای در حال توسعه شرق آسیا تمرکز دارند. اما پژوهش فعلی، با در نظر گرفتن ویژگی‌های نهادی، چالش‌های مالی، تحریم‌ها، وضعیت بازار سرمایه، و سیاست‌های دولتی در ایران، سعی در ارائه راهکارهایی متناسب با بستر بومی دارد. اکثر تحقیقات، مثل زوبایرو و همکاران (۲۰۲۵) و لای و همکاران (۲۰۲۲) بر یک بخش خاص مانند انرژی خورشیدی، هیدروژنی یا خودروهای برقی تمرکز دارند. اما پژوهش فعلی، با در نظر گرفتن کل زنجیره انرژی در ایران (از تولید و انتقال تا مصرف نهایی)، دیدی سیستمی و یکپارچه به تأمین مالی ارائه خواهد داد. بنابراین، این پژوهش می‌تواند نقطه شروعی برای طراحی سیاست‌ها و راهکارهای سازگار با شرایط بومی و فناوری‌های نوین در زمینه تأمین مالی زنجیره‌ای باشد و سهم قابل توجهی در پیشرفت دانش علمی و عملی این حوزه ایفا نماید.

روش^۱

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و تحلیل پیشران‌ها و سناریوهای آینده تأمین مالی زنجیره تأمین در حوزه انرژی است. بدین منظور، از رویکردی ترکیبی (آمیخته) بهره گرفته شد که شامل روش‌های کمی و کیفی می‌شود. در بخش کمی، از تکنیک‌های دلفی فازی و واسپاس فازی به منظور غربال‌سازی و اولویت‌بندی پیشران‌ها استفاده شد؛ این روش‌ها مبتنی بر قضاوت‌های کارشناسانه و داده‌های فازی هستند که تحلیل ساختاری دقیقی از

مؤلفه‌های تأثیرگذار ارائه می‌دهند. در بخش کیفی نیز از تکنیک مصاحبه گروه کانونی بهره گرفته شد تا زمینه تدوین و توسعه سناریوهای آینده فراهم گردد.

داده‌های موردنیاز پژوهش از طریق دو ابزار پرسشنامه و مصاحبه گردآوری شد. شناسایی اولیه پیشران‌ها از مرور نظام‌مند ادبیات علمی در حوزه‌های زنجیره تأمین و تأمین مالی، همچنین از طریق مصاحبه با خبرگان انجام گرفت. سپس، در دو مرحله مجزا، از پرسشنامه‌های خبره‌سنجی (برای تکنیک دلفی فازی) و اولویت‌سنجی (برای تکنیک واسپاس فازی) جهت تحلیل و ارزیابی پیشران‌ها استفاده شد. با توجه به استخراج علمی پیشران‌ها از منابع معتبر داخلی و بین‌المللی و نیز تأیید آن‌ها توسط خبرگان، روایی محتوایی ابزارهای اندازه‌گیری تأیید گردید. همچنین، حجم نمونه که شامل ۱۰ نفر از متخصصان دارای تحصیلات دکتری و سابقه بیش از ۱۰ سال در زمینه‌های مرتبط بود، با توجه به ماهیت قضاوت‌محور مطالعه، از کفایت و اعتبار لازم برخوردار بود.

خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش شامل مدیران ارشد، مشاوران تخصصی و کارشناسان حوزه‌های تأمین مالی و آینده‌پژوهی زنجیره تأمین انرژی بودند که به‌صورت هدفمند و با روش نمونه‌گیری قضاوتی انتخاب شدند. فرآیند اجرای مطالعه در چهار مرحله صورت گرفت: ابتدا، استخراج اولیه پیشران‌ها از طریق تحلیل منابع علمی و مصاحبه‌ها انجام شد. در گام دوم، با اجرای تکنیک دلفی فازی، غربال‌سازی پیشران‌ها انجام گردید. سپس در مرحله سوم، اولویت‌بندی نهایی با بهره‌گیری از روش واسپاس فازی صورت گرفت. در نهایت، سناریوهای آینده از طریق مصاحبه با گروه‌های کانونی توسعه یافتند.

در کاربرد تکنیک دلفی فازی، ابتدا طیفی فازی برای تبدیل داده‌های زبانی خبرگان به مقادیر فازی تعریف گردید. در این پژوهش از طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت برای فازی‌سازی استفاده شده است، همان‌گونه که در ادبیات پیشین نیز پیشنهاد شده است (حبیبی، جهان‌تیغ، و سرفرازی، ۲۰۱۵؛ قنواتی و همکاران، ۲۰۲۴). این طیف، پایه مدل‌سازی فازی فرایند غربالگری را تشکیل داده و امکان تجزیه و تحلیل دقیق‌تر عدم قطعیت در نظرات خبرگان را فراهم می‌آورد.

جدول ۱. طیف مورد استفاده در روش دلفی فازی

متغیر کلامی	مقدار فازی	عدد فازی مثالی
-------------	------------	----------------

$(0, 0, 0/25)$	$\tilde{1}$	خیلی کم
$(0, 0/25, 0/5)$	$\tilde{2}$	کم
$(0/25, 0/5, 0/75)$	$\tilde{3}$	متوسط
$(0/5, 0/75, 1)$	$\tilde{4}$	زیاد
$(0/75, 1, 1)$	$\tilde{5}$	خیلی زیاد

در این پژوهش، برای تحلیل و رتبه‌بندی پیشران‌های مؤثر بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی، از روش واسپاس فازی بهره گرفته شده است. شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی پیشران‌ها با الهام از رویکرد شبکه جهانی کسب‌وکار که یکی از روش‌های مرسوم در مطالعات آینده‌پژوهی است، استخراج شده‌اند. این شاخص‌ها شامل سه مورد هستند: میزان تخصص خبرگان نسبت به هر پیشران، درجه اهمیت هر پیشران، و سطح قطعیت آن‌ها.

در این میان، شاخص‌های تخصص و اهمیت، دارای ماهیتی مثبت و افزایشی بوده و در مقابل، شاخص قطعیت دارای ماهیتی منفی و کاهشی است. به عبارتی، هرچه سطح تخصص خبرگان و شدت اهمیت یک پیشران بیشتر و میزان قطعیت آن کمتر باشد، آن پیشران برای طراحی سناریوها مناسب‌تر تلقی می‌شود.

روش واسپاس فازی که در سال ۲۰۱۵ توسط زاوادسکاس ارائه شده، نسخه‌ای فازی‌شده از روش کلاسیک واسپاس است. این روش همانند نسخه اصلی، ترکیبی از مدل مجموع وزنی و مدل ضرب وزنی بوده که در محیط فازی اجرا می‌شود. برای اجرای این روش، نیاز به تعیین وزن شاخص‌ها است که معمولاً از طریق روش‌هایی مانند بهترین-بدترین انجام می‌گیرد. مراحل اجرای روش واسپاس فازی شامل گام‌هایی مشخص است که در ادامه پژوهش تشریح می‌شوند (محبی آشتیانی و همکاران، ۲۰۲۴):

۱. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم فازی: در این مرحله، ابتدا لازم است ماتریس تصمیم فازی تهیه شود. این ماتریس به صورت یک جدول شامل شاخص‌ها (در ستون‌ها) و گزینه‌ها (در ردیف‌ها) تنظیم می‌شود و هدف از آن، ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌های مورد نظر در

پژوهش است. پس از تشکیل این ماتریس، امتیازدهی به گزینه‌ها بر اساس مقادیر فازی متداول انجام می‌گیرد.

۲. محاسبه ماتریس فازی Q : ماتریس Q از حاصل ضرب وزن شاخص‌ها در ماتریس نرمال شده به دست می‌آید. این ماتریس در واقع نمایانگر مدل مجموع وزنی است.

۳. محاسبه ماتریس فازی P : ماتریس P از توان رساندن مقادیر ماتریس نرمال فازی به وزن‌های فازی مربوطه حاصل می‌شود. این ماتریس بیانگر مدل ضرب وزنی در محیط فازی است.

۴. برای هر گزینه، مجموع مقادیر موجود در ماتریس Q محاسبه شده و هم‌زمان، داده‌های مربوط به همان گزینه در ماتریس P در یکدیگر ضرب می‌شوند.

۵. مقادیر به دست آمده به صورت فازی، به اعداد قطعی (غیر فازی) تبدیل می‌شوند.

۶. محاسبه ارزش هر گزینه: مقدار k هر گزینه محاسبه شده و گزینه‌ها بر اساس آن رتبه‌بندی می‌شوند.

آینده‌نگاری به عنوان رویکردی نظام‌مند، مشارکتی و آینده‌محور، فرآیندی است برای شناسایی، تحلیل و شکل‌دهی به آینده‌های ممکن، محتمل و مطلوب. هدف اصلی این رویکرد، ارتقای ظرفیت تصمیم‌سازی و سیاست‌گذاری در شرایط پیچیده و پرابهام از طریق ترسیم سناریوهای متنوع، تحلیل روندهای کلیدی و طراحی اقدامات راهبردی بلندمدت است (پریه و همکاران، ۲۰۲۵). آینده‌نگاری از لحاظ مفهومی فراتر از پیش‌بینی عمل می‌کند، چراکه به جای تمرکز صرف بر برآورد یک آینده محتمل، به بررسی طیفی از آینده‌های بدیل می‌پردازد و تلاش می‌کند بستری برای گفت‌وگوی ساختارمند و دارای چارچوب میان ذی‌نفعان گوناگون فراهم آورد (فایلا و کوراترا، ۲۰۲۵).

آینده‌نگاری از منظر روش‌شناختی به صورت کیفی، کمی یا ترکیبی قابل پیاده‌سازی است. در رویکردهای کمی، استفاده از مدل‌سازی سناریو، تحلیل روندهای کلان و شبیه‌سازی‌های عددی، چارچوبی برای تصویرسازی ساختاریافته آینده فراهم می‌کند (ریرا و همکاران، ۲۰۲۵). در مقابل، روش‌های کیفی همچون تحلیل دلفی، طراحی پرسونا، و رویکردهای طراحی انسان‌محور، درک عمیق‌تری از عوامل فرهنگی، اجتماعی و رفتاری مؤثر بر آینده ارائه می‌دهند (پیس و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، به کارگیری فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، کلان‌داده و ابزارهای تعاملی

دیجیتال، توان تحلیل و پیش‌بینی آینده‌نگاری را به‌طور چشمگیری ارتقا بخشیده‌اند (کدینگ و همکاران، ۲۰۲۵).

پیاده‌سازی اثربخش آینده‌نگاری با چالش‌های متعددی مواجه است. نخست، مسئله مدیریت عدم قطعیت‌های بنیادی و توازن میان واقع‌گرایی و خلاقیت در طراحی سناریوها همواره مطرح است (پریه و همکاران، ۲۰۲۵). دوم، محدودیت‌های شناختی بازیگران در درک آینده، و تمایل به بازتولید الگوهای ذهنی آشنا، می‌تواند فرآیند را به سوی ساده‌سازی‌های تقلیل‌گرایانه سوق دهد (فایلا و کوراتزا، ۲۰۲۵). همچنین، عدم نهادینه‌سازی ساختارمند آینده‌نگاری در فرآیندهای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی، از جمله موانع عمده تحقق اثربخش آن به‌شمار می‌آید. رفع این موانع مستلزم ارتقاء سواد آینده، گسترش تعامل میان کنشگران، و طراحی نهادهای پشتیبان برای استفاده از خروجی‌های آینده‌نگاری در سطوح مختلف تصمیم‌گیری است.

آینده‌نگاری در سطوح گوناگون سازمانی، صنعتی و ملی، به‌عنوان ابزاری کلیدی در پشتیبانی از تصمیم‌سازی راهبردی شناخته می‌شود. این رویکرد به‌ویژه در محیط‌های ناپایدار نظیر نظام‌های غذایی، زنجیره‌های تأمین، و سیاست‌گذاری عمومی، نقش مهمی در افزایش تاب‌آوری و سازگاری با تغییرات ایفا می‌کند (کارایانیس و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین در بستر تحولات دیجیتال، آینده‌نگاری بستری برای شناسایی فرصت‌های نوآورانه، ارزیابی مخاطرات فناوری، و تدوین راهبردهای تحول‌آفرین فراهم می‌سازد (هوورکا و مولر، ۲۰۲۵). از این‌رو، آینده‌نگاری نه تنها به‌عنوان یک ابزار تحلیلی بلکه به‌مثابه یک رویکرد راهبردی در طراحی سیاست‌ها و هدایت نوآوری‌های سازمانی و اجتماعی جایگاه روزافزونی یافته است.

یافته‌ها

پیشران‌های مؤثر بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی، از طریق تحلیل نظام‌مند منابع علمی و انجام مصاحبه‌های تخصصی با خبرگان حوزه تأمین مالی و انرژی شناسایی شدند. در مجموع، ۲۵ پیشران استخراج گردید که ۲۰ مورد آن حاصل مرور پیشینه و پنج مورد دیگر برگرفته از تحلیل مصاحبه‌ها بود. برای شناسایی این پیشران‌ها، مطالعات مرتبط با حوزه‌های تأمین مالی، زنجیره تأمین و انرژی مورد بررسی قرار گرفت. این پیشران‌ها در جدول شماره دو ارائه شده‌اند.

جدول ۲. پیشران‌های آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی

پیشران‌های تحقیق	منابع پژوهش
توسعه بلاک‌چین در تأمین مالی	آسانته بواکی و همکاران (۲۰۲۵)، بائی و همکاران (۲۰۲۵)
پیشرفت دیجیتال‌سازی در زنجیره تأمین	لو و همکاران (۲۰۲۵)، وانگ و همکاران (۲۰۲۵)
سیاست‌های حمایتی دولت	مصاحبه
نوسانات نرخ ارز	مصاحبه
ماهیت گزارشات پایداری	آگاروال و همکاران (۲۰۲۴)
سرمایه‌گذاری خارجی	قائم مقام فراهانی و جعفری (۱۳۹۸)، لی و ژیانو (۲۰۲۴)
بازار سرمایه داخلی	کاشانی‌پور و همکاران (۱۳۹۸)، شیرمردی (۱۳۹۸)
توسعه ابزارهای مالی نوین	لای و همکاران (۲۰۲۲)
نقش بانک‌ها در تأمین مالی	هادی دولابی و رستگار (۱۴۰۲)
قوانین و مقررات انرژی	کسنوی و باقری (۱۴۰۱)، قائم‌مقام فراهانی (۱۳۹۸)
ریسک اعتباری شرکت‌های کوچک و متوسط	سان و همکاران (۲۰۲۵)، هو و همکاران (۲۰۲۵)
زیرساخت‌های فنی فناوری	وانگ و همکاران (۲۰۲۳)، گو و همکاران (۲۰۲۴)
نقش نهادهای واسطه مالی	بائی و همکاران (۲۰۲۵)، ریجانتو (۲۰۲۱)
تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر	زوبایرو و همکاران (۲۰۲۵)، فراهتی و همکاران (۱۴۰۳)
تاب‌آوری زنجیره تأمین	گلسومینو و همکاران (۲۰۲۵)، لو و همکاران (۲۰۲۵)
پیچیدگی قراردادی	کونگ و همکاران (۲۰۲۴)، کسنوی و باقری (۱۴۰۱)
شفافیت اطلاعات مالی	وو و همکاران (۲۰۲۴)، رهدار و اصغریان (۱۴۰۲)

آگاهی شرکت‌ها از SCF	درجاتی و همکاران (۱۴۰۳)
میزان همکاری بازیگران کلیدی زنجیره	سان و همکاران (۲۰۲۵)، زمان و همکاران (۲۰۲۴)
نقش فناوری اینترنت اشیا	وانگ و همکاران (۲۰۲۲)
علاقه مصرف‌کنندگان به انرژی‌های پاک	بائی و همکاران (۲۰۲۵)
دسترسی به داده‌های پیش‌بینی‌پذیر	کارایانیس و همکاران (۲۰۲۵)، فایلا و کوراتزا (۲۰۲۵)
تحریم‌های مالی	مصاحبه
آموزش و فرهنگ‌سازی مالی	مصاحبه
انسجام نهادی بین‌بخشی	مصاحبه

۲۵ پیشران استخراج‌شده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان حوزه تأمین مالی و انرژی، با بهره‌گیری از روش دلفی فازی مورد غربال‌گری قرار گرفتند. در این مرحله، ۱۶ پیشران حذف شده و ۹ پیشران برای مرحله‌ی نهایی اولویت‌بندی انتخاب شدند. تنها پیشران‌هایی که مقدار عددی دیفازی آن‌ها بیش از ۰/۷ بود، وارد مرحله رتبه‌بندی نهایی با استفاده از روش واسپاس فازی شدند. در این مطالعه، ۹ پیشران دارای عدد دیفازی بالاتر از ۰/۷ بودند. آستانه ۰/۷ به‌عنوان معیار غربال‌گری در نظر گرفته شد؛ در حالی که در بسیاری از پژوهش‌ها، این مقدار معمولاً بین ۰/۵ تا ۰/۷ متغیر است، در این تحقیق، مقدار بالاتر به‌منظور دقت بیشتر انتخاب گردید. جدول شماره ۳ فهرست پیشران‌های منتخب به همراه مقادیر دیفازی آن‌ها را نمایش می‌دهد.

برای سنجش روایی، از شاخص روایی محتوایی لاوشه استفاده شد. میزان شاخص روایی محتوایی تمام پیشران‌ها بالاتر از ۰/۸ بود. این مقدار برای پیشران‌های غربال شده مطلوب‌تر و بالاتر از ۰/۹ بود.

جدول ۳. عدد دیفازی پیشران‌های غربال شده

پیشران‌های پژوهش	عدد دیفازی	شاخص روایی محتوایی
توسعه بلاک‌چین در تأمین مالی (SCF1)	۰/۸	۰/۹۱
بیشرفت دیجیتال‌سازی در زنجیره تأمین (SCF2)	۰/۷۷	۰/۹۱
توسعه ابزارهای مالی نوین (SCF3)	۰/۸۵	۰/۹۴
قوانین و مقررات انرژی (SCF4)	۰/۸	۰/۹۲
زیرساخت‌های فنی فناوری (SCF5)	۰/۸۱	۰/۹۲
تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر (SCF6)	۰/۸۲	۰/۹۳
تاب‌آوری زنجیره تأمین (SCF7)	۰/۸۸	۰/۹۷
میزان همکاری بازیگران کلیدی زنجیره (SCF8)	۰/۸۱	۰/۹۱
تحریم‌های مالی (SCF9)	۰/۷۵	۰/۹۱

برای ارزیابی پیشران‌های تحقیق، سه شاخص «تخصص خبرگان»، «شدت اهمیت» و «میزان قطعیت» در نظر گرفته شد. در گام نخست، خبرگان با استفاده از طیف فازی تکنیک BWM، شاخص دارای بیشترین اهمیت را نسبت به سایر شاخص‌ها و همچنین سایر شاخص‌ها را در مقایسه با شاخص کم‌اهمیت‌تر ارزیابی کردند. نتایج حاصل از این مقایسه‌ها، با میانگین هندسی ادغام گردید تا وزن نهایی شاخص‌ها به‌دست آید. بر اساس نظرات خبرگان، «میزان قطعیت» به عنوان مهم‌ترین معیار و «تخصص خبرگان» به عنوان کم‌اهمیت‌ترین شاخص شناخته شد. جدول شماره ۴، وزن‌های فازی و قطعی مربوط به هر یک از شاخص‌های سنجش پیشران‌های مؤثر بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی را ارائه می‌کند.

جدول ۴. وزن فازی و قطعی شاخص‌های ارزیابی پیشران‌ها

وزن قطعی	وزن فازی	شاخص‌های ارزیابی پیشران‌ها
۰/۲۱	(۰/۲۶، ۰/۲۱، ۰/۱۴)	تخصص خبرگان
۰/۳۸	(۰/۴۶، ۰/۳۷، ۰/۳۲)	شدت اهمیت
۰/۴۱	(۰/۴۸، ۰/۴۱، ۰/۳۴)	میزان قطعیت

در جدول شماره چهار، وزن فازی به طور مستقیم از حل مدل در نرم‌افزار لینگو بدست آمده است. سپس این وزن‌های فازی با استفاده از رابطه $R(\tilde{a}_i) = \frac{l_i + 4m_i + u_i}{6}$ به وزن قطعی تبدیل شده است. با توجه به وزن‌های فازی و قطعی شاخص‌های ارزیابی پیشران‌های پژوهش، شاخص‌های میزان قطعیت با وزن (۰/۴۱)، شدت اهمیت (۰/۳۸) و تخصص خبرگان با وزن (۰/۲۱) به ترتیب دارای بیشترین اهمیت و وزن بودند.

در مرحله بعد، پیشران‌های منتخب با استفاده از روش واسپاس فازی و بر پایه سه شاخص «تخصص خبرگان»، «شدت اهمیت» و «میزان قطعیت» مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفتند. در این میان، شاخص میزان قطعیت دارای ماهیتی منفی و کاهشی بوده، در حالی که دو شاخص دیگر یعنی تخصص خبرگان و شدت اهمیت، ماهیتی مثبت و افزایشی دارند. داده‌های مربوط به نظرات خبرگان در خصوص اهمیت پیشران‌ها با بهره‌گیری از طیف روش واسپاس فازی گردآوری شد. به منظور کاهش پیچیدگی داده‌ها، از میانگین حسابی برای ترکیب و تجميع مقادیر در ماتریس تصمیم استفاده شد. سپس مقادیر این ماتریس با روش نرمال‌سازی خطی استانداردسازی گردید که نوع نرمال‌سازی بر اساس ماهیت افزایشی یا کاهشی شاخص‌ها متفاوت بود. پس از نرمال‌سازی، با ضرب وزن‌های شاخص‌ها (که از طریق تکنیک بهترین-بدترین فازی محاسبه شده بودند) در مقادیر نرمال‌شده، ماتریس نرمال موزون حاصل شد. جدول شماره ۵، مقادیر نهایی ماتریس نرمال موزون مربوط به پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی را ارائه می‌نماید.

جدول ۵. ماتریس نرمال موزون پیشران‌های آینده تأمین مالی زنجیره‌ای

ماتریس نرمال موزون	تخصص خبرگان			شدت اهمیت			قطعی‌ت		
SCF ₁	۰/۰۸۷	۰/۰۹۵	۰/۱۰۶	۰/۲۱۴	۰/۲۳۳	۰/۲۴۹	۰/۱۶۲	۰/۱۵۴	۰/۱۴۵
SCF ₂	۰/۱۰۹	۰/۱۱۳	۰/۱۲۱	۰/۱۹۸	۰/۲۱۳	۰/۲۳۳	۰/۲۴۱	۰/۲۱۸	۰/۲
SCF ₃	۰/۱۸۱	۰/۱۹	۰/۱۹۹	۰/۲۹۹	۰/۳۳۳	۰/۳۳۹	۰/۲۴۱	۰/۲۳	۰/۲۲۵
SCF ₄	۰/۱۳۳	۰/۱۴۳	۰/۱۵۵	۰/۲۳۸	۰/۲۴۹	۰/۲۵۷	۰/۱۹۳	۰/۱۸۲	۰/۱۷۱
SCF ₅	۰/۱۱۶	۰/۱۲۱	۰/۱۳۸	۰/۱۵۴	۰/۱۷۶	۰/۲	۰/۱۶۸	۰/۱۶۲	۰/۱۵۳
SCF ₆	۰/۱۷	۰/۱۷۳	۰/۱۸	۰/۲۸۹	۰/۳۰۱	۰/۳۱	۰/۲۲۶	۰/۲۱۲	۰/۱۹۶
SCF ₇	۰/۲	۰/۲۰۳	۰/۲۱	۰/۳۲۵	۰/۳۴۲	۰/۳۷۱	۰/۴۱	۰/۳۱۸	۰/۲۷۶
SCF ₈	۰/۰۷۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱۹	۰/۱۳۶	۰/۱۶۱	۰/۱۸۲	۰/۱۶۶	۰/۱۵۷
SCF ₉	۰/۰۹۲	۰/۱۰۴	۰/۱۰۸	۰/۳۵۸	۰/۳۷۱	۰/۳۸	۰/۱۵۱	۰/۱۴۴	۰/۱۳۴

با جمع مقادیر ماتریس نرمال موزون در سطوح پایین، میانه و بالا، مقدار Q برای هر پیشران محاسبه می‌شود. در مرحله پایانی، میانگین مقادیر Q به عنوان شاخص نهایی برای رتبه‌بندی پیشران‌ها به دست می‌آید.

جدول ۶. مقادیر Q برای پیشران‌ها

پیشران‌های پژوهش	Q_1	Q_2	Q_3	میانگین
SCF ₁	۰/۴۶۳	۰/۴۸۲	۰/۵	۰/۴۸۲
SCF ₂	۰/۵۴۸	۰/۵۴۴	۰/۵۵۴	۰/۵۴۹
SCF ₃	۰/۷۲۱	۰/۷۴۳	۰/۷۶۳	۰/۷۴۲

SCF ₄	۰/۵۶۴	۰/۵۷۴	۰/۵۸۳	۰/۵۷۴
SCF ₅	۰/۴۳۸	۰/۴۵۹	۰/۴۹۱	۰/۴۶۳
SCF ₆	۰/۶۸۵	۰/۶۸۶	۰/۶۸۶	۰/۶۸۶
SCF ₇	۰/۹۳۵	۰/۸۶۳	۰/۸۵۷	۰/۸۸۵
SCF ₈	۰/۳۷۳	۰/۳۸۲	۰/۴۰۸	۰/۳۸۸
SCF ₉	۰/۶۰۱	۰/۶۱۹	۰/۶۲۲	۰/۶۱۴

در روش واسپاس فازی، علاوه بر محاسبه ماتریس نرمال موزون، ماتریس نرمال توانی نیز تولید می‌شود. این ماتریس با اعمال توان بر روی مقادیر موجود در ماتریس نرمال به دست می‌آید، به طوری که توان‌ها همان اوزان شاخص‌های ارزیابی پیشران‌های آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی هستند. جدول شماره ۷، مقادیر حاصل از ماتریس نرمال توانی را نمایش می‌دهد.

جدول شماره ۷. ماتریس نرمال توانی پیشران‌های پژوهش

ماتریس									
نرمال	تخصص خبرگان			شدت اهمیت			قطعی		
توانی									
SCF ₁	۰/۸۳۲	۰/۸۴۶	۰/۸۶۷	۰/۸۰۴	۰/۸۳	۰/۸۵۱	۰/۶۸۳	۰/۶۶۹	۰/۶۵۳
SCF ₂	۰/۸۷۲	۰/۸۷۸	۰/۸۹۱	۰/۷۸۱	۰/۸۰۳	۰/۸۳	۰/۸۰۵	۰/۷۷۲	۰/۷۴۶
SCF ₃	۰/۹۶۹	۰/۹۷۹	۰/۹۸۹	۰/۹۱۳	۰/۹۴	۰/۹۵۷	۰/۸۰۵	۰/۷۹	۰/۷۸۲
SCF ₄	۰/۹۰۸	۰/۹۲۲	۰/۹۳۸	۰/۸۳۷	۰/۸۵۲	۰/۸۶۲	۰/۷۳۴	۰/۷۱۷	۰/۶۹۸
SCF ₅	۰/۸۸۳	۰/۸۹۱	۰/۹۱۵	۰/۷۰۹	۰/۷۴۷	۰/۷۸۳	۰/۶۹۴	۰/۶۸۳	۰/۶۶۸
SCF ₆	۰/۹۵۷	۰/۹۶۱	۰/۹۶۹	۰/۹۰۱	۰/۹۱۵	۰/۹۲۶	۰/۷۸۴	۰/۷۶۳	۰/۷۳۹
SCF ₇	۰/۹۸۹	۰/۹۹۳	۱	۰/۹۴۲	۰/۹۶	۰/۹۹	۱	۰/۹۰۱	۰/۸۵
SCF ₈	۰/۷۹۹	۰/۸۱۶	۰/۸۳۶	۰/۶۴۴	۰/۶۷۸	۰/۷۲۲	۰/۷۱۸	۰/۶۹	۰/۶۷۵
SCF ₉	۰/۸۴	۰/۸۶۳	۰/۸۷	۰/۹۷۸	۰/۹۹۱	۱	۰/۶۶۴	۰/۶۵	۰/۶۳۲

با ضرب مقادیر ماتریس نرمال توانی به ازای حدود پایین، میانه و بالا، مقادیر P بدست می‌آید. در انتها باید میانگین مقادیر P محاسبه شود.

جدول ۸. مقادیر P برای پیشران‌ها

میانگین	P_1	P_2	P_3	پیشران‌های پژوهش
۰/۴۷	۰/۴۵۷	۰/۴۷	۰/۴۸۲	SCF_1
۰/۵۴۸	۰/۵۴۸	۰/۵۴۴	۰/۵۵۲	SCF_2
۰/۷۲۶	۰/۷۱۲	۰/۷۲۷	۰/۷۴	SCF_3
۰/۵۶۲	۰/۵۵۸	۰/۵۶۳	۰/۵۶۴	SCF_4
۰/۴۵۶	۰/۴۳۴	۰/۴۵۵	۰/۴۷۹	SCF_5
۰/۶۷	۰/۶۷۶	۰/۶۷۱	۰/۶۶۳	SCF_6
۰/۸۷۸	۰/۹۳۲	۰/۸۵۹	۰/۸۴۲	SCF_7
۰/۳۸۶	۰/۳۶۹	۰/۳۸۲	۰/۴۰۷	SCF_8
۰/۵۵	۰/۵۴۵	۰/۵۵۶	۰/۵۵	SCF_9

در نهایت با ترکیب و میانگین‌گیری مقادیر Q و P ، امتیاز نهایی پیشران‌های آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی محاسبه می‌شود. هر چه امتیاز پیشرانی بیش‌تر باشد، پیشران مورد نظر اولویت بیشتری خواهد داشت.

جدول ۹. امتیاز و اولویت پیشران‌های آینده تأمین مالی زنجیره‌ای

رتبه پیشران‌های	امتیاز نهایی	میانگین	میانگین	پیشران‌های پژوهش
-----------------	--------------	---------	---------	------------------

پژوهش	مقادیر P	مقادیر Q	
۷	۰/۴۷۴	۰/۴۷	SCF ₁ ۰/۴۸۲
۶	۰/۵۴۶	۰/۵۴۸	SCF ₂ ۰/۵۴۹
۲	۰/۷۳۱	۰/۷۲۶	SCF ₃ ۰/۷۴۲
۵	۰/۵۶۶	۰/۵۶۲	SCF ₄ ۰/۵۷۴
۸	۰/۴۵۸	۰/۴۵۶	SCF ₅ ۰/۴۶۳
۳	۰/۶۷۵	۰/۶۷	SCF ₆ ۰/۶۸۶
۱	۰/۸۷۸	۰/۸۷۸	SCF ₇ ۰/۸۸۵
۹	۰/۳۸۵	۰/۳۸۶	SCF ₈ ۰/۳۸۸
۴	۰/۵۷۹	۰/۵۵	SCF ₉ ۰/۶۱۴

با توجه به امتیازات پیشران‌های تأمین مالی زنجیره‌ای در جدول شماره ۹، مهم‌ترین عوامل موثر بر آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی عبارت بودند از: تاب‌آوری زنجیره تأمین و توسعه ابزارهای مالی نوین. در گام بعدی، سناریوهای پژوهش با محوریت دو پیشران دارای بالاترین اولویت و با بهره‌گیری از مصاحبه‌های گروه‌های کانونی تدوین خواهند شد. سایر پیشران‌ها نیز به منظور تکمیل و ارتقای کیفیت سناریوها مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

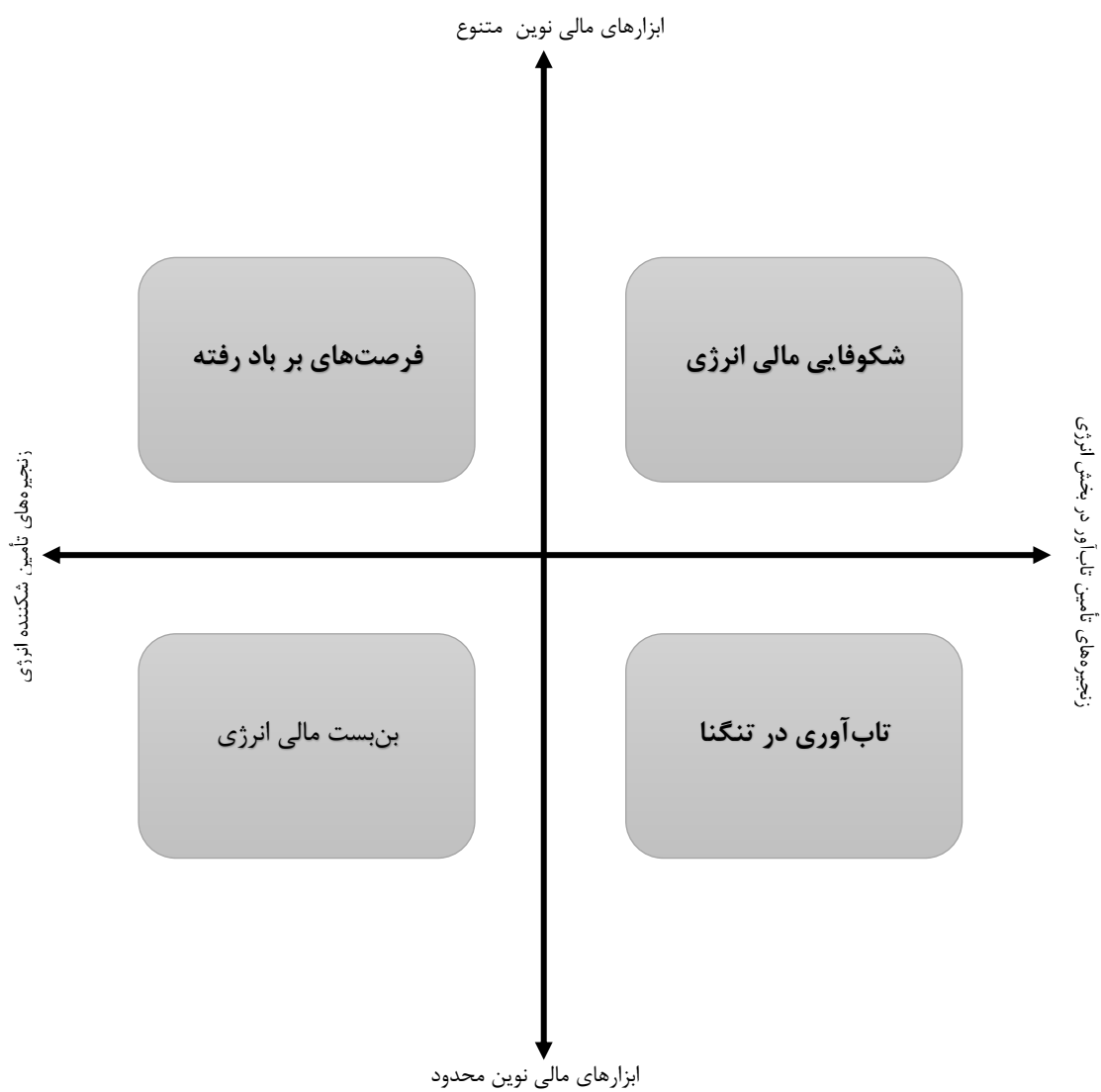
سناریوهای آینده تأمین مالی زنجیره‌ای

سناریوهای آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی بر اساس دو پیشران تاب‌آوری زنجیره تأمین و توسعه ابزارهای نوین مالی و مصاحبه با گروه‌های کانونی پرورش یافتند. هر پیشران از دو حالت متضاد تشکیل شده است. حالات متضاد پیشران نخست عبارتند از: زنجیره‌های تأمین تاب‌آوری انرژی در برابر زنجیره‌های تأمین شکننده انرژی. پیشران دوم

هم دارای دو حالت متضاد است. حالات متضاد این پیشران عبارتند از: ابزارهای مالی نوین متنوع در برابر ابزارهای مالی نوین محدود.

دو پیشران «تاب‌آوری زنجیره تأمین» و «توسعه ابزارهای نوین مالی» به‌عنوان عوامل کلیدی شکل‌دهنده سناریوهای آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی شناسایی شدند. تاب‌آوری زنجیره تأمین به توانایی سیستم در مواجهه، تطبیق و بازیابی در برابر شوک‌های داخلی و خارجی نظیر تحریم‌ها، نوسانات اقتصادی و اختلالات عملیاتی اشاره دارد و نقش اساسی در تداوم جریان مالی و پایداری سرمایه‌گذاری‌ها ایفا می‌کند. در مقابل، توسعه ابزارهای نوین مالی، بیانگر ظرفیت نظام مالی در طراحی و به‌کارگیری سازوکارهای متنوع و نوآورانه نظیر اوراق تأمین مالی پروژه، تأمین مالی جمعی و ابزارهای مبتنی بر فناوری‌های مالی است که می‌تواند منجر به افزایش دسترسی به منابع، کاهش هزینه‌های تأمین مالی و بهبود کارایی تخصیص سرمایه شود. برهم‌کنش این دو پیشران، مسیرهای متفاوتی از آینده را شکل می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که سطوح بالای تاب‌آوری همراه با توسعه ابزارهای مالی نوین، زمینه‌ساز تحقق سناریوهای مطلوب و در مقابل، ضعف در هر یک از این ابعاد، احتمال شکل‌گیری سناریوهای بحرانی را افزایش می‌دهد.

از خبرگان خواسته شد دیدگاه‌های خود را درباره هر یک از سناریوها ارائه دهند. گردآوری این نظرات توسط رهبر گروه صورت گرفت. بر اساس تقاطع دو پیشران اصلی، چهار سناریوی متمایز تدوین شد. سناریوهای مرتبط با آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی در شکل شماره یک نمایش داده شده‌اند. در ادامه، شرح تفصیلی هر یک از این سناریوها ارائه شده است. سناریوهای پژوهش عبارت بودند از: شکوفایی مالی انرژی، تاب‌آوری در تنگنا، فرصت‌های بر باد رفته و بن‌بست مالی انرژی. هر سناریو بر اساس مولفه‌هایی چون ذی‌نفعان، سیاست‌ها، راهبردها و پیامدها توسعه یافت. سناریوی شکوفایی مالی بیانگر بهترین سناریو و سناریوی بن‌بست مالی انرژی نشانگر بدترین سناریو بود.



شکل ۱. سناریوهای آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی

الف) سناریوی شکوفایی مالی انرژی: در این چشم‌انداز، زنجیره تأمین انرژی از درجه بالایی از تاب‌آوری برخوردار بوده و ابزارهای مالی نوین به‌طور گسترده، پیشرفته و متنوع در فرآیندهای تأمین مالی به کار گرفته شده‌اند. هماهنگی میان سیاست‌گذاران، نهادهای مالی، شرکت‌های فعال در حوزه انرژی و فناوران باعث شکل‌گیری زیرساختی منسجم و پایدار در تأمین مالی زنجیره‌ای شده است. در این فضا، سرمایه‌گذاران داخلی و بین‌المللی با اطمینان بیشتری وارد طرح‌های انرژی می‌شوند، و فناوری‌هایی نظیر بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند و پلتفرم‌های مالی نوین به‌طور فراگیر استفاده می‌گردند. در نتیجه، همکاری مؤثر میان بازیگران کلیدی زنجیره تأمین و نهادهای مالی برقرار شده است. در این وضعیت، بازیگران اصلی مانند شرکت‌های تولید و توزیع انرژی، نهادهای ناظر، بانک‌ها، شرکت‌های فین‌تک و سرمایه‌گذاران خارجی، بیشترین بهره را از این هم‌افزایی خواهند برد. پیامدهای این سناریو شامل توسعه پایدار شبکه انرژی، رشد اقتصاد مبتنی بر فناوری‌های نو و افزایش جایگاه رقابتی ایران در عرصه انرژی منطقه‌ای است. راهبردهای پیشنهادی نیز شامل تثبیت چارچوب‌های قانونی نوین، ارتقای مهارت‌های انسانی تخصصی و افزایش شفافیت ساختاری در نظام مالی است.

ب) سناریوی تاب‌آوری در تنگنا: در این سناریو، زنجیره تأمین انرژی از سطح قابل قبولی از استحکام و تاب‌آوری برخوردار است و توان مقابله با اختلالات و بحران‌ها را دارد؛ با این حال، ابزارهای مالی نوین به دلایلی نظیر ضعف در زیرساخت‌های حقوقی، مقاومت نظام بانکی سنتی و نبود دانش تخصصی در حوزه مالی نوآورانه، توسعه نیافته‌اند. در چنین شرایطی، اگرچه عملکرد عملیاتی بخش انرژی پایدار باقی می‌ماند، اما به دلیل نبود ابزارهای تأمین مالی پیشرفته، روند رشد و بهره‌وری با کندی همراه است. بازیگران اصلی در این وضعیت شامل دولت، شرکت‌های بزرگ فعال در صنعت انرژی، بانک‌های سنتی و نهادهای سیاست‌گذار هستند که همچنان نقش غالب را در تأمین مالی ایفا می‌کنند. اما به دلیل محدود بودن گزینه‌های تأمین مالی، اتکا به منابع عمومی و روش‌های سنتی افزایش می‌یابد. پیامد این وضعیت، کاهش تدریجی پایداری مالی، فرسایش ظرفیت‌های توسعه‌ای و تضعیف مزیت رقابتی کشور در عرصه انرژی است. در این شرایط، راهبردهای پیشنهادی شامل ایجاد تدریجی نهادهای تخصصی مالی، طراحی مشوق‌های مالیاتی برای جذب

سرمایه و اصلاح چارچوب‌های قانونی جهت تسهیل کاربرد ابزارهای مالی نوین خواهد بود.

ج) سناریوی فرصت‌های بر باد رفته: در این وضعیت، ابزارهای مالی نوین با تنوع و گستردگی قابل توجهی در دسترس هستند و نوآوری‌های مالی در حال رشد و گسترش‌اند؛ اما زنجیره تأمین انرژی به دلیل مشکلات ساختاری، ضعف هماهنگی و نارسایی‌های مدیریتی از تاب‌آوری لازم برخوردار نیست. این عدم هم‌راستایی باعث می‌شود منابع مالی نوآورانه به‌درستی جذب نشده و به بهره‌برداری مؤثر نرسند. در چنین سناریویی، استارت‌آپ‌های حوزه فین‌تک، شرکت‌های فناوری و سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر نقش فعالی در سیستم مالی ایفا می‌کنند، اما به دلیل نبود زیرساخت‌های اجرایی منسجم، پروژه‌ها با مشکلاتی نظیر شکست در اجرا، اتلاف منابع و تأخیرهای زمانی مواجه می‌شوند. پیامد اصلی این سناریو، ناتوانی در تبدیل ظرفیت مالی به نتایج عملیاتی، بی‌اعتمادی سرمایه‌گذاران و ایجاد شکاف عمیق بین نظام مالی و عملکرد زنجیره تأمین است. راهبرد مناسب برای این شرایط، بازآرایی ساختارهای اجرایی زنجیره، ارتقاء توان مدیریتی و استقرار نظام‌های نظارت و ارزیابی مستمر عملکردی خواهد بود.

د) سناریوی بن‌بست مالی انرژی: در این سناریوی بحرانی، زنجیره تأمین انرژی به شدت آسیب‌پذیر، ناکارآمد و فاقد انسجام است و در عین حال، ابزارهای مالی نوین یا به مرحله توسعه نرسیده‌اند یا در حدی محدود و غیرقابل استفاده باقی مانده‌اند. تحریم‌های اقتصادی، بی‌ثباتی‌های کلان اقتصادی، ضعف نهادهای حاکمیتی و فقدان زیرساخت‌های فناورانه موجب انسداد جدی در مسیرهای تأمین مالی شده‌اند، به‌طوری‌که عملکرد نظام تأمین انرژی عملاً فلج شده است. در این شرایط، دولت و نهادهای عمومی ناچارند بار اصلی تأمین مالی پروژه‌های انرژی را بر دوش بکشند، اما به دلیل کمبود منابع و فشارهای مالی فزاینده، بسیاری از پروژه‌ها یا متوقف شده‌اند یا با تأخیرهای طولانی روبه‌رو هستند. پیامدهای این وضعیت شامل کاهش چشمگیر سرمایه‌گذاری، اختلال در تأمین پایدار انرژی، افزایش آسیب‌پذیری‌های زیست‌محیطی و تهدید جدی برای امنیت انرژی کشور خواهد بود. راهبردهای پیشنهادی برای برون‌رفت از این وضعیت شامل اجرای اصلاحات عمیق در قوانین و مقررات مالی، تقویت و حمایت از ایجاد نهادهای مالی مستقل،

بهره‌گیری هدفمند از منابع مالی دولتی و بین‌المللی و بازسازی ساختارهای نهادی با هدف ارتقاء تاب‌آوری سیستم انرژی است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که از میان مجموعه پیشران‌های شناسایی‌شده در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای بخش انرژی، دو عامل «تاب‌آوری زنجیره تأمین» و «توسعه ابزارهای مالی نوین» بیشترین اهمیت و تأثیرگذاری را دارند. این نتیجه بیانگر آن است که آینده این حوزه، بیش از هر چیز به توانایی سیستم در مواجهه با شوک‌های محیطی و نیز میزان نوآوری در ابزارها و سازوکارهای مالی وابسته است. به عبارت دیگر، بدون تقویت هم‌زمان ظرفیت‌های نهادی و ابزارهای نوین تأمین مالی، دستیابی به یک نظام پایدار و کارآمد در این بخش با چالش جدی مواجه خواهد بود.

سناریوهای تدوین‌شده نیز چهار مسیر متمایز برای آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ترسیم کردند. در این میان، سناریوی «شکوفایی مالی انرژی» نشان‌دهنده شرایطی است که در آن، اصلاحات نهادی، توسعه ابزارهای مالی، افزایش شفافیت و تعامل مؤثر میان ذی‌نفعان منجر به شکل‌گیری یک نظام تأمین مالی پویا و کارآمد می‌شود. در مقابل، سناریوی «بن‌بست مالی انرژی» بازتابی از تداوم مشکلات ساختاری، ضعف در نوآوری مالی، محدودیت منابع و ناکارآمدی سیاست‌گذاری‌هاست که می‌تواند به کاهش سرمایه‌گذاری و افزایش آسیب‌پذیری زنجیره تأمین انرژی منجر شود. دو سناریوی میانی نیز بیانگر وضعیت‌هایی هستند که در آن‌ها بخشی از اصلاحات محقق شده، اما همچنان موانع قابل توجهی بر سر راه توسعه پایدار وجود دارد.

اگرچه در بسیاری از مطالعات سناریونگاری، یک سناریو به‌عنوان سناریوی محتمل انتخاب و مبنای ارائه پیشنهادها قرار می‌گیرد، در این پژوهش چنین رویکردی اتخاذ نشده است. دلیل این امر آن است که هدف تحقیق، تمرکز بر مرحله شناسایی پیشران‌های کلیدی و تدوین طیفی از سناریوهای ممکن بوده و تعیین سناریوی محتمل به دلیل ماهیت پویای محیط کلان اقتصاد انرژی ایران و سطح بالای عدم قطعیت، می‌تواند با خطای قابل توجهی همراه باشد. از سوی دیگر، این پژوهش در ارائه پیشنهادها، از رویکردی محافظه‌کارانه و

مبتنی بر بدبینانه‌ترین حالت (رویکرد موسوم به شوپنهاوری) بهره گرفته است؛ بدین معنا که سناریوی «بن‌بست مالی انرژی» به‌عنوان مبنای تحلیل سیاستی قرار داده شده تا با تمرکز بر شرایط بحرانی، دامنه‌ای جامع‌تر از راهکارها ارائه گردد. این رویکرد امکان افزایش سطح آمادگی، تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری نظام تأمین مالی را در مواجهه با عدم قطعیت‌ها فراهم می‌سازد و در مقایسه با تمرکز صرف بر سناریوی محتمل، از قدرت سیاستی و کاربردی بالاتری برخوردار است.

تحلیل مقایسه‌ای این سناریوها نشان می‌دهد که حرکت به سمت سناریوی مطلوب، مستلزم اتخاذ رویکردی جامع و هماهنگ در سطح سیاست‌گذاری و اجراست. در این راستا، بازنگری در چارچوب‌های قانونی و مقرراتی، ایجاد بسترهای شفاف و قابل پیش‌بینی برای سرمایه‌گذاران، و تقویت نظام‌های نظارتی، از جمله اقدامات کلیدی برای بهبود محیط تأمین مالی به شمار می‌روند. همچنین، توسعه نهادهای مالی تخصصی در حوزه انرژی و طراحی ابزارهای متنوع تأمین مالی، نظیر اوراق پروژه، تأمین مالی جمعی و قراردادهای هوشمند، می‌تواند به کاهش وابستگی به روش‌های سنتی و افزایش کارایی تخصیص منابع کمک کند.

علاوه بر این، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مالی و دیجیتال، از جمله راهکارهای مبتنی بر فین‌تک و بلاک‌چین، می‌تواند نقش مهمی در ارتقاء شفافیت، کاهش هزینه‌های مبادله و افزایش اعتماد در نظام تأمین مالی ایفا نماید. در کنار ظرفیت‌های داخلی، استفاده هدفمند از منابع مالی بین‌المللی و توسعه همکاری با نهادهای مالی خارجی نیز، در صورت فراهم بودن بسترهای مناسب، می‌تواند به تأمین منابع مورد نیاز پروژه‌های انرژی کمک کند. تحقق این اهداف، مستلزم تقویت هماهنگی میان ذی‌نفعان مختلف شامل دولت، بخش خصوصی، نهادهای مالی و فعالان فناوری است.

از منظر علمی، این پژوهش با شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های کلیدی و طراحی سناریوهای آینده، چارچوبی منسجم برای تحلیل آینده تأمین مالی زنجیره‌ای در بخش انرژی ارائه می‌دهد که می‌تواند مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی قرار گیرد.

همچنین، به کارگیری ترکیبی از روش‌های دلفی فازی و واسپاس فازی، به افزایش دقت و اعتبار نتایج کمک کرده است.

با این حال، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی نیز مواجه است. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به اتکاء نسبی به قضاوت خبرگان، محدودیت در تنوع نمونه خبرگان و تمرکز بر شرایط خاص اقتصاد ایران اشاره کرد که تعمیم‌پذیری نتایج را با احتیاط همراه می‌سازد. همچنین، ماهیت پویای برخی پیشران‌ها، به‌ویژه متغیرهای کلان اقتصادی و سیاسی، ضرورت به‌روزرسانی مستمر سناریوها را برجسته می‌سازد.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با گسترش دامنه خبرگان، انجام مطالعات تطبیقی در سایر کشورها یا صنایع، و بهره‌گیری از روش‌های داده‌محور و شبیه‌سازی، به ارتقاء دقت تحلیل‌ها و کاهش سوگیری‌های ذهنی کمک نمایند. این رویکردها می‌توانند به توسعه ادبیات آینده‌پژوهی در حوزه تأمین مالی زنجیره‌ای و ارائه راهکارهای عملیاتی‌تر برای سیاست‌گذاران منجر شوند.

تعارض منافع

نویسندگان فاقد هرگونه تعارض منافع می‌باشند.

سپاسگزاری

این پژوهش حاصل تلاش فردی و بهره‌مندی از حمایت‌های معنوی اساتید و خبرگان بوده است. بدین‌وسیله از تمامی اساتید راهنما و مشاور که با دانش و تجربه ارزشمند خود مسیر این تحقیق را هموار ساختند، صمیمانه قدردانی می‌گردد. همچنین از تمامی خبرگان و متخصصان حوزه تأمین مالی، انرژی و آینده‌پژوهی که با مشارکت در مصاحبه‌ها و پنل‌های تخصصی، داده‌های ارزشمندی را در اختیار پژوهش قرار دادند، سپاسگزاری می‌شود.

ORCID

Reza Asadi AsadAbadi		http://orcid.org/0009-0008-1315-6326
Mojgan Safa		https://orcid.org/0000-0002-7245-8753
SeyyedAbbas Borhani		https://orcid.org/0000-0002-6790-3410
Hosein Badiee		http://orcid.org/0000-0002-0190-2837

منابع

- آئین، سهیل، و نوری، مهدی. (۱۴۰۳). ارائه مدل مفهومی و عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی تأمین مالی زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در اقتصاد ایران. *نشریه پژوهش‌های پولی - بانکی*، ۱۷ (۶۲)، ۵۹۵-۵۶۵. <https://jmbr.mbri.ac.ir/article-1-2166-fa.html>
- بانک توسعه صادرات ایران. (۱۴۰۳). *گزارش سالانه بانک توسعه صادرات ایران*. تهران: بانک توسعه صادرات ایران.
- بت‌شکن، محمدهاشم. (۱۴۰۱). تأثیر تأمین مالی زنجیره تأمین و توسعه مالی بر سودآوری شرکت‌های املاک و مستغلات پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس ایران. *مجله راهبرد مدیریت مالی*، ۱۰ (۲)، ۴۶-۲۹. <https://doi.org/10.22051/jfm.2022.35910.2542>
- درجاتی، الهام، جباری، حسین، فرزین‌فر، علی‌اکبر، و قدرتی، حسن. (۱۴۰۳). واکاوی ادبیات تأمین مالی زنجیره تأمین در شرکت‌های کوچک و متوسط: رویکرد فراترکیب. *مجله حسابداری مدیریت*، ۱۷ (۶۱)، ۹۷-۱۱۴.
- رهدار، محبعلی، و اصغریان، محمدرضا. (۱۴۰۲). کاربرد اینترنت اشیا و بلاک‌چین جهت شفاف‌سازی اطلاعات در تأمین مالی زنجیره تأمین کسب‌وکارها. *نشریه پژوهش‌های کارآفرینی*، ۲ (۴)، ۵۴-۳۳. <https://doi.org/10.22034/jer.2023.2007862.1049>
- زرگر، بتول، جهانگیرنیا، حسین، امامی‌مبیدی، علی، و صفا، مژگان. (۱۴۰۱). پایش چالش تأمین مالی صنعت فتولتائیک با الگوریتم شبکه عصبی. *پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، ۸ (۱)، ۶۰-۸۳.
- سمیعی، حسینعلی، مهربان، احمد، اشرفی، مجید، و خامکی، علی. (۱۴۰۲). شناسایی منافع و مخارج مالی زنجیره تأمین پایدار در شرایط عدم قطعیت در شرکت‌های تولیدی. *نشریه ارزش‌آفرینی*، ۳ (۳)، ۴۱-۶۴. <https://doi.org/10.22034/jer.2023.2007862.1049>

- شکيبايي، سعيد، مديري، محمود، فتحي هفشجاني، كيامرث، و والمحمدي امامچائي، چنگيز. (۱۴۰۲). طراحی مدل تأمین مالی پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر برای توسعه اقتصادی پایدار با رویکرد معادلات تفسیری-ساختاری جامع. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۹ (۷۶)، ۱۵۷-۱۹۷.
- شيخ‌بهایی، آريتا، دائي کریم‌زاده، سعيد، و قبادي، سارا. (۱۴۰۱). ارتباط متقابل انرژی‌های پاک، توسعه سرمایه‌های داخلی و خارجی، رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست در منتخبی از کشورهای در حال توسعه با رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۰ (۴۰)، ۳۷-۱۱. 10.22054/jiee.2021.58918.1827
- شیرمردی احمدآباد، حسین. (۱۳۹۸). اوراق جعاله، ابزاری مناسب برای تأمین مالی صنعت نفت و گاز. *مطالعات اقتصاد اسلامی*، ۱۱ (۲)، ۲۴۸-۲۱۷. 10.30497/ies.2019.2364
- صنوبر، ناصر، و وردست، مسعود. (۱۳۹۳). سرمایه‌گذاری سبز. *اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری*، ۶ (۲۲)، ۱۰۰.
- فراحتی، محبوبه، سلیمی، لیلا، و قلی‌زاده ارات بنی، مهدی. (۱۴۰۳). روش‌های تأمین مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۳ (۵۰)، ۷۶-۱۰۲. 10.22054/jiee.2024.76012.2042۴۹
- قائم‌مقام فراهانی، کتابون، و حوری جعفری، حامد. (۱۳۹۸). تحلیل حقوقی قراردادهای خدمات انرژی در چارچوب سرمایه‌گذاری خارجی. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۵ (۶۱)، ۱۲۵-۱۵۵.
- کاشانی‌پور، محمد، موسویان، عباس، و کوچکی، احمد. (۱۳۹۸). طراحی ابزار تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی در ساختمان‌های مسکونی از طریق بازار سرمایه با استفاده از روش تحلیل مضمون. *فصلنامه مهندسی و مدیریت انرژی*، ۹ (۴)، ۵۹-۴۶.
- کسنوی، شادی، و باقری، محمود. (۱۴۰۱). تأمین مالی پروژه‌محور در تولید برق تجدیدپذیر: تعامل الزامات قراردادی و قانونی در زنجیره قراردادی. *مطالعات حقوق انرژی*، ۲ (۷)، ۴۱۹-۳۹۹. 10.22059/jrels.2022.318263.419
- هادی دولابی، نسترن، و رستگار، محمدعلی. (۱۴۰۲). تأمین مالی زنجیره تأمین، راهکاری نوین برای بهبود سرمایه در گردش در زنجیره تأمین. *نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید*، ۱۰ (۲۱)، ۹۱-۷۱.

References

- Adhim, D., & Mulyono, N. (2023). Supply chain financing system factors, solutions, and benefits: A systematic literature review. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 16(2), 242-253.
- Aeen, S., & Nouri, M. (2025). Presenting a conceptual model and factors influencing the implementation of blockchain-based supply chain

- finance. *Journal of Monetary and Banking Research*, 17(62), 565-595. 10.61186/jmbr.17.62.565 (In Persian)
- Agarwal, N., Modgil, S., & Gupta, S. (2024). ESG and supply chain finance to manage risk among value chains. *Journal of Cleaner Production*, 143373.
- Alimoradzadeh, R., Jahangiri, K., & Alimoradzadeh, R. (2025). Foresight older adults' quality of life in the aging crisis in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology*, 200, 112671.
- Asadabad, R. A., Borhani, S. A., Safa, M., & Badiei, H. (2024). Identifying and prioritizing factors affecting supply chain financing in the energy sector. *Management Strategies and Engineering Sciences*, 6(3), 103-112.
- Asante Boakye, E., Zhao, H., Kwame Ahia, B. N., & Adu-Damoah, M. (2025). Modeling the adoption enablers of blockchain technology-based supply chain financing: An integrative dual DOI-TOE analysis. *Journal of the International Council for Small Business*, 1-22.
- Ashtiani, S. M., Adeli, O. A., Pourfakharan, M., & Maleki, M. H. (2024). Futures study of smart contracts in the banking industry. *Management Strategies and Engineering Sciences*, 6(1), 43-54.
- Bae, S. H., Saberi, S., Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2025). Examining blockchain's role in supply chain finance structure and governance. *International Review of Financial Analysis*, 103955.
- Baid, V., & Jayaraman, V. (2022). Amplifying and promoting the “S” in ESG investing: The case for social responsibility in supply chain financing. *Managerial Finance*, 48(8), 1279-1297.
- Bonzani, A., Moretto, A., & Caniato, F. (2018). Costs and benefits of supply chain finance solutions: Is it always worth it? In *The supply chain finance essential knowledge series* (pp. 1-32). *Supply Chain Finance Community*.
- Botshekan, M. H. (2022). Supply chain finance and financial development impact on profitability of listed real estate firms in Tehran Stock Exchange and Iran Farabourse. *Journal of Financial Management Strategy*, 10(2), 29-46. <https://doi.org/10.22051/jfm.2022.35910.2542> (In Persian)
- Carayannis, E. G., Dumitrescu, R., Falkowski, T., Papamichail, G., & Zota, N. R. (2025). Enhancing SME resilience through artificial intelligence

and strategic foresight: A framework for sustainable competitiveness. *Technology in Society*, 102835.

Chai, L., Zong, L., & Lai, K. H. (2026). How does supply chain finance impact supply chain resilience—based on three levels of supply and demand decision making. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 208, 104686.

Chen, L. (2026). Tokenization-enabled sustainable deep-tier supply chain finance. *International Journal of Production Research*, 1–23.

Chen, X., Liu, C., & Li, S. (2019). The role of supply chain finance in improving the competitive advantage of online retailing enterprises. *Electronic Commerce Research and Applications*, 33, 100821.

Darajati, E., Jabbari, H., Farzinfar, A. A., & Ghodrati, H. (2024). A systematic review of the supply chain finance literature in small and medium-sized enterprises: A meta-synthesis approach. *Management Accounting Journal*, 17(61), 97–114. (In Persian)

Faiella, A., & Corazza, G. E. (2025). Cognitive mechanisms in foresight: A bridge between psychology and futures studies. *Futures*, 166, 103547.

Farahati, M., Salimi, L., & Gholizadeh Eratbeni, M. (2024). Financing methods and consumption of renewable energies in developing countries. *Iranian Energy Economics*, 13(50), 49–76. 10.22054/jiee.2024.76012.2042 (In Persian)

Gelsomino, L. M., Olde Riekerink, K., Medina, E., & Bortolotti, T. (2025). The (un) sustainable mix: supply chain finance, sustainability ratings and liquidity. *European Business Review*, 37(1), 1–15.

Ghaemmaghami Farahani, K., & Houri Jafari, H. (2019). Legal analysis of energy service contracts within the framework of foreign investment. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, 15(61), 125–155. (In Persian)

Ghanavati, E., Maleki, M. H., Pourfakharan, M. R., & Safa, M. (2024). Futurology of Iran's mining industries with a focus on circular economy. *Management Strategies and Engineering Sciences*, 6(3), 91–102.

Gong, B., Xu, S., Xu, Z., & Cheng, C. (2026). Digital supply chain finance, government-business relationship and ESG performance: Evidence from the ZARFS platform in China. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 100754.

- Guo, X., Xia, W., Feng, T., Tan, J., & Xian, F. (2024). Blockchain technology adoption and sustainable supply chain finance: The perspective of information processing theory. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(4), 3614-3632.
- Hadi Dolabi, N., & Rastgar, M. A. (2023). Supply chain finance: A novel solution for improving working capital in the supply chain. *Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems*, 10(21), 71–91. (In Persian)
- Hou, L., Bi, G., & Guo, Q. (2025). An improved sparrow search algorithm optimized LightGBM approach for credit risk prediction of SMEs in supply chain finance. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 454, 116197.
- Hovorka, D. S., & Mueller, B. (2025). Speculative foresight: A foray beyond digital transformation. *Information Systems Journal*, 35(1), 140–162.
- Judijanto, L., Utami, E. Y., & Harsono, I. (2024). Green supply chain finance: A bibliometric review of financing instruments, challenges, and opportunities. *West Science Interdisciplinary Studies*, 2(03), 647–655.
- Kashanipour, M., Mosavian, A., & Kocheki, A. (2023). Designing capital market financial instrument for energy efficiency projects in residential buildings using thematic analysis. *Energy Engineering and Management*, 9(4), 46-59. 10.22052/9.4.3 (In Persian)
- Kasnavi, S., & Bagheri, M. (2022). Project finance for renewable energy: The interaction of regulatory and contractual requirements. *Journal of Researches Energy Law Studies*, 7(2), 395-416. 10.22059/jrels.2022.318263.419 (In Persian)
- Ködding, P., Jahn, M., Koldewey, C., & Dumitrescu, R. (2025). Challenges for scenario-based foresight and potential for digital technologies: Insights from practice. In *New Digital Work II: Digital Sovereignty of Companies and Organizations* (pp. 93–108). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Kong, L., Zheng, G., & Brintrup, A. (2024). A federated machine learning approach for order-level risk prediction in supply chain financing. *International Journal of Production Economics*, 268, 109095.
- Lai, Z., Lou, G., Ma, H., Chung, S. H., Wen, X., & Fan, T. (2022). Optimal green supply chain financing strategy: Internal collaborative financing and external investments. *International Journal of Production Economics*, 253, 108598.

- Lee, C. C., & Xiao, Z. (2024). Does supply chain finance improve the corporate investment efficiency of new energy firms? Evidence from China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 60(6), 1130–1147.
- Lee, C. C., Qi, T., & Lee, C. C. (2025). Reaping digital dividends: The impact of supply chain finance on corporate technological innovation in China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 61(1), 256–272.
- Li, M., & Lin, B. (2026). Corporate business expansion and inefficient investment—understanding the barriers in clean energy supply chain. *Annals of Operations Research*, 1–28.
- Lu, Q., Cui, S., Jiang, Y., & Wang, Y. (2025). The effect of SMEs' digital supply chain capabilities on supply chain financing performance: An information processing theory perspective. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Lu, Q., Lu, W., Jiang, Y., & Zhang, Q. (2025). Impacts of supply chain finance on supply chain resilience: Empirical evidence from a dynamic capability perspective. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 36(2), 534–552.
- Lu, Q., Qin, W., Yan, R., Zhang, S., & Ma, L. (2025). The effect of SMEs' digitalization on supply chain financing performance: Based on the resource orchestration theory. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(1), 20.
- Lu, Q., Zhou, Y., Luan, Z., & Song, H. (2024). The effect of SMEs' ambidextrous innovations on supply chain financing performance: Balancing effect and moderating effect. *International Journal of Operations & Production Management*, 44(2), 424–461.
- Muneeb, D., Nobanee, H., Kamal, M. M., & Shanti, H. Z. (2025). A bibliometric review of supply chain finance and digitalisation: Mapping, current streams, and future research agenda. *Management Review Quarterly*, 75(1), 43–81.
- Negash, Y. T., Hassan, A. M., Lim, M. K., & Tseng, M. L. (2025). Sustainable supply chain finance enablers under disruption: The causal effect of collaboration value innovation on sustainability performance. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 28(4), 449–473.
- Nnaji, U. O., Benjamin, L. B., Eyo-Udo, N. L., & Etukudoh, E. A. (2024). Advanced risk management models for supply chain finance. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22(2), 612–618.

- Pace, L. A., Bruno, C., & Schwarz, J. O. (2025). Personas in scenario building: Integrating human-centred design methods in foresight. *Futures*, 166, 103539.
- Priebe, M., Veit, S., & Warnke, P. (2025). Understanding foresight-policy interactions: The role of institutionalization. *Futures & Foresight Science*, 7(1), e197.
- Rahdar, M. A., & Asghariyan, M. R. (2024). Application of the internet of things and blockchain to clarify information in the financing of the supply chain of businesses. *Journal of Entrepreneurship Research*, 2(4), 33-54. <https://doi.org/10.22034/jer.2023.2007862.1049> (In Persian)
- Riera, A., Duluins, O., Antier, C., & Baret, P. V. (2025). Which types of quantitative foresight scenarios to frame the future of food systems? A review. *Agricultural Systems*, 225, 104270.
- Rijanto, A. (2021). Blockchain technology adoption in supply chain finance. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 16(7), 3078–3098.
- Samiei, H. A., Mehrabian, A., Ashrafi, M., & Khamaki, A. (2023). Financial benefits and costs, sustainable supply chain, conditions of uncertainty, manufacturing companies. *Journal of Value Creating in Business Management*, 3(3), 41-64. <https://doi.org/10.22034/jer.2023.2007862.1049> (In Persian)
- Sanobar, N., & Verdast, M. (2014). Green investment. *Urban Economics and Planning*, 6(22), 100. (In Persian)
- Shakibaei, S., Modiri, M., Fathi Hafshejani, K., & Valmohammadi Emamchayi, C. (2023). Designing a financing model for renewable energy projects for sustainable economic development using the comprehensive interpretive structural modeling (TISM) approach. *Energy Economics Studies Quarterly*, 19(76), 157–197. (In Persian)
- Sheikhbahaie, A., Daei-Karimzadeh, S., & Ghobadi, S. (2021). The interrelationship of clean energy, development of domestic and foreign capital, economic growth, and environmental quality in a selection of developing countries with the generalized method of moments. *Iranian Energy Economics*, 10(40), 11-37. doi: 10.22054/jiee.2021.58918.1827 (In Persian)
- Shibuya, Y., & Babich, V. (2026). Economics of multitier supply chain financing. *Manufacturing & Service Operations Management*.

- Shirmardi Ahmadabad, H. (2019). Jualah papers, an appropriate instruments in financing oil and gas industry. *Islamic Economics Studies Bi-quarterly Journal*, 11(2), 218-248. doi: 10.30497/ies.2019.2364 (In Persian)
- Slavinskaitė, N., Čižiūnienė, K., & Bundonytė, V. (2025). Assessment of the sustainable supply chain finance factors. *Sustainability*, 17(3), 1002.
- Sun, K., Ooi, K. B., Wei-Han Tan, G., & Lee, V. H. (2025). Small and medium-sized enterprises' path to sustainable supply chains: Exploring the role of supply chain finance and risk management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 30(1), 1-18.
- Tsai, C. H. (2023). Supply chain financing scheme based on blockchain technology from a business application perspective. *Annals of Operations Research*, 320(1), 441–472.
- Wan, P., & Jiang, J. (2026). Energy supply chain financial risk prediction based on GNN and multi-source time series data. *International Journal of Information and Communication Technology*, 27(1), 60–76.
- Wang, D., Zhao, D., & Chen, F. (2023). Research on financing strategy of green energy-efficient supply chain based on blockchain technology. *Energies*, 16(7), 2985.
- Wang, H., Xia, T., Che, Y., Gao, Y., & Maria, J. (2022, June). A digital supply chain financing decision algorithm based on blockchain technology on Jiangxi new energy vehicle industry as an example. In *International Conference on Applications and Techniques in Cyber Intelligence* (pp. 661–667). Cham: Springer International Publishing.
- Wang, Z., Shen, Z., Chew, J., Wang, Y., & Hu, K. (2025). Intelligent construction of a supply chain finance decision support system and financial benefit analysis based on deep reinforcement learning and particle swarm optimization algorithm. *International Journal of Management Science Research*, 8(3), 28-41.
- Wu, B., Chao, K. M., & Li, Y. (2024). Heterogeneous graph neural networks for fraud detection and explanation in supply chain finance. *Information Systems*, 121, 102335.
- Xin, C., Zhu, R., & Guo, F. (2025). Corporate sustainability and supply chain financing: An analysis of environmental, social, and governance (ESG) consistency. *Journal of Environmental Management*, 377, 124688.

- Yang, Z., Yang, X., & Ren, X. (2025). The supply chain financing role of government's stock purchase rescue policy: Stock market stabilization funds and trade credit financing of Chinese listed firms. *Pacific-Basin Finance Journal*, 90, 102650.
- Zaman, S. I., Khan, S. A., & Kusi-Sarpong, S. (2024). Investigating the relationship between supply chain finance and supply chain collaborative factors. *Benchmarking: An International Journal*, 31(6), 1941–1975.
- Zargar, B., Jahangirnia, H., Emami Meybodi, A., & Safa, M. (2022). Monitoring the financing challenges of the photovoltaic industry using a neural network algorithm. *Energy Policy and Planning Research*, 8(1), 60–83. (In Persian)
- Zheng, X., & Chen, Y. (2024). Does supply-chain-finance help to improve the efficiency of outward foreign direct investment? *Finance Research Letters*, 59, 104703.
- Zubairu, N., Al Jabri, L., & Rejeb, A. (2025). A review of hydrogen energy in renewable energy supply chain finance. *Discover Sustainability*, 6(1), 186.

استناد به این مقاله: اسدی اسدآباد، رضا، صفا، مژگان، برهانی، سیدعباس. بدیعی، حسین (۱۴۰۵). آینده‌نگاری تأمین مالی زنجیره‌ای در حوزه انرژی در ایران. *عنوان نشریه (ایتالیک)*، سال (شماره)، ص آغاز-ص پایان.



Name of Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.