

## شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی زنجیره تأمین ناب نوآوری محور با رویکرد ترکیبی دلفی فازی، دیمتل فازی (مطالعه موردی: شرکت پگاه فارس)

علی دهقانی فیل آبادی<sup>۱</sup>، حسین ناهیدتیتکانلو<sup>۲\*</sup>، لیلا نادری<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳. کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

### خلاصه

پژوهش حاضر با هدف شناسایی، تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی پیشران‌های زنجیره تأمین ناب نوآوری محور در صنعت لبنیات ایران انجام شده است. این تحقیق با ماهیت کاربردی، به دنبال ارائه یک چارچوب استراتژیک برای مدیران جهت بهبود همزمان کارایی عملیاتی و قابلیت نوآوری در مواجهه با چالش‌های پیچیده این صنعت است. روش شناسی پژوهش، ترکیبی سه مرحله‌ای شامل دلفی فازی برای غربال‌گری و اعتبارسنجی معیارها، دیمتل فازی برای تحلیل روابط علی و معلولی، و فرآیند تحلیل شبکه فازی برای تعیین وزن نهایی و اولویت‌بندی است. داده‌ها از طریق یک پانل خبرگان متشکل از مدیران ارشد صنعت و اساتید دانشگاهی جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که عوامل مدیریتی (با وزن ۰.۲۴۲) به عنوان تأثیرگذارترین معیار علی، زیربنای اصلی موفقیت در این سیستم است. تحلیل وزن‌های نهایی، این تسلط را در سطح عملیاتی نیز به اثبات رساند؛ به طوری که تعهد و پشتیبانی مدیریت و مدیریت منابع غیرملموس به صورت معنادار، بالاترین اولویت‌های مطلق را به خود اختصاص دادند. این یافته بر نقش محوری رهبری و سرمایه‌گذاری بر دارایی‌های فکری به عنوان فعال‌ترین پیشران‌های تحول تأکید دارد. تحلیل‌های ساختاری نیز مؤید آن بود که عوامل مدیریتی، مدیریت ارتباطات و مدیریت فناوری موتورهای محرک کل سیستم هستند. این پژوهش یک نقشه راه عملی برای مدیران ترسیم می‌کند که براساس آن، تمرکز استراتژیک بر تقویت بنیان‌های مدیریتی، پیش شرط لازم برای ایجاد زیرساخت‌های فناورانه و ارتباطی و در نهایت، ارتقاء قابلیت‌های دانش‌محور و پاسخ‌گویی نوآورانه به بازار است.

### اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۹

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۰۹

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸

(مقاله پژوهشی)

کلمات کلیدی:

زنجیره تأمین ناب

نوآوری

دلفی فازی

دیمتل فازی

فرآیند تحلیل شبکه فازی

شرکت پگاه فارس

### ۱. مقدمه

فزاینده در بازار، فشار مضاعفی را بر بهینه‌سازی فرآیندهای عملیاتی وارد می‌کند [۱]، [۲]. در چنین محیطی، سازمان‌ها برای بقا و رشد ناگزیر به پیگیری همزمان دو هدف استراتژیک هستند: افزایش کارایی عملیاتی از طریق حذف اتلاف‌ها و کاهش هزینه‌ها، و تقویت توان رقابتی از طریق نوآوری مستمر در محصول، فرآیند و مدل کسب و کار. در پاسخ به این چالش‌ها، دواپارادایم مدیریتی برجسته مطرح

صنعت لبنیات به عنوان یکی از ارکان کلیدی امنیت غذایی و زنجیره ارزش اقتصادی در ایران، با مجموعه‌ای از چالش‌های پیچیده در سیستم‌های تولید و توزیع خود مواجه است. ویژگی‌های ذاتی این صنعت، از جمله فسادپذیری بالای مواد اولیه و محصولات نهایی، ضرورت مدیریت دقیق زنجیره سرد، نوسانات در عرضه شیر خام و رقابت

\* نویسنده مسئول: حسین ناهیدتیتکانلو

تلفن: ۰۹۱۲۵۵۷۸۹۷۳؛ پست الکترونیکی: [Hossein\\_Nahid@pnu.ac.ir](mailto:Hossein_Nahid@pnu.ac.ir)

درنهایت، نتایج در بخش بحث و نتیجه‌گیری تفسیر شده و پیشنهادهایی برای مدیران و پژوهشگران آتی ارائه می‌گردد.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش، ابتدا مبانی نظری حاکم بر زنجیره تأمین ناب و نوآوری تشریح می‌شود. سپس، با بررسی تعامل میان این دو پارادایم، چارچوب مفهومی پژوهش که مبنای شناسایی ابعاد کلیدی است، ارائه می‌گردد. در ادامه، مروری بر پژوهش‌های تجربی پیشین در سه حوزه موضوعی صورت گرفته و درنهایت، شکاف پژوهشی و جایگاه تحقیق حاضر تبیین می‌شود.

### ۲-۱. پارادایم زنجیره تأمین ناب<sup>۴</sup>

زنجیره تأمین به شبکه‌ای یکپارچه از سازمان‌ها، افراد، فعالیت‌ها، اطلاعات و منابع اطلاق می‌شود که در انتقال محصول یا خدمت از تأمین‌کننده به مشتری نهایی مشارکت می‌کنند [۵]. مدیریت زنجیره تأمین فراتر از یک عملکرد لجستیکی، به‌عنوان یک قابلیت استراتژیک برای خلق مزیت رقابتی پایدار شناخته می‌شود که بر یکپارچه‌سازی فرایندها با هدف بهینه‌سازی عملکرد کلی، کاهش هزینه‌ها و ارتقای رضایت مشتری تمرکز دارد [۲، ۶].

در این میان، مفهوم ناب، فلسفه‌ای مدیریتی است که بر شناسایی و حذف سیستماتیک اتلاف‌ها در تمامی فرایندهای سازمانی تأکید می‌کند [۷]. اتلاف‌های کلاسیک شامل تولید بیش از حد، موجودی اضافی، زمان انتظار، حمل‌ونقل غیرضروری، پردازش مازاد، حرکات زائد و تولید محصولات معیوب است. انتقال این فلسفه از سطح کارخانه به کل شبکه ارزش، منجر به ظهور پارادایم زنجیره تأمین ناب شده است. هدف اصلی زنجیره تأمین ناب ایجاد یک جریان ارزش پیوسته، روان و بدون وقفه از تأمین‌کنندگان اولیه تا مشتری نهایی، با حداقل اتلاف منابع و حداکثر ارزش‌آفرینی برای مشتری است [۸]. پیاده‌سازی موفق اصول ناب در زنجیره تأمین می‌تواند به بهبود چشم‌گیری در شاخص‌های عملکردی مانند کاهش زمان سیکل، بهینه‌سازی سطح موجودی، افزایش بهره‌وری و انعطاف‌پذیری منجر شود [۷].

### ۲-۲. نوآوری در زنجیره تأمین

همزمان با تلاش برای ارتقای کارایی، نوآوری به‌عنوان فرآیند خلق و پیاده‌سازی ایده‌های جدید و ارزش‌آفرین، نقشی حیاتی در تقویت رقابت‌پذیری ایفا می‌کند [۹]. نوآوری محدود به محصول نیست و ابعاد مختلفی از جمله فرآیند، تکنولوژی و مدل کسب‌وکار را دربر می‌گیرد. در زمینه زنجیره تأمین، نوآوری می‌تواند شامل توسعه الگوهای جدید همکاری با شرکا، به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته برای بهبود شفافیت و یکپارچگی (مانند بلاک‌چین یا اینترنت اشیا)، و بازطراحی فرایندهای لجستیکی برای پاسخ‌گویی سریع‌تر به بازار باشد. تأکید بر توسعه محصول جدید به‌عنوان یکی از محورهای کلیدی رشد، مستلزم برخورداری از زنجیره تأمینی نوآور و منعطف است که بتواند از مرحله

شده‌اند: زنجیره تأمین ناب<sup>۱</sup> و نوآوری. رویکرد ناب، با ریشه در سیستم تولید تویوتا، بر شناسایی و حذف سیستماتیک اتلاف‌ها<sup>۲</sup> در سراسر زنجیره ارزش تمرکز دارد تا جریان کار را بهینه کرده و بهره‌وری را به حداکثر برساند [۳]. در مقابل، نوآوری به‌عنوان موتور محرک رشد، بر خلق و پیاده‌سازی ایده‌های جدید برای پاسخ‌گویی به نیازهای متغیر بازار و ایجاد مزیت رقابتی پایدار تأکید می‌کند [۴]. با این حال، در نگاه نخست، یک تضاد ذاتی میان این دو رویکرد به‌نظر می‌رسد؛ ناب‌سازی به‌دنبال ثبات، استانداردسازی و کاهش انحرافات است، در حالی که نوآوری ذاتاً با عدم قطعیت، ریسک و تغییر همراه است. مدیریت این تضاد ظاهری و ایجاد هم‌افزایی میان این دو، یکی از مسائل پیش‌روی مدیران سیستم‌های تولید مدرن است [۴].

با وجود پژوهش‌های متعدد که به بررسی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین ناب یا نقش نوآوری در عملکرد زنجیره تأمین به‌صورت مجزا پرداخته‌اند، یک شکاف پژوهشی مشخص در زمینه تلفیق این دو پارادایم وجود دارد. به‌طور خاص، ادبیات موجود فاقد یک چارچوب ساختاری یکپارچه است که عوامل کلیدی یک زنجیره تأمین ناب نوآور را شناسایی کرده و مهم‌تر از آن، روابط علی و معلولی و برهم‌کنش‌های میان این عوامل را تحلیل نماید. این شکاف در صنایعی با پیچیدگی بالا مانند صنعت لبنیات که نیازمند تعادل ظریف بین کارایی و انعطاف‌پذیری هستند، برجسته‌تر است. نوآوری اصلی این پژوهش در دو جنبه نهفته است: (الف) نوآوری مفهومی: ارائه و آزمون یک چارچوب تلفیقی برای دو مفهوم زنجیره تأمین ناب و نوآوری در بستر صنعت لبنیات ایران؛ و (ب) نوآوری روش‌شناختی: استفاده از یک رویکرد ترکیبی قدرتمند سه مرحله‌ای (دلفی فازی، دیمتل فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای<sup>۳</sup> فازی) برای شناسایی، تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی این عوامل که درک عمیق‌تری از دینامیک‌های سیستمی ارائه می‌دهد.

این پژوهش با مطالعه موردی شرکت لبنی پگاه فارس، به‌عنوان یکی از بازیگران اصلی این صنعت در ایران، به‌دنبال پاسخ‌گویی به سؤالات اساسی زیر است:

مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر یک زنجیره تأمین ناب نوآور در صنعت لبنیات کدامند؟

روابط علی و معلولی و ساختار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان این معیارها چگونه است؟

اولویت و وزن نسبی هر یک از این معیارها برای تخصیص منابع و برنامه‌ریزی استراتژیک چقدر است؟

برای دستیابی به این اهداف، یک روش‌شناسی تحقیق آمیخته با طرح اکتشافی متوالی به‌کار گرفته شده است. در ادامه، ابتدا مبانی نظری و چارچوب مفهومی پژوهش تشریح می‌شود، سپس پیشینه تحقیقات مرتبط مرور می‌گردد. پس از آن، روش‌شناسی تحقیق به تفصیل بیان شده و یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها ارائه می‌شود.

3. Analytical Network Process

4. The Lean Supply Chain Paradigm

1. Lean Supply Chain

2. Muda

می‌کند. زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی ابزارهای حیاتی برای پیاده‌سازی اصول ناب هستند، درحالی‌که فناوری‌های نوین صنعت ۴/۰ (مانند اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی) محرک‌های اصلی نوآوری در محصول و فرآیند محسوب می‌شوند [۱۶]، [۱۷].

- حساسیت به بازار و مشتری: شامل درک نیازهای حال و آینده مشتری و رصد رقبا. این بُعد، نقطه اتصال هردو پارادایم است؛ ارزش از دید مشتری سنگ‌بنای تفکر ناب است و پاسخ به نیازهای بازار موتور محرک نوآوری است [۷]، [۱۸].

## ۲-۵. مرور پژوهش‌های پیشین

### ۲-۵-۱. مطالعات تلفیقی رویکردهای ناب و نوآوری

ادبیات بین‌المللی اخیر به‌طور گسترده بر هم‌افزایی میان رویکردهای ناب، پایدار و نوآورانه متمرکز شده است. آگیابنگ-منساه و همکاران [۱۹] دریافتند که شیوه‌های مدیریتی ناب و اقدامات زیست‌محیطی به‌طور مشترک به ایجاد مزیت رقابتی منجر می‌شوند. وقاص و همکاران [۱۰] در تحقیقی جامع نشان دادند که شیوه‌های ترکیبی ناب، سبز و چابک در زنجیره‌تأمین، تأثیر مثبتی بر نوآوری سبز و عملکرد پایدار شرکت دارند. این ارتباط، با ظهور فناوری‌های نوین تقویت می‌شود؛ دی جیوانی و کاریولا [۲۰] نشان دادند که نوآوری فرآیند که از طریق فناوری‌های صنعت ۴/۰ هدایت می‌شود، تأثیر شیوه‌های ناب را بر عملکرد عملیاتی و زیست‌محیطی تقویت می‌کند. در همین راستا، نیک‌نشان و همکاران [۷] به‌طور مستقیم تأثیر نوآوری ناب بر زنجیره‌تأمین ناب را در صنعت داروسازی بررسی کرده و یک رابطه مثبت و قوی میان این دو یافتند.

### ۲-۵-۲. مطالعات روش‌شناختی

برای ارزیابی استراتژی‌های پیچیده زنجیره‌تأمین، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۲</sup> به‌ویژه در محیط فازی، کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند. تکنیک دیمتل<sup>۴</sup> به‌دلیل توانایی در تحلیل روابط علی و معلولی، ابزاری محبوب است. هسو و همکاران [۲۱] از دیمتل برای مدیریت کربن در انتخاب تأمین‌کننده سبز بهره گرفتند و سینگ و همکاران [۲۱] با همین روش، موانع پیاده‌سازی شیوه‌های ناب-سبز را تحلیل کردند. این رویکردها اغلب با دلفی فازی برای غربال‌گری معیارها ترکیب می‌شوند. جلالی و همکاران [۲۲] در ایران، با ترکیب دلفی فازی و دیمتل فازی، موانع مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار را تحلیل کردند. میدوت-کاوالیاسکینه و همکاران [۱۴] نیز از ترکیب دلفی فازی و دیمتل خاکستری برای ارزیابی شیوه‌های نوآوری ناب در زنجیره‌تأمین دارویی استفاده نمودند. در مطالعات داخلی، صفایی و همکاران [۳] با ترکیب فرآیند تحلیل شبکه‌ای<sup>۵</sup> و دیمتل استراتژی‌های ناب و چابک را ارزیابی کردند و صانعی و سیف برقی [۲۳] از دیمتل فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار بهره بردند.

ایده‌پردازی تا عرضه به بازار را به‌طور کارآمد پشتیبانی نماید [۱۰].

## ۲-۳. هم‌افزایی و تضاد بین زنجیره‌تأمین ناب و نوآوری

در نگاه نخست، تمرکز بر کارایی، استانداردسازی و حذف اتلاف در رویکرد ناب ممکن است با ماهیت انعطاف‌پذیر، اکتشافی و گاه ریسک‌پذیر نوآوری در تضاد به‌نظر برسد. لوئیس [۱۱] در یکی از مطالعات بنیادین این حوزه، ضمن تأیید توانایی تولید ناب در ایجاد مزیت رقابتی، هشدار داد که پایداری سفت و سخت به آن ممکن است انعطاف‌پذیری بلند مدت و ظرفیت نوآوری سازمان را محدود سازد. این تضاد ظاهری، چالش اصلی مدیران در تلفیق این دو پارادایم است.

با این حال، مطالعات جدید نشان می‌دهد که این دو رویکرد می‌توانند در یک تعامل سازنده، یکدیگر را به‌شدت تقویت کنند [۷]. زنجیره‌تأمین ناب از طریق بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش هزینه‌ها، منابع مالی و انسانی لازم برای سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های نوآورانه را آزاد می‌کند. متقابلاً، نوآوری (به‌ویژه در فرآیند و تکنولوژی) می‌تواند به‌شناسایی و حذف هوشمندانه‌تر اتلاف‌ها و ارتقای اصول ناب منجر شود [۷]. دستیابی به این هم‌افزایی نیازمند ایجاد یک زنجیره‌تأمین دوستوان<sup>۱</sup> است؛ سیستمی که قادر است به‌طور همزمان به بهره‌برداری از قابلیت‌های موجود و اکتشاف فرصت‌های جدید بپردازد [۱۲]، [۱۳].

## ۲-۴. چارچوب مفهومی پژوهش و ابعاد کلیدی آن

با توجه به مبانی نظری فوق، این پژوهش یک چارچوب مفهومی را برای شناسایی و ارزیابی عوامل کلیدی مؤثر بر ایجاد یک زنجیره‌تأمین ناب نوآوری-محور ارائه می‌دهد. این چارچوب بر این فرض استوار است که دستیابی به این هدف، نیازمند توسعه همزمان مجموعه‌ای از قابلیت‌های سازمانی است. براساس مرور اولیه ادبیات و مصاحبه با خبرگان، پنج بُعد اصلی به‌عنوان ارکان این چارچوب شناسایی شدند که در ادامه تشریح می‌شوند:

- **عوامل مدیریتی:** شامل تعهد مدیریت ارشد، فرهنگ سازمانی حامی تغییر، و هم‌سویی استراتژیک. این بُعد، زیربنای هرگونه تحول استراتژیک است و بدون حمایت و راهبری مدیریتی، تلاش‌ها برای پیاده‌سازی ناب و نوآوری به موفقیت نخواهد رسید [۷].
- **مدیریت ارتباطات:** شامل یکپارچگی با تأمین‌کنندگان و مشتریان، و اشتراک اطلاعات در سراسر زنجیره. اصول ناب بر روابط نزدیک و بلند مدت با تأمین‌کنندگان تأکید دارد و پارادایم نوآوری باز<sup>۲</sup> نیز بر همکاری‌های شبکه‌ای استوار است [۱۴].
- **مدیریت دانش و یادگیری:** بهبود مستمر (کایزن) به‌عنوان قلب تفکر ناب، یک فرآیند یادگیری سازمانی است و نوآوری نیز اساساً فعالیتی دانش‌محور است. قابلیت‌های مرتبط با خلق، اشتراک‌گذاری، یکپارچه‌سازی و به‌کارگیری دانش برای حل مسائل (ناب‌سازی) و خلق فرصت‌ها (نوآوری) حیاتی هستند [۱۵].
- **مدیریت فناوری:** فناوری به‌عنوان یک توانمندساز کلیدی عمل

4. DEMATEL

5. Analytical Network Process

1. Ambidextrous Supply Chain

2. Open Innovation

3. MCDM

## ۳-۵. مطالعات مرتبط در صنعت لبنیات ایران

صنعت لبنیات به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود-مانند فسادپذیری بالا و رقابت شدید-زمینه تحقیقاتی با پارادایم‌های مختلف بوده است. برای مثال، متولی و همکاران [۲۴] گزینه‌های استراتژیک برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین شرکت کاله را بررسی کردند. عابدینی و همکاران [۲] با رویکرد آینده‌پژوهی، سناریوهای زنجیره تأمین پایدار را شناسایی نمودند و شفیع و همکاران [۱] یک مدل بهینه‌سازی برای طراحی زنجیره تأمین پایدار ارائه دادند. اگرچه ابراهیمی و همکاران [۲۵] با تمرکز بر کاهش ضایعات به یکی از اهداف ناب‌سازی اشاره داشتند، اما رویکردی یکپارچه و استراتژیک برای تلفیق ناب و نوآوری در این صنعت کمتر دیده می‌شود.

## ۳-۶. شکاف پژوهشی و جایگاه تحقیق حاضر

مرور دقیق ادبیات نشان می‌دهد که علی‌رغم پژوهش‌های ارزشمند انجام‌شده، یک شکاف مشخص و چندوجهی وجود دارد:

**شکاف مفهومی:** اغلب مطالعات یا بر ناب‌سازی یا بر نوآوری به صورت مجزا تمرکز کرده‌اند. تحقیقاتی که به تلفیق این دو پرداخته‌اند، کمتر یک چارچوب جامع از عوامل توانمندساز ارائه داده و روابط ساختاری میان آن‌ها را تحلیل کرده‌اند.

**شکاف زمینه‌ای:** تحقیقات مرتبط با ناب‌سازی و نوآوری در ایران، عمدتاً در صناعی غیر از لبنیات انجام شده است. از سوی دیگر، مطالعات انجام شده در صنعت لبنیات ایران، بر مفاهیم پایداری و تاب‌آوری متمرکز بوده‌اند و به پارادایم ناب-نوآور نپرداخته‌اند.

**شکاف روش‌شناختی:** با وجود قدرت مدل‌های ترکیبی MCDM، کاربرد یک مدل سه مرحله‌ای جامع (دلفی فازی ← دیمتل فازی ← ANP فازی) برای شناسایی، تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی عوامل زنجیره تأمین ناب-نوآور در یک بستر واقعی صنعتی، کمتر گزارش شده است.

بنابراین، پژوهش حاضر درصدد است با ارائه یک چارچوب مفهومی مبتنی بر پنج بُعد کلیدی و استفاده از یک مدل ترکیبی قدرتمند، این شکاف‌ها را پرکند. این تحقیق با مطالعه موردی شرکت پگاه فارس، یک نقشه راه عملی برای مدیران صنعت لبنیات ارائه می‌دهد تا بتوانند به صورت همزمان به ارتقای کارایی و قابلیت نوآوری در زنجیره تأمین خود دست یابند.

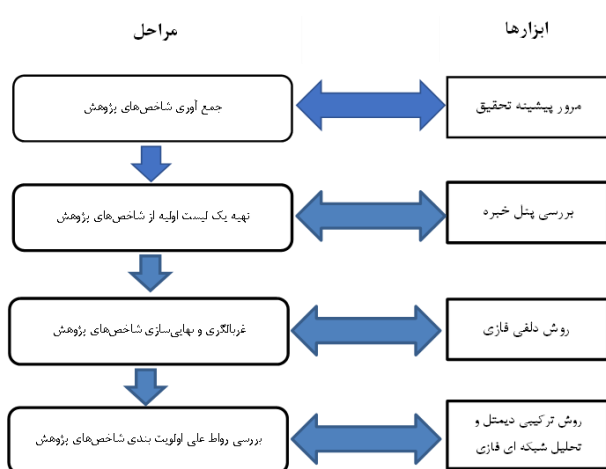
## ۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از منظر هدف، یک تحقیق کاربردی است که به دنبال ارائه یک الگوی عملی برای مدیران صنعت لبنیات جهت بهبود زنجیره تأمین خود می‌باشد. از حیث رویکرد گردآوری و تحلیل داده، این پژوهش مبتنی بر یک روش تحقیق آمیخته با (کیفی-کمی) طرح اکتشافی متوالی است. در این طرح، ابتدا در فاز کیفی، عوامل و معیارهای کلیدی از طریق ادبیات موضوع و نظرات خبرگان شناسایی و غربال‌گری شده و سپس در فاز کمی، با بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روابط ساختاری و اولویت این عوامل تحلیل

می‌گردد.

جامعه آماری پژوهش در بخش کیفی، خبرگان دانشگاهی و صنعتی آشنا با مفاهیم زنجیره تأمین ناب، نوآوری و صنعت لبنیات بودند. نمونه آماری این پژوهش شامل یک پانل خبرگان متشکل از ۲۵ متخصص بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی انتخاب شدند. معیارهای اصلی برای انتخاب این افراد شامل: (الف) حداقل ۱۰ سال سابقه کار اجرایی یا پژوهشی در حوزه مدیریت زنجیره تأمین یا صنعت لبنیات، (ب) داشتن مدرک کارشناسی ارشد یا دکتری در رشته‌های مرتبط (مهندسی صنایع، مدیریت)، و (ج) آشنایی تخصصی با موضوع پژوهش بود.

فرآیند اجرای پژوهش مطابق با مدل مفهومی ارائه شده در شکل (۱)، در چهار گام اصلی و متوالی طراحی و پیاده‌سازی گردید که در ادامه هر گام به تفصیل تشریح می‌شود:



شکل (۱). مراحل و مدل مفهومی پژوهش

## ۳-۱. گام اول: شناسایی اولیه شاخص‌ها از طریق مرور ادبیات

در این گام، یک مرور نظام‌مند بر ادبیات موضوع در پایگاه‌های داده علمی معتبر انجام شد. هدف، استخراج فهرستی جامع از کلیه عوامل، معیارها و شاخص‌هایی بود که در پژوهش‌های پیشین به عنوان عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین ناب [۱۱]، [۱۶]، [۲۱]، [۲۶]، [۲۷]، نوآوری در زنجیره تأمین و یا تلفیق این دو معرفی شده بودند [۴]، [۷]، [۱۰]، [۱۴]، [۲۰]، [۲۹]. خروجی این مرحله، یک بانک اطلاعاتی اولیه شامل ۳۸ شاخص بود که مبنای گام بعدی را تشکیل داد.

## ۳-۲. گام دوم: بومی‌سازی و تدقیق شاخص‌ها از طریق مصاحبه.

به منظور انطباق فهرست اولیه با شرایط خاص صنعت لبنیات ایران و بومی‌سازی مفاهیم، در این گام از مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۵ نفر از خبرگان این صنعت (از مدیران شرکت پگاه فارس) استفاده شد. در این مصاحبه‌ها، هر یک از ۳۸ شاخص به بحث گذاشته شد و از خبرگان خواسته شد تا با توجه به واقعیت‌های صنعت لبنیات (مانند فسادپذیری بالا، اهمیت لجستیک سرد)، میزان ارتباط و شفافیت هر شاخص را ارزیابی کنند.

برای نمونه، در بحث پیرامون شاخص کلی «انعطاف‌پذیری و وجود

هرعامل در مدل فراهم می‌آورد.

#### ۴. مطالعه موردی

جهت انجام مطالعه موردی، شرکت سهامی عام صنایع شیر ایران (پگاه) - واحد تولیدی فارس، به‌عنوان یکی از واحدهای صنعتی محوری در صنعت لبنیات جنوب کشور، انتخاب گردید. این شرکت دارای زنجیره تأمین پیچیده‌ای است که کلیه فرآیندها از تأمین شیر خام تا توزیع محصولات نهایی فسادپذیر را شامل می‌شود.

در این بخش، مراحل اجرایی و نتایج تحلیل‌ها شامل غربال‌گری و نهایی‌سازی معیارها با استفاده از دلفی فازی و همچنین تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی آن‌ها با رویکرد ترکیبی دیمتل-فازی و ANP فازی ارائه می‌گردد.

##### ۴-۱. معرفی پانل خبرگان

به منظور گردآوری داده‌های تخصصی، یک پانل خبرگان متشکل از ۲۵ متخصص با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند تشکیل گردید. پانل خبرگان این پژوهش متشکل از ۲۵ متخصص حوزه صنعت لبنیات و مدیریت زنجیره تأمین بود. ترکیب اعضا نشان‌دهنده سطح بالایی از تخصص و تجربه در موضوع پژوهش است. از نظر جنسیت، ۷۲٪ (۱۸ نفر) مرد و ۲۸٪ (۷ نفر) زن بودند. از نظر سنی، ۴۸٪ از خبرگان بالای ۴۵ سال سن داشتند. از لحاظ تحصیلات، ۵۶٪ (۱۴ نفر) دارای مدرک دکتری و ۴۴٪ (۱۱ نفر) دارای مدرک کارشناسی ارشد بودند. همچنین، ۴۸٪ (۱۲ نفر) بیش از ۲۰ سال سابقه کاری مرتبط داشتند که اعتبار قضاوت‌های تخصصی را افزایش می‌دهد.

##### ۴-۲. غربال‌گری و نهایی‌سازی معیارها با روش دلفی فازی<sup>۱</sup>

پس از تهیه لیست اولیه شامل ۳۸ شاخص از طریق مرور ادبیات و مصاحبه‌های اولیه، از تکنیک دلفی فازی برای غربال‌گری و دستیابی به اجماع گروهی میان پانل خبرگان درمورد مهم‌ترین شاخص‌ها استفاده شد. این فرآیند به منظور حصول اطمینان از دقت علمی، به‌صورت گام به گام در ادامه تشریح می‌شود.

##### ۴-۲-۱. طراحی پرسشنامه و جمع‌آوری داده‌ها

یک پرسشنامه ساختاریافته طراحی و به پانل ۲۵ نفره خبرگان ارائه گردید. از ایشان خواسته شد تا اهمیت هر یک از ۳۸ شاخص اولیه را براساس یک طیف هفت درجه‌ای کلامی (از کاملاً بی‌اهمیت تا کاملاً بااهمیت) مشخص نمایند. هر متغیر کلامی در این طیف، معادل یک عدد فازی مثلثی است که در جدول (۱) تشریح شده است.

##### ۴-۲-۲. تجمیع و فازی‌زدایی نظرات

برای هر شاخص، ۲۵ نظر فازی مجزا از خبرگان جمع‌آوری شد. به منظور تجمیع این قضاوت‌ها و دستیابی به یک عدد فازی واحد که نماینده نظر کل گروه باشد، از رویکرد ترکیبی کمینه، میانگین هندسی، بیشینه استفاده شد. دلیل انتخاب این روش، قابلیت آن در ارائه یک دیدگاه گروهی پایدار و جامع است. به‌طور مشخص، استفاده از میانگین هندسی برای تجمیع مقادیر میانی (m)، تأثیر دیدگاه‌های

جایگزین‌های مناسب برای تأمین‌کنندگان» (S23)، تمرکز گفتگو بر نوسانات فصلی حجم شیر خام و درصد چربی آن قرار گرفت. نتایج این مصاحبه‌ها تأیید کرد که این شاخص در مدیریت ریسک تأمین، به‌ویژه در صنعت لبنیات، نقش حیاتی ایفا می‌کند.

همچنین، در اعتبارسنجی شاخص «استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت کیفیت» (S51)، موضوع موردتوجه، ضرورت کنترل کیفی میکروبی شیر در ایستگاه‌های دریافت بود که به‌عنوان یک گلوگاه اصلی در این صنعت شناخته می‌شود.

خروجی این مرحله، فهرستی از شاخص‌ها بود که با دغدغه‌های عملیاتی صنعت لبنیات هم‌راستا شده و آمادگی ورود به مرحله اجرای مطالعه دلفی را پیدا کرده بود.

##### ۳-۳. گام سوم: غربال‌گری و نهایی‌سازی شاخص‌ها با روش دلفی فازی

این گام با هدف دستیابی به اجماع گروهی میان کل پانل ۲۵ نفره خبرگان درمورد اهمیت شاخص‌ها و انتخاب مهم‌ترین آن‌ها طراحی شد. به‌دلیل وجود ابهام و عدم قطعیت در قضاوت‌های انسانی، از تکنیک دلفی فازی استفاده گردید. فرآیند اجرای این مرحله شامل موارد زیر بود:

- طراحی پرسشنامه: پرسشنامه‌ای ساختاریافته براساس شاخص‌های خروجی گام دوم تهیه شد.
- جمع‌آوری داده‌ها: از اعضای پانل خواسته شد تا اهمیت هر شاخص را با استفاده از یک طیف لیکرت کلامی ۷ درجه‌ای (از کاملاً بی‌اهمیت تا کاملاً بااهمیت) مشخص کنند. هر متغیر کلامی به یک عدد فازی مثلثی متناظر تبدیل شد.
- تجمیع نظرات: نظرات فازی ۲۵ خبره برای هر شاخص تجمیع شد تا یک عدد فازی واحد به نمایندگی از نظر کل گروه به‌دست آید.
- فازی‌زدایی و معیار توقف: عدد فازی تجمیع‌شده با استفاده از روش مرکز سطح به یک عدد قطعی تبدیل شد. یک مقدار آستانه (در این پژوهش ۰.۷) به‌عنوان معیار پذیرش تعیین گردید.
- تکرار فرآیند: این فرآیند در دو دور تکرار شد. در پایان دور دوم، شاخص‌هایی که امتیاز دی‌فازی آن‌ها بالاتر از آستانه بود، به‌عنوان عوامل نهایی موردتوافق خبرگان انتخاب شدند.

##### ۳-۴. گام چهارم: تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی با رویکرد

##### ترکیبی دیمتل-فازی و ANP فازی

درگام نهایی، به منظور تحلیل عمیق‌تر چارچوب به‌دست‌آمده، از یک رویکرد ترکیبی استفاده شد. ابتدا، تکنیک دیمتل فازی به‌کار گرفته شد تا شبکه روابط علی و معلولی میان ۵ معیار اصلی شناسایی شود و مشخص گردد کدام معیارها تأثیرگذار (علت) و کدام تأثیرپذیر (معلول) هستند. سپس، با توجه به وجود وابستگی و بازخورد میان معیارها که توسط دیمتل آشکار شد، از فرآیند تحلیل شبکه فازی برای تعیین وزن نهایی و اولویت‌بندی دقیق هر یک از معیارها و زیرمعیارها استفاده گردید. این رویکرد ترکیبی، درک جامعی ازاهمیت و نقش استراتژیک

فردی افراطی را تعدیل می‌کند و به اجماع مستحکم‌تری می‌انجامد. همزمان، به‌کارگیری کمینه برای کران پایین (l) و بیشینه برای کران بالا (u)، تضمین می‌کند که کل طیف عدم قطعیت موجود در نظرات پانل خبرگان در محاسبات لحاظ گردد.

$$F_{AGR} = \left( \min\{l\}, \prod \{m\}, \max\{u\} \right) \quad (۱)$$

جدول (۱). طیف هفت درجه فازی برای ارزش‌گذاری شاخص‌ها

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| متغیر زبانی     | مقیاس عدد فازی   |
| کاملاً بی‌اهمیت | (۰, ۰, ۰/۱)      |
| خیلی بی‌اهمیت   | (۰, ۰/۱, ۰/۳)    |
| بی‌اهمیت        | (۰/۱, ۰/۳, ۰/۵)  |
| متوسط           | (۰/۳, ۰/۵, ۰/۷۵) |
| بالاهمیت        | (۰/۵, ۰/۷۵, ۰/۹) |
| خیلی بالاهمیت   | (۰/۷۵, ۰/۹, ۱)   |
| کاملاً بالاهمیت | (۰/۹, ۱, ۱)      |

## ۲-۵. فازی‌زدایی و معیار توقف

پس از انجام محاسبات فازی و دستیابی به وزن‌های نهایی به‌صورت اعداد فازی، لازم است این اعداد به‌مقادیر قطعی تبدیل شوند تا امکان مقایسه و رتبه‌بندی نهایی فراهم گردد. برای این منظور از روش مرکز سطح<sup>۱</sup> استفاده می‌شود.

$$DF_{ij} = \frac{[l_{ij} + m_{ij} + u_{ij}]}{3} \quad (۲)$$

برای پذیرش یا رد هر شاخص، یک مقدار آستانه برابر با ۰/۷ تعیین گردید. شاخص‌هایی که امتیاز دی‌فازی آن‌ها بزرگتر یا مساوی ۰/۷ بود، به‌عنوان عوامل کلیدی مورد توافق خبرگان شناسایی شدند. این فرآیند غربال‌گری در دو دور تکرار شد تا اطمینان حاصل شود که نتایج

به‌پایداری رسیده و اجماع گروهی تثبیت شده است.

در دور اول، پرسشنامه‌ای شامل ۳۸ شاخص در اختیار پانل خبرگان قرار گرفت و از ایشان خواسته شد تا اهمیت هر شاخص را ارزیابی کنند. پس از تجمیع و تحلیل نتایج این دور، شاخص‌هایی که امتیاز اجماع آن‌ها پایین بود از فرآیند حذف شدند. در پایان این مرحله، فهرست به ۲۸ شاخص کلیدی‌تر محدود شد. در دور دوم، فهرست پالایش‌شده شاخص‌ها مجدداً در اختیار پانل قرار گرفت تا امتیازدهی نهایی برای تعیین اهمیت هر شاخص صورت گیرد. برای شفافیت کامل، فهرست کامل ۳۸ شاخص اولیه به‌همراه نتایج هر دو دور دلفی در پیوست الف ارائه شده است.

در انتهای این مرحله، از مجموع ۳۸ شاخص اولیه، ۵ معیار اصلی و ۱۶ زیرمعیار انتخاب شدند. این معیارها که در جدول (۲) ارائه شده‌اند، چارچوب نهایی پژوهش را برای تحلیل در مرحله بعد تشکیل می‌دهند.

## ۲-۳. تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی معیارها

پس از شناسایی و تدوین چارچوب مفهومی پژوهش که شامل پنج معیار اصلی: حساسیت به بازار و مشتری (C1)، مدیریت ارتباطات (C2)، مدیریت دانش و یادگیری (C3)، عوامل مدیریتی (C4) و مدیریت فناوری (C5) می‌باشد، گام بعدی پژوهش به اولویت‌بندی این معیارها اختصاص یافت. به منظور تعیین اهمیت نسبی هر یک از این معیارها و همچنین شناسایی ساختار تأثیرگذاری میان آن‌ها، از رویکرد ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه فازی و دیمتل فازی استفاده گردید. مقیاس مورد استفاده، طیف نه درجه‌ای ساعتی<sup>۲</sup> مبتنی بر رویکرد فازی و براساس جدول (۳) بود که امکان بیان عدم قطعیت در قضاوت‌ها را فراهم ساخت.

جدول (۲). معیارهای اصلی و زیرمعیارهای نهایی پژوهش

| نماد معیار اصلی | نماد زیرمعیار | عنوان زیرمعیار                                 | امتیاز دی‌فازی (میانگین) | نتیجه |
|-----------------|---------------|------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| C1              | S11           | فرآیند و محصولات مشتری محور                    | ۰/۸۵                     | پذیرش |
|                 | S12           | کاهش زمان چرخه تولید و پویایی توسعه محصول جدید | ۰/۸۶                     | پذیرش |
|                 | S13           | مدیریت با مشتری پویا و کارآمد                  | ۰/۸۲                     | پذیرش |
|                 | S14           | نیازسنجی مشتریان و رفع نیازهای آن‌ها           | ۰/۸۳                     | پذیرش |
| C2              | S21           | شبکه‌سازی ارتباط با شرکا                       | ۰/۸۳                     | پذیرش |
|                 | S22           | استراتژی راهبردی همکاری با تامین‌کنندگان       | ۰/۹۴                     | پذیرش |
|                 | S23           | انعطاف‌پذیری و جایگزین‌های مناسب تامین‌کنندگان | ۰/۷۹                     | پذیرش |
|                 | S24           | روابط درونی و برونی براساس استراتژی برد-برد    | ۰/۸۷                     | پذیرش |
| C3              | S31           | یکپارچگی داده‌ها براساس امنیت اطلاعاتی         | ۰/۸۵                     | پذیرش |
|                 | ۳۲S           | اشتراک دانش براساس کاربرد دانش                 | ۰/۷۷                     | پذیرش |
|                 | S41           | تعهد و پشتیبانی مدیریت                         | ۰/۸۳                     | پذیرش |
|                 | S42           | بازنگری مدیریت منابع غیرملموس                  | ۰/۸۵                     | پذیرش |
| C5              | S51           | استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت کیفیت          | ۰/۸۰                     | پذیرش |
|                 | S52           | هوشمندسازی لجستیک زنجیره‌تأمین                 | ۰/۸۵                     | پذیرش |
|                 | S53           | به‌روزرسانی تجهیزات سازمانی                    | ۰/۷۷                     | پذیرش |
|                 | S54           | استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت پروژه          | ۰/۷۴                     | پذیرش |

به‌دست آمد. برای نرمال‌سازی ترجیحات هر معیار، از معکوس مجموع استفاده شد. با توجه به فازی بودن مقادیر، معکوس مجموع براساس رابطه (۶) محاسبه گردید:

$$\text{if } \tilde{F} = (l \ m \ u) \text{ then } \tilde{F}^{-1} = \left(\frac{1}{u} \ \frac{1}{m} \ \frac{1}{l}\right) \quad (6)$$

بنابراین معکوس مجموع برابر با  $(0.031, 0.036, 0.041)$  به‌دست آمد. پس از نرمال‌سازی مقادیر، اوزان فازی معیارهای اصلی به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$\tilde{W}_{C1} = (0.14, 0.18, 0.23)$$

$$\tilde{W}_{C2} = (0.17, 0.24, 0.31)$$

$$\tilde{W}_{C3} = (0.11, 0.15, 0.19)$$

$$\tilde{W}_{C4} = (0.18, 0.24, 0.32)$$

$$\tilde{W}_{C5} = (0.15, 0.19, 0.26)$$

برای فازی‌زدایی مقادیر از روش مرکز ثقل که توسط بوجادزیف پیشنهاد شده، استفاده گردید [۳۰].

$$x_{\max}^1 = \frac{l+m+u}{3}; x_{\max}^2 = \frac{l+2m+u}{4}; x_{\max}^3 = \frac{l+4m+u}{6} \quad (7)$$

$$\text{Crisp number} = Z^* = \max \{ x_{\max}^1, x_{\max}^2, x_{\max}^3 \}$$

پس از فازی‌زدایی و نرمال‌سازی مجدد، اوزان نهایی معیارهای اصلی به شرح جدول (۵) به‌دست آمد.

جدول (۴). فازی‌زدایی اوزان نرمال محاسبه شده متغیرهای اصلی

| مطالعه                  |       |              |              |              |
|-------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|
| نرمال                   | $Z^*$ | $X_{\max}^1$ | $X_{\max}^2$ | $X_{\max}^3$ |
| حساسیت به بازار و مشتری | ۰/۱۷۹ | ۰/۱۸۲        | ۰/۱۸۱        | ۰/۱۸۲        |
| مدیریت ارتباطات         | ۰/۲۳۵ | ۰/۲۳۹        | ۰/۲۳۷        | ۰/۲۳۸        |
| مدیریت دانش و یادگیری   | ۰/۱۴۷ | ۰/۱۵۰        | ۰/۱۴۸        | ۰/۱۴۹        |
| عوامل مدیریتی           | ۰/۲۴۲ | ۰/۲۴۶        | ۰/۲۴۴        | ۰/۲۴۵        |
| مدیریت فناوری           | ۰/۱۹۷ | ۰/۲۰۱        | ۰/۱۹۷        | ۰/۱۹۹        |

براساس اوزان به‌دست آمده، معیار «عوامل مدیریتی» با وزن ۰/۲۴۲ دارای بیشترین اهمیت و معیار «مدیریت دانش و یادگیری» با وزن ۰/۱۴۷ دارای کمترین اهمیت در میان معیارهای اصلی می‌باشد. نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برابر با ۰/۰۹ محاسبه گردید که کوچکتر از ۰/۱ بوده و نشان‌دهنده قابل اعتماد بودن مقایسه‌های صورت گرفته است.

جدول (۵). ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی پژوهش

| C5                 | C4                 | C3                 | C2                 | C1                 |    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|
| (۱/۰۳, ۱/۱۷, ۱/۳۴) | (۱/۱۵, ۱/۳۱, ۱/۴۷) | (۰/۹۲, ۱/۱, ۱/۲۸)  | (۰/۳۴, ۰/۳۹, ۰/۴۸) | (۱, ۱, ۱)          | C1 |
| (۰/۶۸, ۰/۸۵, ۱/۰۷) | (۰/۳۴, ۰/۳۹, ۰/۴۸) | (۱/۴۱, ۱/۷۶, ۲/۰۸) | (۱, ۱, ۱)          | (۲/۰۸, ۲/۵۳, ۲/۹۸) | C2 |
| (۰/۵۱, ۰/۶۳, ۰/۷۸) | (۰/۷۸, ۰/۹۳, ۱/۱۶) | (۱, ۱, ۱)          | (۰/۴۸, ۰/۵۷, ۰/۷۱) | (۰/۷۸, ۰/۹۱, ۱/۰۸) | C3 |
| (۱/۱۲, ۱/۳۵, ۱/۶۴) | (۱, ۱, ۱)          | (۰/۸۶, ۱/۰۸, ۱/۲۸) | (۲/۰۸, ۲/۵۳, ۲/۹۸) | (۰/۶۸, ۰/۷۶, ۰/۸۷) | C4 |
| (۱, ۱, ۱)          | (۰/۹, ۰/۷۴, ۰/۹)   | (۱/۲۸, ۱/۵۸, ۱/۹۷) | (۰/۹۳, ۱/۱۷, ۱/۴۷) | (۰/۷۵, ۰/۸۵, ۰/۹۷) | C5 |

جدول (۳). طیف فازی معادل مقیاس نه درجه ساعتی

| عبارت کلامی    | معدل فازی | معدل فازی معکوس                                      |
|----------------|-----------|------------------------------------------------------|
| ترجیح یکسان    | (۱, ۱, ۱) | (۱, ۱, ۱)                                            |
| بینابین        | (۱, ۲, ۳) | $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1\right)$           |
| کمی مرجح       | (۲, ۳, ۴) | $\left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right)$ |
| بینابین        | (۳, ۴, ۵) | $\left(\frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}\right)$ |
| خیلی مرجح      | (۴, ۵, ۶) | $\left(\frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}\right)$ |
| بینابین        | (۵, ۶, ۷) | $\left(\frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}\right)$ |
| خیلی زیاد مرجح | (۶, ۷, ۸) | $\left(\frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}\right)$ |
| بینابین        | (۷, ۸, ۹) | $\left(\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}\right)$ |
| کاملاً مرجح    | (۹, ۹, ۹) | $\left(\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}\right)$ |

جهت تجمیع دیدگاه‌های خبرگان، از روش میانگین هندسی (رابطه (۳)) برای هر یک از مؤلفه‌های سه‌گانه اعداد فازی مثلثی استفاده گردیده است. این رویکرد علاوه بر حفظ خواص ریاضی ماتریس‌های مقایسات زوجی، امکان انعکاس دقیق‌تر عدم قطعیت‌های موجود در قضاوت‌های خبرگان را فراهم می‌سازد.

$$F_{AGR} = \left( \prod (l), \prod (m), \prod (u) \right) \quad (3)$$

ماتریس مقایسه زوجی فازی تجمیع شده که با نماد  $\tilde{X}$  نمایش داده می‌شود، در جدول (۴) ارائه شده است.

پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی، محاسبه بردار ویژه مطابق با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی انجام گردید. در این روش، هر درایه ماتریس مقایسه زوجی با نماد  $\tilde{x}_{ij}$  و بسط فازی هر سطر با نماد  $\tilde{g}_i$  نمایش داده می‌شود. بسط فازی هر سطر از طریق رابطه (۴) محاسبه می‌گردد:

$$\tilde{g}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \quad (4)$$

در گام بعدی، مجموع عناصر ستون ترجیحات از طریق رابطه (۵) محاسبه گردید:

$$\sum \tilde{g}_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \quad (5)$$

این مجموع برای معیارهای اصلی برابر با  $(24.1, 27.63, 31.98)$

## ۲-۴-۳. محاسبه ماتریس ارتباط کامل فازی (T)

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل، ماتریس نرمال فازی به سه ماتریس قطعی زیر افراز می‌شود:

$$N_l = \begin{bmatrix} \cdot & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & \cdot & \dots & l_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & \dots & \cdot \end{bmatrix}$$

$$N_m = \begin{bmatrix} \cdot & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & \cdot & \dots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & \cdot \end{bmatrix}$$

$$N_u = \begin{bmatrix} \cdot & u_{12} & \dots & u_{1n} \\ u_{21} & \cdot & \dots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \dots & \cdot \end{bmatrix}$$

سپس از مجموعه روابط زیر برای محاسبه ماتریس T استفاده شد.

در این روابط I ماتریس همانی است:

$$\begin{aligned} T_l &= N_l \times (I - N_l)^{-1} \\ T_m &= N_m \times (I - N_m)^{-1} \\ T_u &= N_u \times (I - N_u)^{-1} \\ \tilde{t}_{ij} &= (t_{ij}^l, t_{ij}^m, t_{ij}^u) \end{aligned} \quad (8)$$

خروجی این مرحله در جدول (۸) آمده است.

## ۲-۴-۴. تحلیل روابط علی و اولویت‌بندی معیارهای اصلی و فرعی

براساس مدل تحقیق، پس از تعیین اوزان معیارهای اصلی، گام بعدی به تحلیل روابط درونی میان این معیارها و تشکیل سوپر ماتریس اختصاص می‌یابد. برای شناسایی و تحلیل روابط علی و معلولی میان معیارها، از تکنیک دیمتل فازی بهره گرفته شده است. در این مرحله، خبرگان صنعت ضمن بیان دیدگاه‌های خود پیرامون جهت و شدت تأثیرات متقابل میان معیارها، داده‌های لازم را فراهم ساخته‌اند. خروجی تکنیک دیمتل فازی (ماتریس ارتباطات داخلی) ضمن نمایش روابط علی و معلولی میان عوامل، میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر یک از معیارها را نیز آشکار می‌سازد.

## ۲-۴-۵. محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (X)

در این پژوهش، روابط میان معیارها توسط خبرگان در قالب عبارات زبانی متناظر با اعداد فازی مثلثی بیان شده و با استفاده از روش میانگین فازی ترکیب شده است. ماتریس ارتباط مستقیم یا  $\tilde{X}$  محاسبه شده در جدول (۶) آمده است.

## ۲-۴-۶. نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم فازی ( $\tilde{N}$ )

به منظور نرمال‌سازی ترجیحات هر معیار، می‌بایست مجموع مقادیر آن معیار بر مجموع کلیه ترجیحات (عناصر ستون) تقسیم گردد. با توجه به ماهیت فازی مقادیر در این پژوهش، عملیات نرمال‌سازی از طریق ضرب جمع فازی هر سطر در معکوس مجموع کل ترجیحات انجام می‌پذیرد که نتیجه آن در جدول (۷) آمده است.

جدول (۶). ماتریس ارتباط مستقیم معیارهای اصلی

| C5                 | C4                 | C3                 | C2                 | C1                 | X  |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|
| (۰/۲۸, ۰/۴۵, ۰/۶۴) | (۰/۳۴, ۰/۵۳, ۰/۷)  | (۰/۲۵, ۰/۴۳, ۰/۶۱) | (۰/۳۵, ۰/۵۵, ۰/۷۴) | (۰, ۰/۱, ۰/۳)      | C1 |
| (۰/۴۸, ۰/۶۸, ۰/۸۱) | (۰/۵۱, ۰/۷, ۰/۸۴)  | (۰/۶۳, ۰/۸۳, ۰/۹۶) | (۰/۰۶, ۰/۱۸, ۰/۳۸) | (۰/۳۳, ۰/۵, ۰/۶۸)  | C2 |
| (۰/۴۳, ۰/۶, ۰/۷۶)  | (۰/۲۴, ۰/۴, ۰/۵۹)  | (۰, ۰/۱, ۰/۳)      | (۰/۳۹, ۰/۵۸, ۰/۷۸) | (۰/۳۹, ۰/۵۸, ۰/۷۵) | C3 |
| (۰/۴۱, ۰/۶, ۰/۷۸)  | (۰, ۰/۱, ۰/۳)      | (۰/۴۵, ۰/۶۵, ۰/۸۴) | (۰/۲۶, ۰/۴۵, ۰/۶۴) | (۰/۳۹, ۰/۵۸, ۰/۷۵) | C4 |
| (۰, ۰/۱, ۰/۳)      | (۰/۲۹, ۰/۴۸, ۰/۶۵) | (۰/۵, ۰/۷, ۰/۸۵)   | (۰/۴۹, ۰/۶۸, ۰/۸۳) | (۰/۳۱, ۰/۵, ۰/۶۹)  | C5 |

جدول (۷). ماتریس نرمال شده ارتباط مستقیم معیارهای اصلی

| C5                 | C4                 | C3                 | C2                 | C1                 | N  |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|
| (۰/۱۷, ۰/۰۸, ۰/۱۲) | (۰/۱۹, ۰/۰۹, ۰/۱۴) | (۰/۱۷, ۰/۰۷, ۰/۱۲) | (۰/۲۰, ۰/۱, ۰/۱۵)  | (۰/۰۸, ۰, ۰/۰۳)    | C1 |
| (۰/۲۲, ۰/۱۳, ۰/۱۸) | (۰/۲۳, ۰/۱۴, ۰/۱۹) | (۰/۲۶, ۰/۱۷, ۰/۲۳) | (۰/۱, ۰/۰۲, ۰/۰۵)  | (۰/۱۸, ۰/۰۹, ۰/۱۴) | C2 |
| (۰/۲۱, ۰/۱۲, ۰/۱۶) | (۰/۱۶, ۰/۰۶, ۰/۱۱) | (۰/۰۸, ۰, ۰/۰۳)    | (۰/۲۱, ۰/۱۱, ۰/۱۶) | (۰/۲۰, ۰/۱۱, ۰/۱۶) | C3 |
| (۰/۲۱, ۰/۱۱, ۰/۱۶) | (۰/۰۸, ۰, ۰/۰۳)    | (۰/۲۳, ۰/۱۲, ۰/۱۸) | (۰/۱۷, ۰/۰۷, ۰/۱۲) | (۰/۲۰, ۰/۱۱, ۰/۱۶) | C4 |
| (۰/۰۸, ۰, ۰/۰۳)    | (۰/۱۸, ۰/۰۸, ۰/۱۳) | (۰/۲۳, ۰/۱۴, ۰/۱۹) | (۰/۲۳, ۰/۱۳, ۰/۱۸) | (۰/۱۹, ۰/۰۹, ۰/۱۴) | C5 |

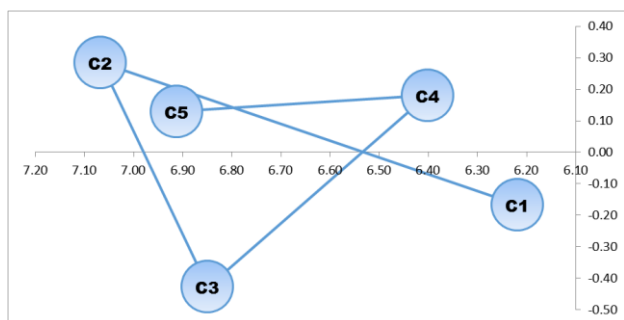
جدول (۸). ماتریس ارتباط کامل معیارهای اصلی

| C5                 | C4                 | C3                 | C2                 | C1                 | T  |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|
| (۰/۱۳, ۰/۳۵, ۱/۶۳) | (۰/۱۴, ۰/۳۴, ۱/۵۶) | (۰/۱۳, ۰/۳۶, ۱/۷۳) | (۰/۱۴, ۰/۳۷, ۱/۶۸) | (۰/۰۵, ۰/۲۴, ۱/۴۹) | C1 |
| (۰/۲۱, ۰/۴۸, ۱/۹۶) | (۰/۲, ۰/۴۵, ۱/۸۶)  | (۰/۲۵, ۰/۵۴, ۲/۱۳) | (۰/۱, ۰/۳۶, ۱/۸۹)  | (۰/۱۶, ۰/۴۲, ۱/۸۷) | C2 |
| (۰/۱۷, ۰/۴, ۱/۷۴)  | (۰/۱۲, ۰/۳۳, ۱/۶۱) | (۰/۰۸, ۰/۳, ۱/۷۴)  | (۰/۱۶, ۰/۳۹, ۱/۷۷) | (۰/۱۶, ۰/۳۷, ۱/۶۸) | C3 |
| (۰/۱۷, ۰/۴۱, ۱/۷۹) | (۰/۰۶, ۰/۲۶, ۱/۵۸) | (۰/۱۹, ۰/۴۴, ۱/۹۲) | (۰/۱۴, ۰/۳۸, ۱/۷۹) | (۰/۱۶, ۰/۳۹, ۱/۷۳) | C4 |
| (۰/۰۸, ۰/۳, ۱/۶۹)  | (۰/۱۴, ۰/۳۷, ۱/۶۸) | (۰/۲۱, ۰/۴۷, ۱/۹۴) | (۰/۱۹, ۰/۴۴, ۱/۸۵) | (۰/۱۵, ۰/۳۸, ۱/۷۳) | C5 |

### • بردار رابطه (D-R)

این بردار عمودی، خالص تأثیرگذاری هر معیار را مشخص می‌کند. مقادیر مثبت D-R نشان‌دهنده معیارهای علی (تأثیرگذار) و مقادیر منفی نشان‌دهنده معیارهای معلول (تأثیرپذیر) هستند. بر این اساس، معیارهای مدیریت ارتباطات (C2)، عوامل مدیریتی (C4) و مدیریت فناوری (C5) با مقادیر مثبت D-R (به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۱۸ و ۰/۱۳) به عنوان متغیرهای علی شناخته می‌شوند، در حالی که معیارهای حساسیت به بازار و مشتری (C1) و مدیریت دانش و یادگیری (C3) با مقادیر منفی D-R (به ترتیب ۰/۱۷- و ۰/۴۳-) متغیرهای معلول محسوب می‌شوند.

برای درک بهتر روابط علی- معلولی میان معیارهای اصلی، نمودار مختصات دکارتی ترسیم شده است که در شکل (۲) قابل مشاهده است. در این نمودار، محور افقی نشان‌دهنده مقادیر D+R (اهمیت) و محور عمودی نشان‌دهنده مقادیر D-R (رابطه) است. معیارهایی که در نیمه بالایی نمودار قرار دارند، گروه علی و معیارهایی که در نیمه پایینی نمودار واقع شده‌اند، گروه معلول را تشکیل می‌دهند.



شکل (۲). نمودار مختصات دکارتی برونداد دیمتل برای معیارهای اصلی

### ۲-۶. تحلیل روابط علی میان زیرمعیارها

برای درک عمیق‌تر روابط در سطح عملیاتی، تحلیل دیمتل برای تمام ۱۶ زیرمعیار نیز انجام شد. خلاصه نتایج این تحلیل در جدول (۱۱) و شکل (۳) ارائه شده است.

داده‌های جدول نشان می‌دهد که یکپارچگی داده‌ها براساس امنیت اطلاعاتی (S31) با مقدار D-R برابر با ۰/۷۱ بیشترین نقش علی را در کل سیستم دارد. همچنین روابط درونی و برونی براساس استراتژی برد-برد (S24) با D-R برابر با ۰/۳۹ و مدیریت منابع غیرملموس (S42) با D-R برابر با ۰/۲۲ نیز از دیگر زیرمعیارهای تأثیرگذار با ماهیت علی هستند. در مقابل، استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت کیفیت (S51) با D-R برابر با -۰/۵۴ و کاهش زمان چرخه تولید و پویایی توسعه محصول جدید (S12) با D-R برابر با -۰/۲۸ بیشترین تأثیرپذیری را دارند، که بیانگر این است که این زیرمعیارها عمدتاً تحت تأثیر سایر عوامل سیستم قرار می‌گیرند. از منظر میزان تعامل کلی (D+R)، زیرمعیارهای تعهد و پشتیبانی مدیریت (S41) با مقدار ۱۰/۴۳ و استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت پروژه (S54) با مقدار ۱۰/۲۳ بیشترین تعامل را با سایر اجزای سیستم دارند.

### ۲-۵. فازی‌زدایی ماتریس ارتباط کامل و تحلیل نتایج

ماتریس ارتباط کامل فازی با استفاده از روش مرکز سطح فازی‌زدایی شد و نتایج حاصل از فازی‌زدایی ماتریس ارتباط کامل در جدول (۹) آمده است.

جدول (۹). فازی‌زدایی ماتریس ارتباط کامل

|    | C5    | C4    | C3    | C2    | C1    | T |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| C1 | ۰/۶۳۹ | ۰/۵۹۴ | ۰/۶۴۸ | ۰/۶۳۹ | ۰/۵۰۷ |   |
| C2 | ۰/۶۷۶ | ۰/۷۴۲ | ۰/۸۶۵ | ۰/۶۷۶ | ۰/۷۱۷ |   |
| C3 | ۰/۶۸۰ | ۰/۵۹۸ | ۰/۶۰۶ | ۰/۶۸۰ | ۰/۶۴۷ |   |
| C4 | ۰/۶۶۹ | ۰/۵۴۰ | ۰/۷۴۹ | ۰/۶۶۹ | ۰/۶۶۴ |   |
| C5 | ۰/۷۲۷ | ۰/۶۳۸ | ۰/۷۷۱ | ۰/۷۲۷ | ۰/۶۵۷ |   |

پس از محاسبه ماتریس ارتباط متقابل میان معیارهای اصلی با استفاده از روش فازی دیمتل، می‌توان الگوی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها را در قالب نمودار علی-معلولی نمایش داد. این نمودار امکان شناسایی معیارهای علی (تأثیرگذار) و معلول (تأثیرپذیر) را فراهم ساخته و به درک بهتر ساختار پیچیده روابط درونی سیستم کمک می‌کند.

جدول (۱۰). نتایج تحلیل دیمتل برای شناسایی روابط علی میان معیارهای اصلی

| D-R   | D+R  | R    | D    | معیارهای اصلی           |
|-------|------|------|------|-------------------------|
| -۰/۱۷ | ۶/۲۲ | ۳/۱۹ | ۳/۰۳ | حساسیت به بازار و مشتری |
| ۰/۲۸  | ۷/۰۷ | ۳/۳۹ | ۳/۶۸ | مدیریت ارتباطات         |
| -۰/۴۳ | ۶/۸۵ | ۳/۶۴ | ۳/۲۱ | مدیریت دانش و یادگیری   |
| ۰/۱۸  | ۶/۴۰ | ۳/۱۱ | ۳/۲۹ | عوامل مدیریتی           |
| ۰/۱۳  | ۶/۹۱ | ۳/۳۹ | ۳/۵۲ | مدیریت فناوری           |

در جدول فوق، مقادیر محاسبه شده برای تحلیل علی- معلولی به

شرح زیر تفسیر می‌شوند:

### • بردار تأثیرگذاری (D)

جمع عناصر هرسطر نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری آن معیار بر سایر معیارهای سیستم است. بر این اساس، معیار مدیریت ارتباطات (C2) با مقدار ۳/۶۸ از بیشترین تأثیرگذاری در میان معیارهای اصلی برخوردار است.

### • بردار تأثیرپذیری (R)

جمع عناصر هرستون بیانگر میزان تأثیرپذیری آن معیار از سایر معیارهای سیستم است. در این مدل، معیار مدیریت دانش و یادگیری (C3) با مقدار ۳/۶۴ بیشترین تأثیرپذیری را داراست، در حالی که معیار عوامل مدیریتی (C4) با مقدار ۳/۱۱ کمترین تأثیرپذیری را نشان می‌دهد.

### • بردار اهمیت (D+R)

این بردار افقی، میزان تعامل کلی هر معیار در سیستم را نشان می‌دهد. هرچه مقدار D+R معیاری بیشتر باشد، آن معیار تعامل بیشتری با سایر اجزای سیستم دارد. نتایج نشان می‌دهد که معیار مدیریت ارتباطات (C2) با مقدار ۷/۰۷ دارای بیشترین تعامل با سایر معیارهای مورد مطالعه است.

جدول (۱۱). الگوی روابط علی زیرمعیاری مدل

| معیار | عنوان زیرمعیار                                                         | D    | R    | D+R   | D-R   |
|-------|------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|
| S11   | فرآیند و محصولات مشتری محور                                            | ۴/۸۷ | ۵/۰۷ | ۹/۹۴  | -۰/۲۰ |
| S12   | کاهش زمان چرخه تولید و پویایی توسعه محصول جدید                         | ۴/۹۴ | ۵/۲۱ | ۱۰/۱۵ | -۰/۲۸ |
| S13   | مدیریت با مشتری پویا و کارآمد                                          | ۴/۹۲ | ۵/۰۶ | ۹/۹۹  | -۰/۱۴ |
| S14   | نیازسنجی مشتریان و رفع نیازهای آنها                                    | ۴/۹۸ | ۴/۸۹ | ۹/۸۸  | ۰/۰۹  |
| S21   | شبکه سازی ارتباط با شرکا                                               | ۴/۷۶ | ۴/۹۳ | ۹/۶۹  | -۰/۱۶ |
| S22   | استراتژی راهبردی همکاری با تأمین کنندگان                               | ۴/۹۹ | ۵/۰۳ | ۱۰/۰۲ | -۰/۰۴ |
| S23   | انعطاف پذیری و جایگزین‌های مناسب تأمین کنندگان                         | ۵/۰۵ | ۵/۱۳ | ۱۰/۱۹ | -۰/۰۸ |
| S24   | روابط درونی و برونی براساس استراتژی برد-برد                            | ۵/۲۶ | ۴/۸۶ | ۱۰/۱۲ | ۰/۳۹  |
| S31   | یکپارچگی داده ها براساس امنیت اطلاعاتی                                 | ۵/۳۷ | ۴/۶۷ | ۱۰/۰۴ | ۰/۷۱  |
| S32   | اشتراک دانش براساس کاربرست دانش                                        | ۴/۹۱ | ۴/۹۲ | ۹/۸۳  | -۰/۰۱ |
| S41   | تعهد و پشتیبانی مدیریت                                                 | ۵/۲۰ | ۵/۲۳ | ۱۰/۴۳ | -۰/۰۳ |
| S42   | مدیریت منابع غیرملموس (توانمندسازی منابع انسانی، سرمایه فکری)          | ۴/۹۳ | ۴/۷۱ | ۹/۶۴  | ۰/۲۲  |
| S51   | استقرار سیستم های هوشمند مدیریت کیفیت                                  | ۴/۷۴ | ۵/۲۹ | ۱۰/۰۳ | -۰/۵۴ |
| S52   | هوشمندسازی لجستیک زنجیره تأمین                                         | ۵/۰۴ | ۴/۹۶ | ۹/۹۹  | ۰/۰۸  |
| S53   | به روز رسانی تجهیزات سازمانی                                           | ۴/۸۷ | ۴/۹۲ | ۹/۷۹  | -۰/۰۵ |
| S54   | استقرار سیستم های هوشمند مدیریت پروژه (بهینه سازی زمان، هزینه و کیفیت) | ۵/۱۳ | ۵/۱۰ | ۱۰/۲۳ | ۰/۰۴  |

انعطاف‌پذیری و جایگزین‌های مناسب تأمین‌کنندگان (S23) با وزن ۰/۲۴۵ و روابط درونی و برونی براساس استراتژی برد-برد (S24) با وزن ۰/۱۴۹، قرار گرفتند. ضریب سازگاری مقیاسات ۰/۰۳۳ بوده که نشان‌دهنده اعتبار مقیاسات زوجی انجام شده است.

#### • زیرمعیارهای مدیریت دانش و یادگیری (C3)

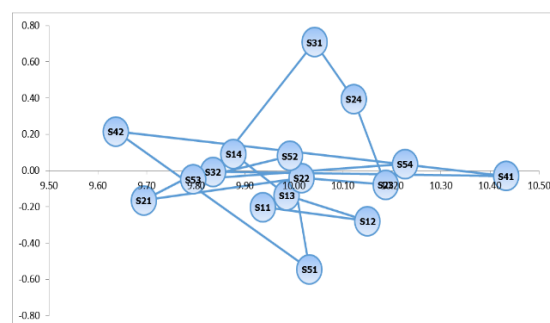
بررسی زیرمعیارهای مدیریت دانش و یادگیری نشان داد که اشتراک دانش براساس کاربرست دانش (S32) با وزن ۰/۶۳۰ از اولویت بالاتری نسبت به یکپارچگی داده‌ها براساس امنیت اطلاعاتی (S31) با وزن ۰/۳۷۰ برخوردار است. این نتیجه اهمیت بالاتر کاربردی‌سازی دانش در مقایسه با صرفاً یکپارچه‌سازی داده‌ها را در زنجیره تأمین ناب نوآوری محور نشان می‌دهد.

#### • زیرمعیارهای عوامل مدیریتی (C4)

تحلیل مقیاسات زوجی عوامل مدیریتی نشان‌دهنده ارجحیت قابل‌توجه تعهد و پشتیبانی مدیریت (S41) با وزن ۰/۶۰۲ نسبت به مدیریت منابع غیرملموس (توانمندسازی منابع انسانی، سرمایه فکری) (S42) با وزن ۰/۳۹۸ است. این اختلاف وزن، بر اهمیت محوری نقش پشتیبانی مدیریت ارشد در موفقیت استراتژی‌های زنجیره تأمین ناب تأکید دارد.

#### • زیرمعیارهای مدیریت فناوری (C5)

در دسته مدیریت فناوری، استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت کیفیت (S51) با وزن ۰/۳۶۱ بالاترین اولویت را دارد. پس از آن، استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت پروژه (بهینه‌سازی زمان، هزینه و کیفیت) (S54) با وزن ۰/۲۳۶، هوشمندسازی لجستیک زنجیره تأمین (S52) با وزن ۰/۲۲۲ و به‌روزرسانی تجهیزات سازمانی (S53) با وزن ۰/۱۸۱ قرار گرفته‌اند. نرخ ناسازگاری مقیاسات ۰/۰۰۲ محاسبه شد که بسیار کمتر از حد مجاز ۰/۱ بوده و حاکی از ثبات بالای قضاوت‌های خبرگان در این بخش است.



شکل (۳). نمودار مختصات دکارتی برونداد دیمتل برای زیرمعیارهای مدل

## ۷-۲. اولویت‌بندی زیرمعیارها در زنجیره تأمین ناب نوآوری

### محور

در گام بعد، زیرمعیارهای هر معیار اصلی به صورت زوجی مقایسه و اولویت‌بندی گردیدند. پس از انجام تمامی مقیاسات زوجی و محاسبات مربوطه، نتایج نهایی اولویت‌بندی زیرمعیارها به شرح زیر استخراج شد:

#### • زیرمعیارهای حساسیت به بازار و مشتری (C1)

نتایج تحلیل اولویت‌بندی نشان داد که مدیریت با مشتری پویا و کارآمد (S13) با وزن ۰/۳۰۶ در رتبه نخست، نیازسنجی مشتریان و رفع نیازهای آن‌ها (S14) با وزن ۰/۲۵۲ در رتبه دوم، کاهش زمان چرخه تولید و پویایی توسعه محصول جدید (S12) با وزن ۰/۲۲۶ در رتبه سوم، و فرآیند و محصولات مشتری محور (S11) با وزن ۰/۲۱۶ در رتبه چهارم قرار دارند. نرخ ناسازگاری مقیاسات ۰/۰۳۴ محاسبه گردید که کمتر از ۰/۱ بوده و مؤید اعتبار نتایج است.

#### • زیرمعیارهای مدیریت ارتباطات (C2)

در دسته مدیریت ارتباطات، استراتژی راهبردی همکاری با تأمین‌کنندگان (S22) با وزن ۰/۳۴۳ بیشترین اهمیت را کسب نمود. پس از آن، شبکه‌سازی ارتباط با شرکا (S21) با وزن ۰/۲۶۴،

## ۸-۲. اولویت‌بندی نهایی معیارهای استراتژی‌های زنجیره تأمین

## ناب با تأکید بر نوآوری

پس از استخراج وزن‌های محلی معیارهای اصلی با استفاده از تکنیک فازی دیمتل و محاسبه وزن‌های محلی زیرمعیارها از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، وزن‌های نهایی و اولویت‌بندی کلی زیرمعیارها تعیین گردید. وزن نهایی هر زیرمعیار از حاصل ضرب وزن محلی معیار اصلی در وزن محلی زیرمعیار مربوطه به دست آمده است. جدول (۱۲) نتایج این اولویت‌بندی را همراه با رتبه‌بندی کامل زیرمعیارها نشان می‌دهد.

نتایج اولویت‌بندی نهایی که در جدول (۱۲) ارائه شده، یک یافته کلیدی و مهم را آشکار می‌سازد: تعهد و پشتیبانی مدیریت (S41) با وزن نهایی ۰/۱۴۵۶۸ به‌طور قاطع مهم‌ترین زیرمعیار در استراتژی‌های زنجیره‌تأمین ناب با تأکید بر نوآوری است. جالب توجه است که مدیریت منابع غیرملموس (S42) نیز با وزن ۰/۰۹۶۳۱ در رتبه دوم قرار دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برخلاف تصورات رایج، عوامل مدیریتی نه تنها در سطح کلان، بلکه در سطح عملیاتی نیز حیاتی‌ترین نقش را ایفا می‌کنند. پس از این دو، اشتراک دانش براساس کاربست دانش (S32) با وزن ۰/۰۹۲۶۱ در رتبه سوم قرار می‌گیرد. این ساختار اولویت‌بندی، اهمیت مطلق حمایت و راهبری مدیریت و توجه به سرمایه‌های فکری را به‌عنوان پیش‌نیاز اصلی برای موفقیت زنجیره‌تأمین ناب نوآورانه برجسته می‌سازد و تأیید می‌کند که هرگونه تحول عملیاتی ریشه در راهبری سازمانی دارد.

## ۳. بحث و تفسیر یافته‌ها

این پژوهش با هدف شناسایی، تحلیل ساختاری و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر زنجیره‌تأمین ناب با تأکید بر نوآوری در صنعت لبنیات ایران، با بهره‌گیری از رویکردی ترکیبی مبتنی بر نظرات خبرگان (دلفی فازی، دیمتل فازی و فرآیند تحلیل شبکه فازی) انجام پذیرفت. نتایج اولویت‌بندی معیارهای اصلی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه فازی نشان داد که «عوامل مدیریتی با وزن نرمال ۰/۲۴۲» «مدیریت ارتباطات» با وزن ۰/۲۳۵ به‌ترتیب حائز بالاترین اهمیت از دیدگاه خبرگان هستند. این یافته مؤید این اصل بنیادین است که موفقیت هرگونه استراتژی پیچیده سازمانی، پیش از هر چیز، به تعهد، پشتیبانی و راهبری مدیریت ارشد و همچنین توانایی سازمان در ایجاد و حفظ شبکه‌ای کارآمد از روابط داخلی و خارجی وابسته است. نکته بسیار حائز اهمیت، تحلیل همزمان این اوزان با نتایج تحلیل دیمتل فازی است. نتایج دیمتل (جدول (۱۰) و شکل (۲)) نشان داد که هر دو معیار «عوامل مدیریتی» و «مدیریت ارتباطات» در گروه معیارهای علی (تأثیرگذار) قرار دارند. این هم‌راستایی، اهمیت استراتژیک این دو معیار را دو چندان می‌کند؛ آن‌ها نه تنها در مدل بیشترین وزن را دارند، بلکه به‌عنوان موتورهای محرک و توانمندساز کل سیستم عمل می‌کنند. این یافته با نتایج پژوهش [۱۵] که بر نقش محوری مدیریت استراتژیک در ایجاد فرهنگ رقابت‌پذیری و توسعه دانش به‌عنوان پیش‌نیاز بهبود عملکرد زنجیره‌تأمین تأکید داشت، کاملاً همخوانی دارد و اهمیت آن را در بستر زنجیره‌تأمین ناب نوآوری محور تقویت می‌کند.

جدول (۱۲). اولویت‌بندی نهایی معیارهای استراتژی‌های زنجیره‌تأمین ناب با تأکید بر نوآوری

| معیارهای اصلی              | وزن محلی | زیرمعیارها                                                             | نماد | وزن محلی | وزن نهایی | رتبه نهایی |
|----------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----------|------------|
| C1 حساسیت به بازار و مشتری | ۰/۱۷۹    | فرآیند و محصولات مشتری محور                                            | S11  | ۰/۲۱۶    | ۰/۰۳۸۶۶   | ۱۴         |
|                            |          | کاهش زمان چرخه تولید و پویایی توسعه محصول جدید                         | S12  | ۰/۲۲۶    | ۰/۰۴۰۴۵   | ۱۳         |
|                            |          | مدیریت با مشتری پویا و کارآمد                                          | S13  | ۰/۳۰۶    | ۰/۰۵۴۷۷   | ۸          |
|                            |          | نیازسنجی مشتریان و رفع نیازهای آن‌ها                                   | S14  | ۰/۲۵۲    | ۰/۰۴۵۱    | ۱۱         |
| C2 مدیریت ارتباطات         | ۰/۲۳۵    | شبکه سازی ارتباط با شرکا                                               | S21  | ۰/۲۶۴    | ۰/۰۶۲۰۴   | ۶          |
|                            |          | استراتژی راهبردی همکاری با تأمین کنندگان                               | S22  | ۰/۳۴۳    | ۰/۰۸۰۶    | ۴          |
|                            |          | انعطاف‌پذیری و جایگزین‌های مناسب تأمین کنندگان                         | S23  | ۰/۲۴۵    | ۰/۰۵۷۵۷   | ۷          |
|                            |          | روابط درونی و برونی براساس استراتژی برد-برد                            | S24  | ۰/۱۴۹    | ۰/۰۳۵۰۱   | ۱۶         |
| C3 مدیریت دانش و یادگیری   | ۰/۱۴۷    | یکپارچگی داده ها براساس امنیت اطلاعاتی                                 | S31  | ۰/۳۷     | ۰/۰۵۴۳۹   | ۹          |
|                            |          | اشتراک دانش براساس کاربست دانش                                         | S32  | ۰/۶۳     | ۰/۰۹۲۶۱   | ۳          |
| C4 عوامل مدیریتی           | ۰/۲۴۲    | تعهد و پشتیبانی مدیریت                                                 | S41  | ۰/۶۰۲    | ۰/۱۴۵۶۸   | ۱          |
|                            |          | مدیریت منابع غیرملموس (توانمندسازی منابع انسانی، سرمایه فکری)          | S42  | ۰/۳۹۸    | ۰/۰۹۶۳۱   | ۲          |
| C5 مدیریت فناوری           | ۰/۱۹۷    | استقرار سیستم های هوشمند مدیریت کیفیت                                  | S51  | ۰/۳۶۱    | ۰/۰۷۱۱۱   | ۵          |
|                            |          | هوشمندسازی لجستیک زنجیره‌تأمین                                         | S52  | ۰/۲۲۲    | ۰/۰۴۳۷۳   | ۱۲         |
|                            |          | به روز رسانی تجهیزات سازمانی                                           | S53  | ۰/۱۸۱    | ۰/۰۳۵۶۵   | ۱۵         |
|                            |          | استقرار سیستم های هوشمند مدیریت پروژه (بهینه سازی زمان، هزینه و کیفیت) | S54  | ۰/۲۳۶    | ۰/۰۴۶۴۹   | ۱۰         |

#### ۴. نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تدوین یک چارچوب جامع برای تحلیل و اولویت‌بندی پیشران‌های زنجیره تأمین ناب نوآوری محور در صنعت لبنیات ایران طراحی گردید. برای دستیابی به این هدف، سه سؤال اصلی در ابتدای تحقیق مطرح شد که یافته‌های پژوهش، پاسخ‌های روشنی برای هر یک از آن‌ها فراهم آورده است. در ادامه، نتایج نهایی در قالب پاسخ به این سؤالات جمع‌بندی می‌شود:

سؤال اول: مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر یک زنجیره تأمین ناب نوآور در صنعت لبنیات کدامند؟

این پژوهش پس از غربال‌گری از طریق روش دلفی فازی، پنج معیار اصلی و شانزده زیرمعیار کلیدی را به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر شناسایی کرد (رجوع شود به جدول (۲)). نتایج حاصل از فرآیند تحلیل شبکه فازی نشان داد که در سطح کلان، «عوامل مدیریتی» (با وزن ۰.۲۴۲) و «مدیریت ارتباطات» (با وزن ۰.۲۳۵) به‌عنوان مهم‌ترین و دارای بالاترین اولویت شناسایی شدند. این یافته مؤکد آن است که تعهد مدیریت ارشد و ایجاد روابط استراتژیک با شرکا، سنگ بنای موفقیت در این مسیر است.

در سطح عملیاتی و درمیان زیرمعیارها، یک یافته کلیدی و برخلاف انتظار آشکار شد: «تعهد و پشتیبانی مدیریتی» به‌عنوان کلیدی‌ترین عامل (رتبه اول) شناخته شد و بلافاصله پس از آن، «مدیریت منابع غیرملموس» در رتبه دوم قرار گرفت. این تسلط مطلق عوامل مدیریتی نشان می‌دهد که حمایت راهبردی و سرمایه‌گذاری بر سرمایه‌های فکری، نه یک عامل جانبی، بلکه مهم‌ترین پیشران عملیاتی است. پس از این دو، «اشتراک دانش براساس کاربرست دانش» در رتبه سوم قرار گرفت که بر اهمیت حیاتی جاری‌سازی دانش پس از ایجاد بستر مدیریتی تأکید دارد.

سؤال دوم: روابط علی و معلولی و ساختار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان این معیارها چگونه است؟

تحلیل دیمتل فازی ساختار پیچیده روابط درونی سیستم را آشکار ساخت. یافته‌ها نشان داد که معیارهای اصلی «عوامل مدیریتی»، «مدیریت ارتباطات» و «مدیریت فناوری» در گروه معیارهای علی قرار دارند. این معیارها موتورهای محرک و توانمندسازانی هستند که بهبود در آن‌ها، کل سیستم را به‌پیش می‌راند. در مقابل، «مدیریت دانش» و «حساسیت به بازار» به‌عنوان معیارهای معلول شناسایی شدند؛ یعنی این ابعاد، بیشتر نتایج و خروجی‌های یک سیستم کارآمد هستند تا محرک‌های اولیه آن.

در سطح زیرمعیارها، یک یافته کلیدی، شناسایی «یکپارچگی داده‌ها براساس امنیت اطلاعاتی» به‌عنوان یکی از بنیادی‌ترین عوامل علی بود. این بدان معناست که ایجاد یک زیرساخت اطلاعاتی امن و یکپارچه، پیش‌نیاز اساسی برای تحقق موفقیت‌آمیز سایر قابلیت‌ها نظیر اشتراک دانش، مدیریت کیفیت هوشمند و هوشمندسازی لجستیک است.

سؤال سوم: اولویت و وزن نسبی هر یک از این معیارها برای تخصیص

در مقابل، «مدیریت دانش و یادگیری» با کمترین وزن (۰/۱۴۷)، بیشترین تأثیرپذیری و کمترین تأثیرگذاری خالص را به خود اختصاص داده و در گروه معیارهای معلول (تأثیرپذیر) قرار گرفته است. این یافته به این معنا است که مدیریت دانش و یادگیری، خود نتیجه و برآیند یک سیستم کارآمد است. زمانی که مدیریت متعهد باشد (عامل علی)، روابط با شرکا به‌درستی شکل گرفته باشد (عامل علی) و فناوری مناسب به‌کار گرفته شود (عامل علی)، بستر برای مدیریت مؤثر دانش و یادگیری در سازمان فراهم می‌شود. این تفسیر با دیدگاه مبتنی بر توانمندی‌های سازمانی که مدیریت دانش را به‌عنوان محصولی از زیرساخت‌های فناورانه و فرهنگی سازمان معرفی می‌کند، کاملاً سازگار است [۲]. همچنین، «حساسیت به بازار و مشتری» نیز به‌عنوان یک معیار معلول شناسایی شد و نشان می‌دهد درک صحیح و پاسخ‌گویی به نیازهای بازار، خود محصول نهایی یک زنجیره تأمین یکپارچه، نوآور و کارآمد است.

نتایج رتبه‌بندی نهایی زیرمعیارها در جدول (۱۲) نشان می‌دهد دو زیرمعیار اصلی عوامل مدیریتی، یعنی «تعهد و پشتیبانی مدیریتی» (S41) و «مدیریت منابع غیرملموس» (S42) به‌ترتیب رتبه‌های اول و دوم را به خود اختصاص داده‌اند. این یافته، تحلیل نتایج دیمتل و ANP را تکمیل کرده و آن را قدرتمندتر می‌سازد. نه تنها معیار «عوامل مدیریتی» بیشترین وزن و خاصیت علی را دارد، بلکه زیرمجموعه‌های عملیاتی آن نیز به‌عنوان کلیدی‌ترین پیشران‌ها در کل سیستم شناسایی شده‌اند. این نشان می‌دهد که در زمینه نوآوری، هرگونه حرکت استراتژیک، پیش از هر چیز، به اراده، حمایت مستقیم و سرمایه‌گذاری مدیریت ارشد بر منابع انسانی و فکری وابسته است. در حالی که تحقیقات کلاسیک در زمینه زنجیره تأمین ناب ممکن است بیشتر بر ابزارهای فنی مانند تولید به‌موقع یا کانبان تأکید داشته باشند [۱۰]، نتایج ما نشان می‌دهد که در پارادایم نوین ناب نوآوری محور، لایه راهبری و مدیریتی از اولویت بالاتری برخوردار است؛ یافته‌ای که اهمیت آن در منبع [۲۴] نیز در زمینه صنایع با فناوری بالا گزارش شده است.

پس از این دو عامل محوری، «اشتراک دانش براساس کاربرست دانش» (S32) در رتبه سوم قرار می‌گیرد. این جایگاه نشان می‌دهد که پس از فراهم شدن بستر مدیریتی، مهم‌ترین عامل بعدی، ایجاد فرهنگ و زیرساختی است که دانش فنی، بازار و فرآیند به‌راحتی میان کارکنان و شرکا به اشتراک گذاشته شده و مبنای تصمیم‌گیری قرار گیرد. «استراتژی راهبردی همکاری با تأمین‌کنندگان» (S22) و «استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت کیفیت» (S51) در رتبه‌های چهارم و پنجم قرار دارند. این نتایج که بر پیوند میان همکاری با تأمین‌کننده و تضمین کیفیت از طریق فناوری تأکید دارند، هم‌راستا با اهمیت بالای معیارهای اصلی «مدیریت ارتباطات» و «مدیریت فناوری» بوده و با مدل‌های گسترش مدیریت کیفیت در زنجیره تأمین که در پژوهش [۱۸] ارائه شده، مطابقت دارد.

منابع و برنامه‌ریزی استراتژیک چقدر است؟

یافته‌های این پژوهش یک نقشه راه عملی و اولویت‌بندی‌شده برای تخصیص منابع و تمرکز استراتژیک مدیران صنعت لبنیات برای تحول زنجیره تأمین ارائه می‌دهد:

اولویت اول (بنیان‌گذاری و راهبری): سرمایه‌گذاری اولیه باید بر معیارهای علی و دارای وزن بالا متمرکز شود. به‌طور مشخص، جلب تعهد کامل مدیریت ارشد و بازنگری در منابع ناملموس به‌عنوان دو اولویت مطلق شناسایی شدند. این دو، پیشران‌های اصلی کل سیستم هستند.

اولویت دوم (ایجاد زیرساخت و قابلیت‌ها): همزمان با پس از گام اول، تخصیص منابع برای ایجاد زیرساخت‌های اطلاعاتی یکپارچه و امن، توسعه فرهنگ اشتراک دانش کاربردی و بنا نهادن روابط استراتژیک با تأمین‌کنندگان ضروری است. این عوامل، بستر توانمندساز برای مراحل بعدی هستند.

اولویت سوم (بهره‌برداری و برداشت نتایج): با ایجاد بنیان مدیریتی و زیرساخت مناسب، سازمان می‌تواند بر بهبود معیارهای معلول تمرکز کند. ارتقای حساسیت به بازار کاهش زمان چرخه تولید و استقرار سیستم‌های هوشمند کیفیت نتایجی هستند که در این مرحله قابل دستیابی خواهند بود.

در مجموع، این پژوهش نشان‌داد که دستیابی به زنجیره تأمین ناب نوآور، یک فرآیند خطی نیست، بلکه یک تحول سیستمی است که موفقیت در آن نیازمند تمرکز استراتژیک و قاطع بر پیشران‌های مدیریتی، ایجاد زیرساخت‌های فناورانه و ارتباطی، و درنهایت، بهره‌برداری از این بستر برای ارتقاء قابلیت‌های دانش محور و پاسخ‌گویی به بازار است.

## ۵. محدودیت‌های پژوهش

با وجود تلاش برای رعایت دقت و جامعیت، این پژوهش با محدودیت‌هایی روبه‌رو است که باید در تعمیم نتایج مدنظر قرار گیرند: محدودیت تعمیم‌پذیری: این پژوهش به‌صورت مطالعه موردی در صنعت لبنیات ایران انجام شده است. بنابراین، تعمیم مستقیم اولویت‌ها و ساختار روابط به سایر صنایع یا زمینه‌های جغرافیایی ممکن است با احتیاط همراه باشد.

اتکاء بر قضاوت‌های ذهنی: رویکرد به‌کار رفته کاملاً مبتنی بر جمع‌آوری و تحلیل نظرات و قضاوت‌های ذهنی پانل خبرگان است. اگرچه از روش‌های فازی برای مدیریت ابهام استفاده شد، اما ماهیت داده‌ها همچنان کیفی است.

ماهیت ایستا: تحلیل انجام‌شده یک تصویر مقطعی از وضعیت فعلی ارائه می‌دهد. درحالی‌که اهمیت و روابط میان معیارها ممکن است تحت تأثیر تغییرات تکنولوژیک، اقتصادی و بازار در طول زمان دستخوش تغییر شود.

## ۶. پیشنهادها برای تحقیق‌های آتی

براساس یافته‌ها و محدودیت‌های پژوهش حاضر، موضوعات زیر برای

تحقیق‌های آتی پیشنهاد می‌گردد:

اجرای مدل در سایر صنایع: پیاده‌سازی این چارچوب مفهومی و روش‌شناختی در صنایع دیگر (مانند دارویی، خودروسازی) و مقایسه نتایج می‌تواند به اعتبارسنجی و توسعه مدل کمک کند.

تلفیق با داده‌های عملکردی کمی: پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، رابطه میان معیارهای شناسایی‌شده و شاخص‌های عملکردی واقعی شرکت‌ها (مانند سودآوری، سهم بازار، نرخ معرفی محصول جدید) با استفاده از روش‌هایی مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری مورد آزمون قرار گیرد تا اعتبار تجربی مدل تأیید شود.

بررسی موانع پیاده‌سازی: انجام یک پژوهش کیفی برای شناسایی و تحلیل عمیق موانع فرهنگی، سازمانی و فنی پیش‌روی پیاده‌سازی هر یک از این معیارهای کلیدی در شرکت‌های ایرانی می‌تواند مکمل ارزشمندی برای این تحقیق باشد.

## مراجع

- [۱] شفیع، ف.، کاظمی، ع.، جعفرنژاد، ا.، سازور، ز.، و عموزاد مهدیرجی، ح. (۱۳۹۹). «ارائه یک مدل بهینه‌سازی استوار زنجیره تأمین پایدار برای محصولات فسادپذیر لبنی». پژوهش در مدیریت تولید و عملیات، ۱۱ (۳): ۴۶-۱۷.  
<https://doi.org/10.22108/jpom.2021.124952.1290>
- [۲] عابدینی، م.، محمدعلی پور، ن.، شاه منصوری، ا.، و ربیعی، م. (۱۴۰۳). «سناریوهای امکان پذیر زنجیره تأمین پایدار در صنایع لبنی با رویکرد آینده‌پژوهی». فصلنامه ارزش آفرینی در مدیریت کسب و کار، ۴ (۲): ۲۰۱-۲۲۲.  
<https://doi.org/10.22034/jvcbm.2024.412591.1165>
- [۳] صفائی قادیکلایی، ع.، اکبرزاده، ز. ا.، و احمدی، ا. (۱۳۹۱). «ارزیابی مقایسه‌ای استراتژی‌های زنجیره‌ای تأمین ناب، چابک و ناب-چابک». پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۳ (۶): ۸۳-۱۰۲.  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086237.1390.3.6.4.3>
- [4] Shah, S. R., & Ganji, E. N. (2017). "Lean production and supply chain innovation in baked foods supplier to improve performance." British Food Journal, 119(11): 2421-2447.  
<https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2017-0122>
- [۵] کاویانی چراتی، م.، قدسی پور، س. ح.، و قیدرخلجانی، ج. (۱۳۹۷). «چابکی در زنجیره تأمین رقابتی با در نظر گرفتن رفتار مشتریان استراتژیک». نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۶ (۱۲): ۳۳-۴۷.  
<https://doi.org/10.22084/ier.2018.12640.1574>
- [۶] شیخ سجادی، م.، و بهمنی تبریزی، م. (۱۳۹۹). «ارایه مدل توسعه تأمین‌کنندگان برای پایداری زنجیره تأمین: مطالعه موردی». پژوهش در مدیریت تولید و عملیات، ۱۱ (۱): ۴۵-۶۹.  
<https://doi.org/10.22108/jpom.2020.118896.1217>
- [7] Nikneshan, P., Shahin, A., & Davazdahemami, H. (2024). "Proposing a framework for analyzing the effect of lean and agile innovation on lean and agile supply chain." International Journal of Quality &

- consequences for operational performance and competitiveness.” *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(1): 67-86. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2022-0315>
- [17] Rossini, M., Ahmadi, A., & Staudacher, A. P. (2024). “Integration of Lean Supply Chain and Industry 4.0.” *Procedia Computer Science*, 232: 1673-1682. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.165>
- [18] Mahdikhani, M. (2023). “Total quality management and lean six sigma impact on supply chain research field: systematic analysis.” *Total Quality Management & Business Excellence*, 34(15-16): 1921-1939. <https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2214506>
- [19] Agyabeng-Mensah, Y., Ahenkorah, E., Afum, E., & Owusu, D. (2020). “The influence of lean management and environmental practices on relative competitive quality advantage and performance.” *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(7): 1351-1372. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2019-0443>
- [20] De Giovanni, P., & Cariola, A. (2021). “Process innovation through industry 4.0 technologies, lean practices and green supply chains.” *Research in Transportation Economics*, 90: 100869. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100869>
- [21] Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2021). “Analyzing barriers of Green Lean practices in manufacturing industries by DEMATEL approach.” *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(1): 176-198. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2020-0053>
- [22] Jalali, M., Feng, B., & Feng, J. (2022). “An Analysis of Barriers to Sustainable Supply Chain Management Implementation: The Fuzzy DEMATEL Approach.” *Sustainability*, 14(20): 13622. <https://doi.org/10.3390/su142013622>
- [۲۳] صانعی، م.، و سیف برقی، م. (۱۴۰۲). «ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار با ترکیبی از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره و بهره‌گیری از تابع زیان تاگوچی در تعیین امتیازات نهایی». *نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید*، ۱۰ (۲۱): ۱۵۱-۱۶۹. <https://doi.org/10.22084/ier.2023.27176.2106>
- [۲۴] متولی، س. ح.، نظری زاده، ف.، و میرشاه ولایتی، ف. (۱۴۰۳). «شناسایی و ارزیابی گزینه‌های استراتژیک پیشروی تاب‌آوری زنجیره تأمین شرکت لبنی کاله». *مهندسی سیستم و بهره‌وری*، ۳ (۴): ۱۰۶-۱۳۵. <https://doi.org/10.22034/msb.2024.2021449.1176>
- Reliability Management, 41(1): 291-323. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-04-2022-0143>
- [8] Rossini, M., Powell, D. J., & Kundu, K. (2023). “Lean supply chain management and Industry 4.0: a systematic literature review.” *International Journal of Lean Six Sigma*, 14(2): 253-276. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2022-0222>
- [9] Si, S., Hall, J., Suddaby, R., Ahlstrom, D., & Wei, J. (2023). “Technology, entrepreneurship, innovation and social change in digital economics.” *Technovation*, 119: 102484. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102484>
- [10] Waqas, M., Honggang, X., Ahmad, N., Khan, S. A. R., Ullah, Z., & Iqbal, M. (2022). “Triggering sustainable firm performance, supply chain competitive advantage, and green innovation through lean, green, and agile supply chain practices.” *Environmental Science and Pollution Research*, 29(12): 17832-17853. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16707-z>
- [11] Lewis, M. A. (2000). “Lean production and sustainable competitive advantage.” *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8): 959-978. <https://doi.org/10.1108/01443570010332971>
- [12] Belhadi, A., Kamble, S. S., Venkatesh, M., Jabbour, C. J. C., & Benkhalti, I. (2022). “Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: An ambidextrous perspective on the dynamic capability view.” *International Journal of Production Economics*, 249: 108516. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108516>
- [13] Feiz Abadi, J., Gligor, D. M., Motlagh, S. A., & Srivastava, R. (2024). “When and under what conditions ambidextrous supply chains prove effective? Insights from simulation and empirical studies.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 183: 103461. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103461>
- [14] Meidute-Kavaliauskiene, I., Cebeci, H. I., Ghorbani, S., & Činčikaitė, R. (2021). “An Integrated Approach for Evaluating Lean Innovation Practices in the Pharmaceutical Supply Chain.” *Logistics*, 5(4): 74. <https://doi.org/10.3390/logistics5040074>
- [15] Hult, G. T. M., Ketchen, D. J., & Arrfelt, M. (2007). “Strategic supply chain management: Improving performance through a culture of competitiveness and knowledge development.” *Strategic Management Journal*, 28(10): 1035-1052. <https://doi.org/10.1002/smj.627>
- [16] Garcia-Buendia, N., Moyano-Fuentes, J., Maqueira, J. M., & Avella, L. (2023). “The lean supply chain management response to technology uncertainty:

## Identifying and Prioritizing Key Factors of Innovation-Driven Lean Supply Chain: A Hybrid Fuzzy Delphi-DEMATEL Approach (Case Study: Pegah Fars Co.)

Ali Dehghani Filabadi<sup>1</sup>, Hossein Nahid Titkanlue<sup>2\*</sup>, Leila Naderi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> M.A. in Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

### ARTICLE INFO

#### *Article history:*

Received: 2025/07/20

Revised: 2025/08/31

Accepted: 2025/09/09

#### *Keywords:*

Lean Supply Chain

Innovation

Fuzzy Delphi

Fuzzy Dematel

Fuzzy Analytic Network Process  
(FANP)

Pegah Fars Company

### ABSTRACT

This study has been conducted with the aim of identifying, structurally analyzing, and prioritizing the drivers of an innovation-oriented lean supply chain within the Iranian dairy industry. With an applied nature, this research seeks to provide a strategic framework for managers to simultaneously improve operational efficiency and innovation capability when facing the complex challenges of this industry. The research methodology is a three-stage hybrid process, including Fuzzy Delphi for screening and validating criteria, Fuzzy DEMATEL for analyzing causal relationships, and the Fuzzy Analytic Network Process for determining final weights and prioritization. Data were collected from an expert panel composed of senior industry managers and university professors. The results indicated that Managerial Factors (with a weight of 0.242), as the most influential causal criterion, form the primary foundation for success in this system. The analysis of the final weights also proved this dominance at the operational level, such that Management Commitment and Support and Intangible Resource Management significantly secured the highest absolute priorities. This finding emphasizes the pivotal role of leadership and investment in intellectual assets as the most active drivers of transformation. Structural analyses also confirmed that Managerial Factors, Relationship Management, and Technology Management are the driving engines of the entire system. This research outlines a practical roadmap for managers, according to which a strategic focus on strengthening managerial foundations is the necessary prerequisite for creating technological and relational infrastructures and, ultimately, for enhancing knowledge-based capabilities and innovative market responsiveness.

\* Corresponding author. H. Nahid Titkanlue  
Tel.: 09125578973; E-mail: [Hossein\\_Nahid@pnu.ac.ir](mailto:Hossein_Nahid@pnu.ac.ir)