

## اولویت‌بندی ریسک پایداری زنجیره تامین در صنایع خودرو

### نوع مقاله: پژوهشی

مجید نظرزاده<sup>۱</sup>

محمد پاسبان<sup>۲</sup>

مجید باقرزاده خواجه<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۹

#### چکیده

هدف این تحقیق، مطالعه ابعاد، مفهوم و مصادیق و الویت بندی ریسک‌های پایداری در زنجیره تامین صنایع خودرو کشور می باشد پژوهش از راهبرد کیفی و کمی بهره گرفته، تحلیل کیفی با روش تحلیل مضمون انجام شده است. مشارکت کنندگان پژوهش مدیران و کارشناسان صنایع خودرو سازی و قطعه سازی بوده که ۲۶ نفر از آنها با روش نمونه گیری قضاوتی انتخاب شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از چارچوب براون و کلارک (۲۰۰۶) استفاده شد. تحلیل کمی با استفاده از دلفی فازی برای اولویت بندی ریسک ها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که هشت ریسک اصلی (ریسک‌های مالی و اقتصادی، نوآوری و رقابت پذیری، مدیریت زنجیره تامین سبز، ریسک‌های زنجیره تامین جهانی، ریسک‌های تکنولوژیکی، اجتماعی و نیروی کار، قانونی و مقرراتی و بهداشتی نیروی کار) روی پایداری در زنجیره تامین تاثیر منفی داشته و از نظر اهمیت ریسک نوآوری و رقابت پذیری اولویت اول، ریسک بهداشتی نیروی کار اولویت آخر را کسب نموده اند. این نتایج بر اهمیت توجه به استراتژی‌های مالی و نوآوری در زنجیره تامین تأکید می‌کند و نیاز به مدیریت جامع و هماهنگ ریسک‌ها را روشن می‌سازد.

واژه های کلیدی: ریسک، پایداری، زنجیره تامین، صنایع خودرو، دلفی فازی

طبقه بندی JEL: L62, Q56, M11, L14

4939922766@iau.ir

<sup>۱</sup> گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

1532609736@iau.ir

<sup>۲</sup> گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول).

1738858839@iau.ir

<sup>۳</sup> گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

## مقدمه

صنعت خودرو به عنوان یکی از صنایع پیشرو و اشتغال‌زای کشور، نقش حیاتی در اقتصاد ایران ایفا می‌کند. با این حال، این صنعت در سال‌های اخیر با چالش‌های متعددی در زمینه پایداری زنجیره تأمین مواجه شده است. اگرچه مطالعات زیادی به بررسی ریسک‌های عمومی زنجیره تأمین پرداخته‌اند، اما کمتر پژوهشی به طور خاص به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پایداری در این صنعت پرداخته است (سعیدی فر و همکاران، ۱۴۰۳).

ریسک یکی از مفاهیم اولیه بازارهای مالی و صنعتی است. ماهیت بازارهای مالی و صنعتی با ریسک عجین شده است. ابزارهای مختلفی که در بازارهای مالی و سرمایه‌گذاری مورد معامله قرار می‌گیرند بدون استثنا با مقادیری از ریسک همراه هستند؛ بنابراین باید بدانیم تعریف و مفهوم ریسک چیست؛ چند نوع دارد؛ چگونه می‌توان آن را کنترل کرد و کاهش داد (اکای و همکاران، ۲۰۲۴).

ارزیابی ریسک پایداری در دهه‌های اخیر هم از جانب مجامع علمی و هم مدیران و دیگر استفاده‌کنندگان مورد توجه بسیار قرار گرفته است. متدها و تکنیک‌های بسیاری جهت ارزیابی ریسک ایجاد شده است که هر کدام مجموعه‌ای از شاخص‌ها را جهت ایجاد توازن در دیدگاه‌های سنتی و تک بعدی به ریسک معرفی می‌نمایند. اما علی‌رغم تمامی این پیشرفت‌ها در ارزیابی ریسک، بسیاری از سازمانها همچنان بر شاخص‌های عملکرد سنتی و مالی متکی هستند (چن و همکاران، ۲۰۲۵).

با افزایش رقابت در عرصه تولید و خدمات، سازمانها به شاخصها و الگوهای برای بررسی ریسک خود نیاز پیدا کردند. بروز چنین نیازی و کارایی نداشتن سیستم‌های اندازه‌گیری با عملکرد سنتی، باعث خلق مدل‌های جدید ارزیابی ریسک در سطح سازمانها شد. شرکت‌های کوچک و متوسط به دلیل سهم بزرگ اقتصادی آنها و همچنین به دلیل نقش آنها به عنوان یک بخش جذب‌کننده شغل در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه کمک‌کنندگان مهمی به اقتصاد جهانی هستند (بین‌آبادی و همکاران، ۲۰۲۴).

امروزه الزامات پایداری تنها به عنوان یک انتخاب داوطلبانه نیست، بلکه به یک ضرورت استراتژیک تبدیل شده است. با تشدید مقررات زیست‌محیطی، افزایش آگاهی اجتماعی و فشارهای رقابتی جهانی، مدیریت ریسک‌های پایداری برای بقا و موفقیت صنعت خودروسازی حیاتی است (دی اولیوریا و همکاران، ۲۰۲۴).

در حال حاضر، صنعت خودروایران با چالش‌های متعددی از جمله: (وابستگی شدید به تأمین‌کنندگان خارجی، تحریم‌های بین‌المللی، فشارهای زیست‌محیطی، نیاز به تطابق با استانداردهای جهانی، تغییرات سریع فناوری) روبرو است که هر یک از این چالش‌ها می‌تواند به عنوان یک ریسک برای پایداری زنجیره تأمین عمل کند.

مشکل اصلی این است که تاکنون مطالعه جامعی که به طور همزمان تمام ابعاد ریسک‌های پایداری (زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی، فناوری، قانونی و زنجیره تأمین) را در صنعت خودرو ایران مورد

بررسی قرار دهد، انجام نشده است. این خلأ پژوهشی باعث شده است که مدیران و تصمیم‌گیران این صنعت فاقد نقشه راه جامع و علمی برای مدیریت یکپارچه ریسک‌های پایداری باشند. عدم وجود چنین مطالعه‌ای منجر به (تخصیص نادرست منابع، از دست دادن فرصت‌های رقابتی، عدم انطباق با استانداردهای بین‌المللی، کاهش اعتبار برند، افزایش هزینه‌های عملیاتی) می‌شود. به طور خلاصه، ضرورت و ارزش این پژوهش، از دو بعد قابل طرح است: ضرورت کاربردی و مدیریتی (برای صنعت خودرو): یافته‌های این تحقیق به مدیران ارشد شرکتی مانند ایران خودرو و سایپا کمک می‌کند تا ریسک‌های پراولویت را شناسایی کرده و منابع محدود خود را به صورت بهینه برای مدیریت آنها تخصیص دهند. این امر به ویژه در شرایط تحریم و کمبود منابع، حیاتی است. ضرورت اجتماعی و زیست‌محیطی: این تحقیق با کمک به شرکت‌ها برای عمل به این مسئولیت، به توسعه پایدار محلی و ملی کمک می‌کند. شناسایی و مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی (مانند آلودگی هوا و آب) به طور مستقیم بر سلامت عمومی و کیفیت زندگی جامعه تأثیر می‌گذارد. توجه به ریسک‌های اجتماعی (مانند شرایط کاری و برابری جنسیتی) منجر به عدالت اجتماعی بیشتر در محیط کار و جامعه می‌شود. بر همین اساس، پرسش‌های پژوهش به صورت ذیل مطرح می‌شود: اولویت بندی عناصر اساسی ریسک پایداری زنجیره تامین در صنایع خودرو چگونه است؟

### ۱- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

ریسک، بخشی جدایی‌ناپذیر از تمامی فعالیتهای تجاری است و مدیریت اثربخش آن، نه تنها در رابطه با پیشگیری از مشکلات مالی و انجام بودجه بندی سرمایه ای به شرکت کمک میکند، بلکه فرایند تصمیمگیری را نیز بهبود می بخشد. در واقع یکی از اصلی ترین وظایف مدیریت، سروکار داشتن با ریسک اختصاصی (ریسک غیر سیستماتیک) است (گوپتا و همکاران، ۲۰۲۴). ریسک پذیری، نقش بسیار بااهمیتی در حفظ مزیت رقابتی شرکتها دارد و میتواند آنها را به سمت رشد اقتصادی بالاتر رهنمون سازد. شرکتها در محیط رقابتی، استراتژیهای مختلفی را دنبال میکنند تا از این طریق سهم خود را در بازار افزایش داده و موانعی را برای ورود دیگران ایجاد نمایند (تادیک و کمادینا، ۲۰۲۴). ریسک پایداری زنجیره تامین به رویدادها یا شرایط غیرقطعی داخلی و خارجی اشاره دارد که احتمال دستیابی به اهداف پایداری (شامل ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) در سراسر زنجیره تامین را کاهش داده و ممکن است منجر به زیان‌های مالی، آسیب به اعتبار برند، یا کاهش قابلیت رقابت شود. این ریسک‌ها ناشی از وابستگی متقابل پیچیده بین شرکای زنجیره تامین، فشارهای ذینفعان و چالش‌های محیطی است (رمضانی، ۱۴۰۱).

#### جدول ۱. پیشینه تحقیق

پژوهشگر	سال	نتایج	روش تحقیق
---------	-----	-------	-----------

کیفی مصاحبه موردی	دریافته اند که این مطالعه ۳۴ مورد از عوامل مؤثر بر ریسک (ERFs)، از جمله کمبود نیمه‌هادی‌ها، بیماری‌های همه‌گیر و اختلالات زیرساخت اطلاعاتی را شناسایی کرده و تأثیر آنها را بر شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) مانند قطعات مفقود شده، سفارشات معوق، حمل و نقل‌های ویژه و تحویل‌های اشتباه ارزیابی می‌کند. این مطالعه با گسترش چارچوب سنتی PESTLE با ابعاد حمل و نقل و مواد، استراتژی‌های عملی را برای کاهش خطرات و تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین در محیط‌های بی‌ثبات ارائه می‌دهد.	۲۰۲۵	گوپتا و همکاران
کیفی مصاحبه	دریافته اند که که مرحله شناسایی ریسک، مرتبط‌ترین مرحله در فرآیند SCRМ محسوب می‌شود و ۵۶ درصد از کارشناسان آن را در اولویت قرار داده‌اند. در مورد ابزارها، تکنیک‌های ISO 31010 که به ترتیب اولویت برای SCRМ در تأمین‌کنندگان مناسب‌ترین هستند، FMEA، SWIFT و تحلیل علت و معلول هستند که به دلیل توانایی‌شان در شناسایی و پیشگیری از شکست‌ها، برجسته هستند.	۲۰۲۴	دی اولوبوریا و همکاران
کیفی مشاهده و مصاحبه	دریافتند که این مطالعه یک رویکرد یکپارچه مبتنی بر داده ارائه می‌دهد که برای رسیدگی به این چالش‌ها طراحی شده است. با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته هوش مصنوعی، از جمله شبکه‌های عصبی کانولوشنی و بازگشتی که با الگوریتم بهینه‌سازی شعله پروانه (MFO) بهینه شده‌اند، ما مقادیر تقاضا برای قطعات خودرو را به طور دقیق پیش‌بینی می‌کنیم. از طریق اعتبارسنجی تجربی با تولیدکنندگان قطعات خودرو در ایران، مدل ما به نرخ دقت چشمگیر بیش از ۹۰٪ دست می‌یابد. متعاقباً، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) تأمین‌کنندگان را نه تنها بر اساس مقادیر تقاضا، بلکه بر اساس تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی آنها نیز ارزیابی می‌کند و میانگین امتیاز کارایی حاصل ۰,۷۵ است. روش بهترین-بدترین (BWM) انتخاب تأمین‌کننده را بیشتر اصلاح می‌کند و منجر به شناسایی تأمین‌کنندگان برتر با میانگین امتیاز ۰,۸ می‌شود. این رویکرد جامع، تولیدکنندگان قطعات خودرو را قادر می‌سازد تا فرآیندهای برنامه‌ریزی تولید را بهینه کنند و در عین حال با اهداف توسعه پایدار همسو باشند. کاربرد موفقیت‌آمیز مدل ما، پتانسیل متحول‌کننده ادغام تجزیه و تحلیل کسب‌وکار و هوش مصنوعی در صنعت خودرو به سمت پایداری را برجسته می‌کند.	۲۰۲۳	بین آبادی و همکاران
کیفی/	دریافتند که ریسک‌های زیست محیطی به دو دسته کلی درون‌زا و	۱۴۰۴	رحمانی

مصاحبه نیمه ساخت مند	برون زا طبقه بندی شده اند و یک طبقه بندی مکمل نیز بر مبنای ماهیت و حوزه اثر شامل ریسک های آلاینده، اکولوژیکی، اقلیمی، عملیاتی و نظارتی ارائه گردیده است. تحلیل پیامدها نیز نشان می دهد که این ریسک ها می توانند موجب آسیب به شهرت برند، خسارات مالی، اختلال عملیاتی، تعارض با ذینفعان، واکنش های عمومی و عواقب حقوقی شوند.		دادوکلائی و شعبان پسندی
کیفی مشاهده و مصاحبه	دریافتند که چالش های مرتبط با شاخص اقتصادی در اولویت نخست، شاخص زیست محیطی در رتبه دوم و چالش های مربوط به شاخص اجتماعی در رتبه سوم قرار گرفتند. در اولویت بندی زیرمعیارها؛ در شاخص اقتصادی چالش فناوری باتری خودروهای برقی در رتبه اول، چالش قیمت محصول در رتبه دوم قرار گرفت. در زیرمعیار مربوط به چالش زیست محیطی، چالش پذیرش اجتماعی در اولویت اول و چالش خدمات پس از فروش در رتبه بعدی قرار گرفت. در چالش عوامل اجتماعی مؤلفه های آلودگی محیط زیستی باتری خودروهای برقی در اولویت نخست و بازیافت باتری در اولویت دوم قرار گرفتند.	۱۴۰۳	کردرستمی

منبع: نتایج تحقیق

## ۲- روش شناسی

این پژوهش از نظر هدف، از نوع مطالعات توسعه ای- کاربردی به شمار می رود و از نظر ماهیت داده ها، از نوع پژوهش های کیفی و کمی می باشد. بخش نخست تحقیق حاضر با روش کیفی استقرایی از طریق روش تحلیل مضمون براون و کلارک (۲۰۰۶) با استفاده از مصاحبه نیمه ساخت مند انجام شده است. تحلیل مضمون براون و کلارک شامل شش مرحله، آشنایی با داده ها، کدگذاری، ایجاد مضامین، بررسی مضامین، تعریف و نام گذاری مضامین، نوشتن گزارش پایانی می باشد (دانایی فرد و کاظمی، ۲۰۱۱). در این بخش، از روش نمونه گیری هدفمند (گلوله برفی) استفاده شده است. این روش به پژوهشگر امکان می دهد تا افراد آگاه و مطلع در زمینه پایداری زنجیره تامین را شناسایی کند. با توجه به ماهیت پژوهش کیفی و فرآیند اشباع نظری، تعداد دقیق نمونه ها از قبل مشخص نمی شود، بلکه مصاحبه ها تا زمانی ادامه می یابد که داده های جدید، به بینش های تازه منجر نشوند (نقطه اشباع). بر اساس مطالعات پیشین، معمولاً تعداد ۱۵ تا ۲۵ نفر برای رسیدن به اشباع در مصاحبه های عمیق کافی است (خنایف و مسلمی، ۱۴۰۱). در این پژوهش، با ۲۶ نفر از خبرگان مدیران و کارشناسان اساتید در صنعت خودرو سازی و قطعه سازی که آشنایی کامل در حوزه تامین و تدارکات بوده اند، مصاحبه انجام شده است. در قسمت کمی برای اولویت بندی از دلفی فازی استفاده شده است.

معیارهای انتخاب خبرگان:

- ۱- مدرک کارشناسی ارشد و دکتری ،
- ۲- دارای سوابق درخشان در صنعت خودرو سازی و قطعه سازی،
- ۳- حداقل 10 سال سابقه کار مرتبط در این زمینه و آشنایی نسبتاً کامل در حوزه تامین و تدارکات و محیط زیست و استانداردها و قوانین .

روایی و پایایی سوالات :

در این پژوهش برای بررسی روایی ، یافته های پژوهش را برای مشارکت کنندگان ارائه و متن نظریه توسط آنها مطالعه و نقطه نظرات آنها اعمال شد . در پایان مدل پژوهش توسط اساتید با استفاده از روش تعیین ضریب نسبی روایی محتوا ( CVR ) مورد مطالعه و بازبینی قرار گرفت. پرسشنامه CVR برای ۲۶ نفر از افراد متخصص در حوزه پایداری زنجیره تامین ارسال و ضریب CVR مطابق فرمول زیر محاسبه شد.

$$CVR = \frac{nE - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

در این رابطه En تعداد متخصصانی است که به گزینه ضروری پاسخ داده اند و N تعداد کل متخصصان است. از آنجایی که مقدار محاسبه شده آیتیم ها مطابق با این فرمول بزرگتر از ۰/۳۹ بود ، بنابراین روایی محتوای کمی پرسشنامه ( با ۳۶ سوال ) تایید می شود (خنیفر و مسلمی، ۱۴۰۱).

جدول ۲. شاخص نسبت روایی محتوایی (CVR)

شماره سوال	تعداد خبرگانی که گزینه ضروری را انتخاب کرده اند	CVR	شماره سوال	تعداد خبرگانی که گزینه ضروری را انتخاب کرده اند	CVR
1	۲۲	0.69	21	19	0.461
2	21	0.62	22	19	0.461
3	23	0.769	23	20	0.538
4	25	0.923	24	21	0.62
5	19	0.461	25	24	0.695
6	22	0.692	26	20	0.538
7	19	0.461	27	22	0.692
8	23	0.769	28	22	0.692
9	22	0.692	29	24	0.730
10	20	0.538	30	23	0.769

0.538	20	31	0.461	19	11
0.461	19	32	0.538	20	12
0.461	19	33	0.923	25	13
0.538	20	34	0.769	23	14
0.923	25	35	0.62	21	15
0.461	19	36	0.692	22	16
			0.769	23	17
			0.62	21	18
			0.692	22	19
			0.461	19	20

منبع: نتایج تحقیق

### ۳- یافته‌های پژوهش

پژوهش حاضر با هدف اولویت بندی ریسک پایداری زنجیره تامین در صنایع خودرو انجام شده است. برای شناسایی شاخص‌ها و معیارهای موثر در این الگو، از مصاحبه با مدیران، کارشناسان و اساتید دانشگاه استفاده شده است. داده‌ها با روش تحلیل محتوای کیفی و کدگذاری کلارک و براون تجزیه و تحلیل شدند. در این فرآیند، محتوای مصاحبه‌ها به متن تبدیل شده و پاسخ‌ها بر اساس سوالات تحقیق طبقه‌بندی شدند. پس از کدگذاری اولیه، کدها بازبینی و تم‌های فرعی و اصلی تعریف شدند. داده‌های جمع‌آوری شده از مصاحبه با ۲۶ نفر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و کدهای اولیه استخراج شدند.

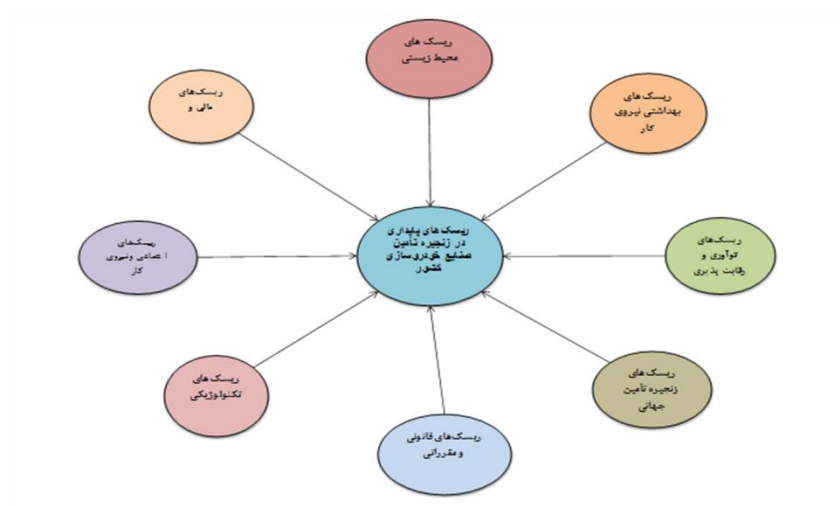
#### جدول ۳. تم‌های اصلی و فرعی مستخرج از متون مصاحبه‌ها با خبرگان

ارجاعات	تم فرعی (کدهای اولیه)	تعداد کد	تم اصلی
۱۱۹	آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای مصرف انرژی بالا در فرایند تولید آلودگی آب و استفاده نادرست از منابع طبیعی تولید زباله و بازیافت ناکارآمد تخریب زیست‌بوم‌ها	۵	ریسک محیط زیستی
۱۲۸	نوسانات قیمت مواد اولیه، افزایش هزینه‌های تولید، نرخ ارز متغیر و اثرات تحریم‌ها، عدم دسترسی به بازارهای جهانی و بحران‌های مالی،	۵	ریسک‌های مالی و اقتصادی

	کاهش تقاضا و قیمت ناپایدار سوخت		
۱۲۱	تأمین نیروی کار ماهر و مهاجرت ، شرایط نامناسب کاری و کمبود امنیت شغلی، رعایت نکردن استانداردهای حقوق بشر و نابرابری جنسیتی، نبود سیاست‌های پایداری اجتماعی، مسائل تنوع فرهنگی در محیط کار	۵	ریسک‌های اجتماعی و نیروی کار
۱۲۵	نبود زیرساخت‌های فناورانه، عدم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (R&D)، سرعت پایین در به‌روزرسانی فناوری، ناکارآمدی سیستم‌های اتوماسیون، عدم تطابق با استانداردهای جهانی، امنیت سایبری پایین، استفاده محدود از هوش مصنوعی و اینترنت اشیا (IoT)	۵	ریسک‌های تکنولوژیکی
۱۳۰	تغییرات مداوم قوانین زیست‌محیطی، عدم انطباق با استانداردهای بین‌المللی، مشکلات ناشی از قوانین جدید، تأخیر در اخذ مجوزها، قوانین سختگیرانه در تولید خودروهای برقی	۴	ریسک‌های قانونی و مقررات
۱۲۰	وابستگی به تامین‌کنندگان خارجی، اختلالات حمل‌ونقل بین‌المللی و تأخیر واردات مواد اولیه، تغییرات ژئوپلیتیکی و اثرات آن بر تامین ، افزایش هزینه‌های لجستیک، عدم دسترسی به فناوری‌های جدید در تأمین مواد اولیه	۵	ریسک‌های زنجیره تأمین جهانی
۱۳۵	ناتوانی در رقابت با خودروسازان پیشرو، کاهش تقاضا برای خودروهای سنتی، نیاز به سرمایه‌گذاری بالا در تحقیق و توسعه، تأخیر در تطابق با روندهای جهانی (خودروهای برقی و خودران)	۴	ریسک‌های نوآوری و رقابت‌پذیری
۹۸	تأثیرات منفی شرایط کاری در خطوط تولید بر سلامت نیروی کار ، نبود تهویه مناسب، رعایت نکردن اصول ایمنی و بهداشت حرفه ایی	۳	ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی نیروی کار

منبع: نتایج تحقیق

در جدول (۳) مشاهده میشود که کدهای به دست آمده در مرحله قبل، در قالب مفهوم و مقوله های کلی تر جایگذاری شده اند که بر این اساس هشت مقوله اصلی برای شناسایی شاخص ها و معیارهای ریسک های مالی و اقتصادی، نوآوری و رقابت پذیری، مدیریت زنجیره تأمین سبز، ریسک های زنجیره تأمین جهانی، ریسک های تکنولوژیکی، اجتماعی و نیروی کار، قانونی و مقرراتی و بهداشتی نیروی کار در شکل (۱) نمای کلی از مضامین اصلی استخراج شده، نشان داده شده است.



شکل ۱. مدل نهایی تحقیق

سوال اصلی : اولویت بندی معیارهای شناسایی شده با استفاده از روش دلفی فازی برای پاسخ به این سؤال پژوهش که: "چه میزان از هر یک از ابعاد شناسایی شده در موفقیت رهبری شرکت های دانش بنیان اهمیت و نقش دارند؟، از روش دلفی فازی (Fuzzy Delphi) استفاده شد. این روش برای ارزیابی و تعیین اهمیت ابعاد شناسایی شده به کار گرفته شد. روش دلفی برای اولین بار توسط دالکی و هلمر در سال ۱۹۶۳ معرفی شد. این تکنیک، روشی پیمایشی مبتنی بر نظرات متخصصان است و سه خصوصیت اصلی دارد: پاسخ بی نام، تکرار و بازخورد کنترل شده، و در نهایت پاسخ گروهی آماری. این تکنیک، روشی نظام مند برای جمع آوری و

همانگ‌سازی قضاوت‌های آگاهانه گروهی از متخصصان درباره یک سؤال یا موضوع خاص است (هسو و سانفورد، ۲۰۰۷).

در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به‌صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود. به عبارت دیگر، داده‌ها و اعداد قطعی برای مدل‌سازی سیستم‌های دنیای واقعی به دلیل ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم‌گیرندگان ناکافی هستند. در این راستا، برای غلبه بر این مشکل، "نظریه مجموعه‌های فازی" ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرایند تصمیم‌گیری است. بنابراین، در این پژوهش از روش دلفی فازی به‌منظور تأیید و غربالگری شاخص‌های شناسایی‌شده استفاده شده است.

دلایل اصلی استفاده از روش دلفی فازی در این پژوهش عبارتند از:

- شناسایی شاخص‌های نهایی برگرفته از مصاحبه‌ها: این روش به ترکیب و پالایش شاخص‌های اولیه کمک می‌کند.
- جمع‌آوری نظرات متخصصان تصمیم‌گیرنده: پس از شناسایی معیارهای پژوهش، گروه تصمیم‌گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل شد. پرسشنامه‌ها با استفاده از متغیرهای زبانی برای بیان اهمیت هر شاخص، برای تعیین ارتباط شاخص‌های شناسایی‌شده با موضوع اصلی پژوهش و غربالگری آن‌ها ارسال گردید.
- تأیید و غربالگری شاخص‌ها: این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش فازی اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه ( $S_{\sim}$ ) صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه به‌صورت ذهنی توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود و مستقیماً بر تعداد عواملی که غربال می‌شوند تأثیر می‌گذارد.

جدول ۴. طیف پنج گزینه ای لیکرت برای ارزش گذاری شاخص‌ها

اعداد فازی مثلثی (Triangular fuzzy numbers)	طیف لیکرت (Likert scale)	متغیرهای کلامی (Verbal variables)
(0/7, 0/9, 0/9)	9	خیلی زیاد (very much)
(0/5, 0/7, 0/9)	7	زیاد (Much)
(0/3, 0/5, 0/7)	5	متوسط (medium)
(0/1, 0/3, 0/5)	3	کم (Low)
(0/1, 0/1, 0/3)	1	خیلی کم (very Low)

منبع: نتایج تحقیق

در گام بعدی میانگین‌های فازی نمرات افراد حساب شده است برای محاسبه میانگین نظرات ۲۶ پاسخ‌دهنده، میانگین فازی بصورت زیر محاسبه گردیده است.

جدول ۵. نتایج نظرات خبرگان

میزان اثرگذاری					سوالات	مولفه‌ها / ابعاد اصلی
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد		
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	ریسک‌های مرتبط با محیط‌زیست و تأثیرات آن بر زنجیره تأمین به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک محیط زیستی
۳	۴	۴	۴	۳	چالش‌های اقتصادی نظیر نوسانات قیمت و تحریم‌ها	ریسک‌های مالی و اقتصادی
۱	۴	۶	۳	۴	مشکلات مربوط به نیروی کار و مسائل اجتماعی به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک‌های اجتماعی و نیروی کار
۳	۲	۵	۶	۲	چالش‌های مرتبط با فناوری و نوآوری به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک‌های تکنولوژیکی
۴	۲	۴	۴	۴	چالش‌های ناشی از تغییرات قوانین و مقررات به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک‌های قانونی و مقرراتی
۱	۳	۶	۴	۴	ریسک‌های وابسته به تجارت و تأمین مواد اولیه در سطح جهانی به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک‌های زنجیره تأمین جهانی
۲	۴	۵	۴	۳	ریسک‌های مرتبط با رقابت و نوآوری در صنعت به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک‌های نوآوری و رقابت‌پذیری
۰	۲	۹	۳	۴	مسائل بهداشتی و ایمنی نیروی کار در خطوط تولید به چه میزان بر پایداری زنجیره تأمین صنعت خودرو کشور تاثیر دارند؟	ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی نیروی کار

منبع: نتایج تحقیق

این جدول به‌وضوح نشان می‌دهد که خبرگان در خصوص هر یک از ابعاد اصلی، چه توزیعی از نظرات را در مقیاس پنج‌گانه اثرگذاری (از خیلی زیاد تا خیلی کم) داشته‌اند. به عنوان مثال، در بُعد "مهارت‌های رهبری"، ۲۰ نفر از خبرگان (از ۲۶ نفر) به گزینه "خیلی زیاد" رأی داده‌اند که نشان‌دهنده اهمیت بسیار بالای این بُعد از دیدگاه آن‌هاست.

هر عدد فازی مثلثی برای هر یک از شاخص‌ها به صورت زیرنمایش داده شده است:

$$\text{رابطه ۱: } M_{\sim j} = (L_j, M_j, U_j)$$

که در آن:

- $M_{\sim j}$ : میانگین فازی معیار  $j$ -ام
- $L_j$ : حداقل مقدار ارزیابی‌ها برای معیار  $j$ -ام
- $M_j$ : میانگین هندسی مقدار ارزیابی خبرگان از عملکرد معیار  $j$ -ام
- $U_j$ : حداکثر مقدار ارزیابی‌ها برای معیار  $j$ -ام

در واقع، این روش‌های تجمیع، روش‌هایی تجربی هستند که توسط پژوهشگران مختلف ارائه شده‌اند. برای نمونه، یک روش مرسوم برای تجمیع مجموعه‌ای از اعداد فازی مثلثی را کمینه  $L$  و میانگین  $M$  و بیشینه  $U$  در نظر گرفته‌اند.

رابطه ۲: (سو و همکاران، ۲۰۱۰)

$$M_{\sim j} = (\min_i(L_{ij}), n \sum_i M_{ij}, \max_i(U_{ij}))$$

در این مطالعه، ما از روش میانگین فازی استفاده کرده‌ایم. میانگین فازی  $n$  عدد فازی مثلثی با رابطه ۳ محاسبه شده است:

رابطه ۳:

$$A_{\sim k} = N \sum_{k=1}^N A_{\sim k} = (N \sum_{k=1}^N N_{ik}, N \sum_{k=1}^N N_{mk}, N \sum_{k=1}^N N_{uk})$$

که در این رابطه، عدد فازی مثلثی  $A_{\sim k}$  معادل فازی دیدگاه خبره  $k$ -ام پیرامون معیار  $i$ -ام است. این رابطه، نظرات فازی فردی خبرگان را تجمیع کرده و به یک عدد فازی واحد تبدیل می‌کند که نمایانگر قضاوت جمعی گروه است.

برای فازی‌زدایی (Defuzzification) و تبدیل عدد فازی حاصل به یک مقدار قطعی که امکان رتبه‌بندی را فراهم آورد، از روش مرکز سطح ((Centroid Method) به‌صورت زیر استفاده شده است:

رابطه ۴:

$$\text{DefuzzifiedValue} = 3(L+M+U) \text{ (برای اعداد فازی مثلثی)}$$

این فرایند، قضاوت فازی جمعی را به یک مقدار کمی قابل‌مقایسه تبدیل می‌کند. نتیجه نهایی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار اکسل به شرح جدول زیر است:

جدول ۶. وزن معیارهای اصلی الگوی ریسک‌های پایداری زنجیره تأمین

معيار	نام معيار	میانگین فازی L	میانگین فازی M	میانگین فازی U	میانگین قطعی (فازی‌زدایی شده)	وزن معيار
C1	ریسک محیط زیستی	۰/۲۹۲	۰/۵۰۰	۰/۷۰۸	۱/۰۲۱	۰/۱۱۳۷
C2	ریسک‌های مالی و اقتصادی	۰/۳۳۳	۰/۵۶۹	۰/۷۶۴	۱/۱۵۶	۰/۱۲۹۷
C3	ریسک‌های اجتماعی و نیروی کار	۰/۳۱۹	۰/۵۲۸	۰/۷۵۰	۱/۰۹۷	۰/۱۲۱۳
C4	ریسک‌های تکنولوژیکی	۰/۳۳۳	۰/۵۲۸	۰/۷۲۲	۱/۱۱۰	۰/۱۲۱۹
C5	ریسک‌های قانونی و مقرراتی	۰/۳۶۱	۰/۵۹۷	۰/۷۹۲	۱/۲۲۲	۰/۱۳۵۲

۰/۱۱۹۴	۱/۰۷۹	۰/۷۳۶	۰/۵۲۸	۰/۳۰۶	ریسک‌های زنجیره تأمین جهانی	C6
۰/۱۴۰۸	۱/۲۷۳	۰/۸۱۹	۰/۶۲۵	۰/۳۷۵	ریسک‌های نوآوری و رقابت‌پذیری	C7
۰/۱۱۲۸	۱/۰۸۳	۰/۷۰۸	۰/۵۲۸	۰/۳۱۹	ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی نیروی کار	C8

منبع: نتایج تحقیق



شکل ۲. نمودار رادار وزن الگوی ریسک‌های پایداری زنجیره تأمین صنایع خودرو (یافته‌های تحقیق)

در شکل فوق، اهمیت معیارهای اصلی ارائه الگوی ریسک‌های پایداری زنجیره تأمین صنایع خودروسازی کشور از نظر نمونه آماری، به ترتیب وزن آن‌ها، مشخص شده است. ریسک‌های نوآوری و رقابت‌پذیری رتبه اول را کسب کرده‌اند و ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی نیروی کار در رتبه آخر قرار گرفته‌اند.

جدول ۷. اولویت هر یک از ریسک‌های پایداری زنجیره تأمین

اولویت	نام زیر معیارها	زیرمعیارها
۷	ریسک محیط زیستی	C1
۳	ریسک‌های مالی و اقتصادی	C2
۵	ریسک‌های اجتماعی و نیروی کار	C3
۴	ریسک‌های تکنولوژیکی	C4
۲	ریسک‌های قانونی و مقرراتی	C5
۶	ریسک‌های زنجیره تأمین جهانی	C6
۱	ریسک‌های نوآوری و رقابت‌پذیری	C7
۸	ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی نیروی کار	C8

منبع: نتایج تحقیق

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این پژوهش، مطالعه ابعاد، مفهوم و مصادیق ریسک‌های پایداری در زنجیره تأمین صنایع خودرو و اولویت بندی آنها می باشد. در پاسخ به سؤال پژوهش، اولویت بندی ریسک‌های زنجیره تأمین پایدار با توجه به نظر خبرگان هشت مضمون اصلی (ریسک‌های مالی و اقتصادی، نوآوری و رقابت‌پذیری، مدیریت زنجیره تأمین سبز، ریسک‌های زنجیره تأمین جهانی، ریسک‌های تکنولوژیکی، اجتماعی و نیروی کار، قانونی و مقرراتی و بهداشتی نیروی کار) شناسایی شد.

تحقیقات مختلف انجام شده در زمینه زنجیره تأمین پایدار، به شناسایی و تحلیل چالش‌ها و مؤلفه‌های مختلف این زنجیره پرداخته‌اند. از جمله این تحقیقات، کار محمودزاده و حبشی (۱۴۰۰) است که به بررسی چالش‌های استقرار زنجیره تأمین پایدار در صنعت خودرو سازی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که مؤلفه‌های مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار به سه

بخش اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی تقسیم می‌شوند. همچنین، در تحقیق مجومدار و همکاران (۲۰۲۱) مدلی برای اولویت‌بندی استراتژی‌های کاهش ریسک در زنجیره تأمین پایدار ارائه شد که تأکید بر اهمیت بهینه‌سازی زنجیره تأمین سبز و کاهش اثرات مخرب محیطی داشت. رستم‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی مدیریت ریسک زنجیره تأمین پایدار در صنعت نفت ایران، ابعاد مختلف زنجیره تأمین را مورد تحلیل قرار دادند و به اهمیت ایجاد زنجیره‌های تأمین هماهنگ شده با توجه به ملاحظات محیطی و اقتصادی تأکید کردند. همچنین، صیادی‌تورنلو و همکاران (۱۴۰۲) با استفاده از تحلیل شکست و آثار آن، ریسک‌های زنجیره تأمین پایدار را در شرکت سنگ‌آهن مرکزی ایران بررسی کردند و نتایج نشان داد که نوسانات قیمت و هزینه از جمله چالش‌های اصلی این زنجیره هستند. در این زمینه، تحقیق و کیلی و گلی (۱۴۰۰) بر این نکته تأکید دارد که بهره‌گیری از مزایای مدیریت دانش در زنجیره تأمین می‌تواند به یکپارچگی و چابکی زنجیره کمک کند. این نتایج نشان‌دهنده چالش‌های متنوعی هستند که زنجیره تأمین پایدار با آن‌ها مواجه است و ضرورت توجه به ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی و محیطی را مشخص می‌کند.

مقایسه نتایج تحقیقات مختلف، نشان‌دهنده همخوانی و تفاوت‌هایی در درک و تحلیل زنجیره تأمین پایدار است. به عنوان مثال، تحقیقات الیاسی و تیموری (۲۰۲۳) بر این موضوع تأکید دارند که زنجیره تأمین پایدار، ممکن است کم‌هزینه‌ترین گزینه نباشد، اما توانایی غلبه بر عدم اطمینان‌ها و اختلال‌ها را داراست. این نظر با یافته‌های محمودزاده و حبشی در مورد چالش‌های اجتماعی و اقتصادی در زنجیره تأمین پایدار همخوانی دارد. همچنین، در بررسی‌های انجام شده توسط اگنوسدی و همکاران (۲۰۲۲)، کاهش هزینه‌ها به عنوان یکی از عوامل اصلی در بقا و رقابت‌پذیری زنجیره تأمین پایدار مطرح شده است، که این موضوع با نتایج تحقیق مجومدار و همکاران مبنی بر اهمیت بهینه‌سازی زنجیره تأمین سبز و کاهش اثرات مخرب محیطی همپوشانی دارد. در نهایت، نتایج رستم‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) در ارتباط با ایجاد زنجیره‌های تأمین هماهنگ شده، همزمان با نتایج صیادی‌تورنلو در خصوص شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین، تأکید بر ضرورت هماهنگی و همکاری بین ذی‌نفعان زنجیره تأمین دارد.

اولویت‌بندی معیارها با استفاده از روش دلفی فازی، بُعد جدیدی به نتایج اضافه کرد و اهمیت نسبی هر یک از معیارها را مشخص ساخت. نتایج نشان داد که ریسک‌های مالی و اقتصادی و نوآوری و رقابت‌پذیری رتبه ۱ عنوان مهم‌ترین مضامین شناسایی شدند، در حالی که ریسک‌های بهداشتی نیروی کار و قانونی و مقرراتی با رتبه ۸ کمترین اهمیت را داشتند. نتایج نشان می‌دهد که مدیریت ریسک‌های

مالی و نوآوری باید اولویت شرکت‌های خودروسازی باشد، در حالی که توجه به ریسک‌های قانونی و بهداشتی نیز نباید نادیده گرفته شود.

- در این راستا، برحسب نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، کاربردهای ذیل متصور است:
- تقویت مدیریت مالی: شرکت‌های خودروسازی باید به تدوین استراتژی‌های مالی مقاوم در برابر نوسانات بازار و نرخ ارز بپردازند. ایجاد برنامه‌های جامع برای مدیریت هزینه‌ها و تأمین منابع مالی می‌تواند به کاهش ریسک‌های مالی کمک کند.
- سرمایه‌گذاری در نوآوری: برای افزایش رقابت‌پذیری، لازم است شرکت‌ها در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کنند و فرآیندهای نوآوری را در محصولات و خدمات خود پیاده‌سازی کنند. این اقدام می‌تواند به افزایش کیفیت و کارایی زنجیره تأمین منجر شود.
- مدیریت زنجیره تأمین سبز: اجرای سیاست‌های محیط‌زیستی و مدیریت پایداری منابع می‌تواند به کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی و افزایش شهرت برند کمک کند.
- آموزش و توانمندسازی نیروی کار: توجه به بهداشت و ایمنی نیروی کار باید در اولویت قرار گیرد. برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های توانمندسازی برای کارکنان می‌تواند به بهبود شرایط کار و افزایش رضایت شغلی کمک کند.
- رعایت الزامات قانونی و مقرراتی: شرکت‌ها باید به‌طور مستمر الزامات قانونی و مقرراتی را مورد بررسی قرار دهند و استراتژی‌های لازم برای تطابق با آن‌ها را تدوین کنند تا از خطرات قانونی جلوگیری کنند.

#### محدودیت‌های تحقیق:

نظر به اینکه الگوی مفهومی ریسک پایداری زنجیره تأمین در این پژوهش در بستر صنایع خودرو بررسی و طراحی گردیده است، نتایج حاصل شده ممکن است قابلیت تعمیم به سایر سازمانها را نداشته باشد.

این محدودیتها که به عنوان موانع هم تلقی میشوند در اختیار محقق نبوده و تلاش در جهت کاهش آنها از طرف محقق از مشخصه‌های بارز آن میباشد. خوشبختانه محدودیت خاصی در این زمینه وجود نداشته است. فقط قانع کردن اعضای منتخب نمونه آماری برای مصاحبه و پر کردن پرسشنامه یک مقدار مشکل بود (به دلیل نگرانی از تبعات احتمالی آن) که آن هم با هماهنگی دوستان و مدیران و توجیه اعضای نمونه آماری مبنی بر بی نام بودن مصاحبه‌ها و پرسشنامه‌ها مسئله حل شد.

محدودیت دیگر این بود که نظرات پاسخ دهندگان تا حد زیادی وابسته به مشکلات و محدودیتهای صنایع خودرو بود. به طوری که تقریباً بیشتر مصاحبه شونده ها تمایل به صحبت از مشکلات شرکت‌های خود داشتند و موضوع پژوهش مرتب به حاشیه کشیده می شد. یافته های پژوهش بدلیل تحولات بازار مثل ظهور فناوری های جدید ممکن است در بازه زمانی کوتاه محدودیت‌های هر پژوهش، جنبه‌های اجتناب‌ناپذیری هستند که می‌توانند بر نتایج و قابلیت تعمیم‌پذیری آن‌ها تأثیر بگذارند. آگاهی از این محدودیت‌ها برای درک دقیق دامنه و اعتبار یافته‌ها ضروری است.

### پیشنهاد به پژوهشگران آتی:

- پیشنهادات برای تحقیقات آتی، ریشه در محدودیت‌های شناسایی شده در پژوهش حاضر دارند و به دنبال گسترش دانش و رفع خلأهای موجود در این حوزه هستند. این پیشنهادات به شرح زیر ارائه می‌شوند:
- گسترش دامنه تعمیم‌پذیری الگو: با توجه به اینکه الگوی ریسک پایداری زنجیره تامین در این پژوهش صرفاً در بستر صنایع خودرو کشور مورد بررسی قرار گرفت، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آتی این الگو را در سازمان‌ها و صنایع با ماهیت متفاوت (مانند شرکت‌های تولیدی و صنایع دیگر) مورد آزمون قرار دهند. این کار به ارزیابی قابلیت تعمیم‌پذیری الگو و شناسایی تفاوت‌ها و شباهت‌های آن در بافت‌های مختلف کمک خواهد کرد.
- بررسی موانع اجرایی و چالش‌های عملیاتی: با توجه به تمایل پاسخ‌دهندگان به بیان مشکلات و محدودیت‌های موجود در صنایع خودرو، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بعدی به‌طور خاص به شناسایی و بررسی موانع عملیاتی و چالش‌های اجرایی پیاده‌سازی الگوی پایداری زنجیره تامین صنایع خودرو بپردازند. این تحقیق می‌تواند با تمرکز بر عوامل اقتصادی، مدیریتی، و ساختاری که بر عملکرد صنعت تأثیر می‌گذارند، راهکارهای عملی‌تری برای غلبه بر این موانع ارائه دهد.
- تحقیق درباره تأثیر تغییرات اقتصادی بر ریسک‌های زنجیره تامین: بررسی دقیق‌تر تأثیر نوسانات اقتصادی و مالی بر ریسک‌های زنجیره تامین در صنایع خودروسازی و پیشنهاد راهکارهای مناسب برای کاهش این ریسک‌ها.

## منابع

۱. ارشادی، محمدجواد، امیر عزیزی، و مجید مهاجری. ۱۴۰۱. مدل ارزیابی و رتبه بندی ریسک‌های زنجیره تامین قطعات خودرو با استفاده از نقشه ذهنی فازی و مدل‌سازی ساختاری تفسیری. *مطالعات مدیریت صنعتی (دانشگاه علامه طباطبائی)* ۲۰(۶۷): ۱۵۸-۱۲۱.
۲. رحمانی دادوکلائی، محمد و شعبان پسندی، امیرحسین، ۱۴۰۴، مدیریت ریسک های زیست محیطی در زنجیره تامین پایدار: مروری نظام مند و چارچوبی برای پژوهش های آینده، چهاردهمین کنفرانس بین المللی و ملی مطالعات مدیریت، حسابداری و حقوق، تهران.
۳. رضانی، جواد، ۱۴۰۱، تاثیر مدیریت زنجیره تامین پایدار بر عملکرد کل زنجیره تامین در شرکت های وابسته صنعت خودروسازی ایران، اولین کنفرانس ملی کاربرد دانش و اصول حسابداری در کارآفرینی و کسب و کارها، اردبیل .
۴. سعیدی فرسیده محبوبه ، مهدوی، ایرج ، تاجدین، علی و جوادیان، نیکبخش . (1403). مدل‌سازی شبکه زنجیره‌تامین پایدار و تاب آور در صنعت خودرو. *مهندسی و مدیریت کیفیت-379*, 14(4), 406,
5. Beinabadi, H. Z., Baradaran, V., & Komijan, A. R. (2024). Sustainable supply chain decision-making in the automotive industry: A data-driven approach. *Socio-economic planning sciences*, 95, 101908
6. Chen, X., Sun, C., & Wang, F. (2025). Digital technology innovation, supply chain resilience and enterprise performance-The case of listed automotive parts manufacturing companies. *PLoS One*, 20(1), e0313929.
7. de Oliveira, U. R., Brasil, T. F., Aprigliano, V., Santos, C. R. D., & Lima, G. B. A. (2025). Evaluation of ISO 31010 Techniques for Supply Chain Risk Management in Automotive Suppliers. *Applied Sciences*, 15(8), 4169.
8. De Oliveira, U. R., Dias, G. C., & Fernandes, V. A. (2024). Evaluation of a conceptual model of supply chain risk management to import/export process of an automotive industry: an action research approach. *Operations Management Research*, 17(1), 201-219.
9. Gupta, I., Raeisi, S. T., Correa, S., & Wicaksono, H. (2025). Evaluating risk factors in automotive supply chains: A hybrid fuzzy AHP-TOPSIS approach with extended PESTLE framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(1), 100489.
10. Okoye, C. C., Ofodile, O. C., Tula, S. T., Nifise, A. O. A., Falaiye, T., Ejairu, E., & Addy, W. A. (2024). Risk management in international supply chains:

---

A review with USA and African Cases. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(1), 256-264.

11. Tadić, D., & Komatina, N. (2025). A hybrid interval type-2 fuzzy DEMATEL-MABAC approach for strategic failure management in automotive manufacturing. *Journal of Engineering Management and Systems Engineering (JEMSE)*.