Industrial Management Perspective

Print ISSN: 2251-9874, Online ISSN: 2645-4165
Volume 12, Serial Number 46, Summer 2022, Pages 227-251 (Original Article)
DOI: 10.52547/JIMP.12.2.227

Developing an Integrated Model for Evaluating the Performance of Green and Resilient Suppliers by Combining Path Analysis, Sawara and TOPSIS Decision-Making Techniques

Abbas Nasiri[*], Ali Mansory[**], Nabiollah Mohammadi[***]

Astract

The main purpose of this study is to identify traditional, green and resilience evaluation criteria in the performance of green and resilient suppliers and rank them with the path analysis approach, SWARA and TOPSIS in Fanavaran Petrochemical Company. The research method is applied in terms of purpose and descriptive-survey in terms of data collection. The statistical population is 55 experts that due to their limitations, the opinions of all members of the society were studied in the first stage with path analysis. In the second stage, 30 experts were selected as a statistical sample for ranking criteria and in the third stage, 10 supply managers were selected to supplier ratings. Among the traditional criteria, the sub-criterion "quality" in the first rank and the sub-criterion "trading volume" in the last rank; Among the green criteria, "observance of necessary standards" as the most important sub-criterion and "observance of environmental issues" in the last rank; Among the resilience criteria, "agility" was in the first place and "complexity" in the last place. In the final evaluation of the main criteria, the criterion of "resilience" came in the first rank, the criterion of "green" in the second rank and the criterion of "traditional" in last.

Keywords: Performance; Green and Resilient Suppliers; Path Analysis; SWARA; TOPSIS.

Received: Jun. 14, 2020; Accepted: Apr. 01, 2022.

* Ph.D Student, Department of Management, Zanjan Branch, Isamic Azad University, Zanjan, Iran.
** Assistant Professor, Department of Management, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
Email: mansory.ali@znu.ac.ir
*** Assistant Professor, Department of Management, Zanjan Branch, Isamic Azad University, Zanjan, Iran.

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵

سال دوازدهم، شماره ۴۶، تابستان ۱۴۰۱، ص‌ص ۲۲۷ – ۲۵۱ (**نوع مقاله: پژوهشی**)

DOI: 10.52547/JIMP.12.2.227

ارائه مدل یکپارچه ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان سبز و تاب‌آور با ترکیب رویکرد تحلیل مسیر و تکنیک‌های تصمیم‌گیری سوارا و تاپسیس

عباس نصیری*، علی منصوری، نبی‌اله محمدی*****

چکیده

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی معیارهای ارزیابی سنتی، سبز و تاب‌آوری در عملکرد تأمین‌کنندگان سبز و تاب‌آور و رتبه‌بندی آن‌ها با رویکرد تحلیل مسیر، سوارا و تاپسیس در شرکت پتروشیمی فناوران است. روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر جمع‌آوری داده‌ها، توصیفی ـ پیمایشی است. ابتدا با تحلیل مسیر، اهمیت معیارها بررسی شد. جامعه آماری، ۵۵ نفر از خبرگان شرکت یادشده است که به‌دلیل محدودبودن، نظرهای کل اعضای جامعه در مرحله اول موردمطالعه قرار گرفت. در مرحله دوم با روش غیراحتمالی و هدفمند، ۳۰ نفر از صاحب‌نظران به‌عنوان نمونه آماری برای رتبه‌بندی معیارها انتخاب و در مرحله سوم ۱۰ نفر از مدیران حوزه تأمین به‌منظور آزمون مدل و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان انتخاب شدند. طبق نتایج از میان معیارهای سنتی، زیرمعیار «کیفیت» با بیشترین وزن از نظر اهمیت در رتبه نخست و زیرمعیار «حجم معاملات» در رتبه آخر؛ از میان معیارهای سبز، زیرمعیار «رعایت استانداردهای لازم» به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار و زیرمعیار «رعایت مسائل زیست‌محیطی» در رتبه آخر؛ از میان معیارهای تاب‌آوری، زیرمعیار «چابکی» در جایگاه نخست و زیرمعیار «پیچیدگی» در جایگاه آخر قرار گرفت. در ارزیابی نهایی اهمیت معیارهای اصلی پژوهش نیز معیار «تاب‌آوری» در رتبه نخست، معیار «سبز» در رتبه دوم و معیار «سنتی» در رتبه آخر قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: عملکرد؛ تأمین‌کنندگان سبز و تاب‌آور؛ تحلیل مسیر؛ سوارا؛ تاپسیس.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۲۵، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۱۲.

* دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، زنجان، ایران.

** استادیار گروه مدیریت، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران (نویسنده مسئول).

Email: mansory.ali@znu.ac.ir

*** استادیار، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، زنجان، ایران.

۱. مقدمه

فرآیند تصمیم‌گیری و انتخاب تأمین‌کنندگان به‌دلیل صرف بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های کل شرکت در خرید، نقشی اساسی در مدیریت زنجیره تأمین ایفا می‌کند [۳۱]. هرچند انتخاب مناسب تأمین‌کننده فرایندی کم‌هزینه و سهل‌الوصول تلقی می‌شود، اما در عمل تأثیر بسزایی بر کیفیت خدمات و محصولات تولیدی شرکت دارد و موفقیت و شکست شرکت را در بسیاری از موارد تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات متعدد حاکی از آن است که در بسیاری از موارد یک حلقه معیوب در زنجیره تأمین، کل سیستم تأمین را مختل کرده و ذی‌نفعان متعدد زنجیره تأمین را ناکام گذاشته است؛ تا جایی که بسیاری از پژوهشگران عقیده دارند بهبود عملکرد مالی به‌عنوان مؤثرترین بُعد بهره‌وری شرکت تا حدود زیادی به نوع روابط موجود بین دو رکن شرکت، یعنی مدیریت زنجیره تأمین و مشتریان بستگی دارد. بر این اساس عقیده بر این است که مدیریت زنجیره تأمین پایدار یک فلسفه مهم سازمانی برای دستیابی به سود با کاهش ریسک مخاطرات زیست‌محیطی و درعین‌حال بهبود عوامل اقتصادی و اجتماعی است [۱۵]؛ به‌گونه‌ای که امروزه رقابت بین شرکت‌ها جای خود را به رقابت بین تعیین *زنجیره‌های* تأمین داده است. مدیریت زنجیره تأمین مرتبط با فعالیت‌های کسب‌وکار، از خرید مواد اولیه تا ساخت و توزیع، خدمات مشتریان و در پایان پردازش دوباره و امحای محصولات را شامل می‌شود. برخی پا را از این هم فراتر گذاشته‌اند و معتقدند که در بازار جهانی شرکت‌ها بیشتر به زنجیره‌های تأمین خود متکی هستند تا بتوانند رقابت را حفظ کنند. رقابت شدید موجب شده است تا شرکت‌ها بازارهای جدید و هزینه‌های تولید کمتر را از طریق توسعه زنجیره‌های تأمین خود که به ایجاد زنجیره‌های تأمین جهانی پیچیده‌تر منجر شده است، سوق دهند [۷].

دراین‌میان انتخاب تأمین‌کنندگان کارآمد نقش کلیدی‌تری را ایفا می‌کند. انتخاب تأمین‌کننده به مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان با چندین معیار با هدف خرید موارد از مناسب‌ترین تأمین‌کننده اشاره دارد. در این زمینه علی‌رغم اهمیت قیمت، سایر معیارهای ارزیابی مؤثر بر کارایی و بهره‌وری در محیط تولیدی و هزینه‌های کلی شرکت‌ها همانند تحویل به‌موقع و غیره نیز مدنظر قرار می‌گیرند؛ بنابراین این پژوهش با ملاحظه خلأ پژوهش‌های انجام‌شده، بر روی بررسی تمامی معیارهای عملکردی (سنتی، سبز و تاب‌آوری) به‌صورت هم‌زمان در انتخاب تأمین‌کنندگان شرکت پتروشیمی فناوران تمرکز دارد. صنعت پتروشیمی از صنایع مادر و اشتغال‌زا است که به‌عنوان تغذیه‌کننده سایر بخش‌های صنعت می‌تواند به‌عنوان موتور محرک اقتصاد کشور، نقش اساسی را ایفا کند. از طرف دیگر با توجه به تأثیرات صنعت پتروشیمی بر محیط‌زیست و اثرات آلاینده‌های مختلف آن، توسعه این صنعت بدون توجه به موارد مذکور امکان‌پذیر نیست و تبعات جبران‌ناپذیری را برای کشور به ارمغان خواهد آورد. در این میان، شرکت پتروشیمی فناوران (سهامی عام) به‌عنوان یکی از صنایع کلیدی پتروشیمی انتخاب شد. فعالیت این

شرکت در زمینه احداث، راه‌اندازی و بهره‌برداری واحدهای متانول، اسید استیک و منواکسید کربن به‌منظور صادرات، استفاده در صنعت پتروشیمی و صنایع پایین‌دستی است و منطبق با اهداف و سیاست‌های کلان بخش صنعت در رابطه با صادرات، ایجاد اشتغال، انتقال دانش فنی، تربیت نیروی متخصص و تولید محصولات پتروشیمی با ارزش‌افزوده بالا از گاز طبیعی است. با توجه به اهمیت موضوع مدیریت زنجیره تأمین سبز و تاب‌آور در شرکت پتروشیمی فناوران، ضرورت اجرای عملیاتی این سیستم در این شرکت احساس می‌شود. بدین منظور ابتدا با مرور گسترده مبانی نظری و مصاحبه و بحث با خبرگان و مدیران خرید شرکت یادشده، معیارهای عملکردی استخراج و پیشنهاد شد. بدین منظور رویکرد پیشنهادی این پژوهش در چهار مرحله توسعه یافته است: در مرحله نخست، معیارها و زیرمعیارهای کلیدی سنتی، سبز و تاب‌آوری مؤثر بر سیستم مدیریت زنجیره تأمین شناسایی و به‌صورت مدلی مفهومی ارائه می‌شود. در مرحله دوم، با به‌کارگیری رویکرد تحلیل مسیر، معیارهای نهایی مؤثر بر سیستم مدیریت یکپارچه زنجیره تأمین در شرکت پتروشیمی فناوران شناسایی و در مرحله سوم، وزن (اهمیت) معیارها و زیرمعیارها با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری سوارا[۱] محاسبه و استخراج می‌شود. درنهایت در بخش چهارم، با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری تاپسیس[۲]، تأمین‌کنندگان شرکت یادشده ارزیابی شده و بر مبنای عملکرد رتبه‌بندی می‌شوند.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش، مبانی نظری و پیشینه در دو بخش زیر موردبحث و بررسی قرار می‌گیرد:

۱. معیارهای عملکرد سنتی و سبز؛

۲. معیارهای تاب‌آوری در ارزیابی تأمین‌کنندگان.

.

معیارهای سنتی و سبز در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان. بیشتر مطالعات قبلی بر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان بر مبنای معیارهای سنتی عملکرد تمرکز کرده‌اند و کمتر به شناسایی معیارهای عملکردی سبز و تاب‌آوری و ارزیابی بر مبنای این معیارها پرداخته‌اند [۱۱، ۴]. در این میان دیکسون[۳] (۱۹۹۶)، بر ۲۳ پارامتر ارزیابی تأمین‌کنندگان توسط تصمیم‌گیرندگان تأکید کرده است [۱۰]. ها و کریشنان[۴] (۲۰۰۸) این معیارها را به‌روزرسانی کرده و چندین معیار سنتی را بر آن اضافه کردند [۱۴]. بر مبنای پژوهش آن‌ها، سنتی‌ترین معیارهای عملکرد هر کسب‌وکار، در ارزیابی

۱. SWARA
۲. TOPSIS
۳. Dickson
۴. Ha & Krishnan

تأمین‌کنندگان دربرگیرنده کیفیت، هزینه و تحویل است. معیارهای عمومی سبز نیز شامل سیستم‌های مدیریت محیطی مصرف منابع، طراحی زیست‌محیطی و مدیریت اتلاف (ضایعات) هستند. همچنین می‌توان به پژوهش‌های گویندان[۱] و همکاران [۱۲] در این زمینه نیز اشاره کرد. در هر صورت مسئولیت شرکت‌ها در ملاحظه تأثیرات محیطی فعالیت‌های زنجیره تأمین در حال افزایش است [۲۳]. مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌عنوان فعالیت خرید، تولید، بازاریابی، بسته‌بندی متنوع سبز و فعالیت‌های لجستیک با تأکید بر کاربردهای محیطی آن است [۲۴]. در هر صورت در این زمینه تأمین‌کنندگان به ارائه منابع اجتناب‌ناپذیر ریسک خارجی تمایل دارند [۲۸]. مدیریت خرید معمولاً معیارهای ارزیابی عملکرد سنتی و سبز را در نظر می‌گیرد و ممکن است معیارهای تاب‌آوری را نادیده بگیرد [۱۸].

شن[۲] و همکاران (۲۰۱۳)، یک رویکرد فازی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز پیشنهاد دادند [۳۰]. اکمان[۳] (۲۰۱۵)، یک چارچوب ارزیابی دومرحله‌ای تأمین‌کننده برای ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز پیشنهاد کرد [۳]. کو[۴] و همکاران (۲۰۱۱)، یک رویکرد یکپارچه با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تحلیل پوششی داده‌ها[۵] برای ارزیابی تأمین‌کننده سبز پیشنهاد دادند [۲۰].

گویندان و همکاران (۲۰۱۵)، یک رویکرد ادغامی از برنامه‌ریزی خطی چندهدفه و تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌منظور انتخاب بهترین تأمین‌کننده سبز توسعه دادند [۱۲]. سونگا[۶] و همکاران (۲۰۱۷)، یک رویکرد یکپارچه برای ارزیابی تأمین‌کنندگان با ملاحظه معیارهای اقتصادی، اجتماعی و سبز با به‌کارگیری روش مقایسات زوجی شایستگی[۷] در تعیین اهمیت نسبی بر اساس استحکام دیمتل در دست‌کاری مسائل پیچیده و درهم‌تنیده با داده کمتر و مزیت اعداد خشن[۸] در انعطاف‌پذیری مرتبط با اطلاعات مبهم، پیشنهاد دادند [۳۲]. ماسودین[۹] و همکاران (۲۰۱۸)، تأثیر ابتکارات و تمایلات مدیریتی بر اتخاذ مدیریت زنجیره تأمین سبز در عملکرد تولیدی اندونزی را بررسی کردند [۲۲]. امانی و همکاران (۲۰۱۸)، موانع پذیرش زنجیره تأمین سبز با استفاده از تکنیک دیمتل فازی را شناسایی و بررسی کردند [۴]. تقی‌زاده یزدی و همکاران، در پژوهشی با عنوان «سنجش روابط میان عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز و رتبه‌بندی شرکت‌های حاضر در زنجیره تأمین (مطالعه موردی: صنعت کاشی و سرامیک استان یزد)» به شناسایی و

---

۱. Govindan
۲. Shen
۳. Akman
۴. Kuo
۵. Data Envelopment Analysis (DEA)
۶. Songa
۷. Merit
۸. Rough
۹. Masudin

سنجش روابط میان عوامل مؤثر بر اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت کاشی و سرام استان یزد و رتبه‌بندی هفت شرکت از شرکت‌های موجود در یکی از زنجیره‌های تأمین موجود در این صنعت پرداختند که طبق توافق خبرگان، به‌عنوان شرکت‌های مهم و کلیدی آن زنجیره تأمین انتخاب شدند [۳۴]. با توجه به مبانی نظری، معیارهای سنتی[۱] کلیدی در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان به‌صورت کیفیت[۲] (TC2)، قابلیت اطمینان تحویل[۳] (TC3)، تاریخچه عملکرد[۴] (TC4)، حجم معاملات[۵] (TC5)، پیش‌زمان سفارش[۶] (TC6)، ظرفیت عملیاتی[۷] (TC7) درنظرگرفته شدند [۳۲]. درنهایت معیارهای کلیدی سبز[۸] در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان به‌صورت جدول ۱، پیشنهاد شده است [۲۲، ۱۷، ۳۳، ۳۲، ۲۴].

جدول ۱. معیارهای کلیدی سبز در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان

	مشارکت و مقررات دولت و استانداردها
رعایت استانداردهای لازم (GC1)	رعایت استانداردهای لازم در خرید مواد اولیه
	طراحی محصولات در جهت کاهش مصرف انرژی و مواد
	تولید و بسته‌بندی سبز
	رعایت استانداردهای لازم در خرید ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار
رعایت مسائل زیست‌محیطی (GC2)	بازیافت و استفاده مجدد از پسماندها و ضایعات در داخل و خارج شرکت
	گواهینامه‌های محیطی
	مدیریت کیفیت جامع محیطی
تعهد و مدیریت کارکنان و نیازمندی‌های مشتریان (GC3)	مدیریت استخدام و تخصیص فنی نیروی انسانی
	تعهد مدیریت ارشد
	نیازمندی‌های مشتری

معیارهای تاب‌آوری در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان. مفهوم تاب‌آوری یعنی توانایی یک شرکت یا زنجیره تأمین برای مقاومت و بهبود هم‌زمان در مقابل اختلالات؛ ازاین‌رو تاب‌آوری در چشم‌انداز مدیریت زنجیره تأمین از اهمیت بسیار بالایی برخوردار شده است. اختلالات تأمین‌کننده می‌تواند با قطع جریان‌های عرضه، فقدان‌های زیادی را به کل زنجیره تأمین تحمیل کند. معیارهای تاب‌آوری به قابلیت تأمین‌کنندگان برای مقابله با ریسک‌ها و رخدادهای غیرمنتظره و

۱. Traditional Criteria
۲. Quality
۳. Delivery Reliability
۴. Performance History
۵. Turnover
۶. Lead Time
۷. Operating Capacity
۸. Green Criteria

غیرقابل‌پیش‌بینی و تأثیرگذار بر کارایی و سرعت بالاتر نسبت به سایر تأمین‌کنندگان اشاره دارد [۲۶]. مرور مبانی نظری نشان داد که مطالعات پژوهشی با استفاده از رویکردهای کمّی برای حل مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان، محدود است.

تاب‌آوری با مفهوم قابلیت سیستم در تطبیق کارایی و اختلالات منتظره و قابل‌پیش‌بینی و برگشت سیستم به فرآیند طبیعی جزو جنبه‌های ضروری هر سیستم مدیریت زنجیره تأمین محسوب می‌شود [۳۵]. به دنبال یک زلزله در ژاپن «شرکت اپل» قادر به تولید آی‌پد ۲[۱] ناشی از فقدان فلش‌مموری و باتری نبود (اخبار بی‌بی‌سی[۲]، ۱۸ مارچ ۲۰۱۱) که این امر به خاطر یک اختلال غیرقابل‌پیش‌بینی در زنجیره تأمین رخ داده بود. این مسئله به‌طور خاص موجب ایجاد اختلال در بخش خودروسازی و زنجیره‌های تأمین خرده‌فروشی انگلستان شد. اخیراً طوفان شن به اختلالات عمده در زنجیره‌های تأمین ایالات متحده منجر شده است [۳۵]؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت معیارهای تاب‌آوری باید به‌عنوان قابلیت تأمین‌کننده به‌منظور مقابله با ریسک و رخدادهای غیرقابل‌پیش‌بینی در جهت افزایش سریع کارایی نسبت به سایر تأمین‌کنندگان موردملاحظه قرار گیرند. این معیارها توسط پرویس[۳] و همکاران (۲۰۱۶)، شناسایی و تحلیل شد [۲۸]. اخیراً چارچوبی برای توسعه و به‌کارگیری استراتژی زنجیره تأمین تاب‌آور پیشنهاد شده است که ارتباط پارادایم‌های مدیریتی مختلف را نشان می‌دهد. پژوهشگران چهار رکن توانمندساز را به‌عنوان عوامل کلیدی به‌منظور بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین پیشنهاد کرده‌اند که عبارت‌اند از: افزونگی؛ چابکی؛ نابی و انعطاف‌پذیری[۴]. در هر صورت عامل وضوح و شفافیت نیز به‌عنوان یک عامل اساسی تاب‌آوری توسط مدیران خرید شرکت موردمطالعه به این پژوهش الحاق شد. با توجه به اینکه معیارهای سنتی، نظیر پایداری و تاب‌آوری محیطی، در ایجاد زنجیره تأمین رقابتی و موفق مؤثر هستند، انتخاب تأمین‌کنندگان با پیچیدگی بیشتری مواجه شده است.

در این زمینه میترا[۵] و همکاران (۲۰۰۹)، چندین رکن و معیار موردملاحظه در انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور را شناسایی کرده‌اند [۲۳]. کلیبی و مارتل[۶] (۲۰۱۰)، یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط برای انتخاب تأمین‌کنندگان و مسائل تخصیص سفارش فرموله‌بندی کردند [۱۹]. هالدار[۷] و همکاران، یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی با درنظرگرفتن درجات اهمیت شاخص‌های علمی به‌صورت متغیرهای زبانی فرموله‌شده با اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای توسعه دادند [۱۳]. ترابی و همکاران (۲۰۱۵)، یک مدل بهینه‌سازی چندهدفه استوکستیک فازی برای حل

---

۱. iPad 2
۲. BCC
۳. Purvis
۴. Redundancy, agility, leanness and flexibility (RALF).
۵. Mitra
۶. Klibi and Martel
۷. Haldar

مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان و مسائل تخصیص سفارش به‌منظور بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین تحت ریسک‌های عملیاتی و مختل پیشنهاد کردند [۳۵]. شائو[۱] و همکاران (۲۰۱۶)، یک سیستم پشتیبان تصمیم ارزیابی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش ویکور و با درنظرگرفتن معیارهای عمومی و تاب‌آوری پیشنهاد دادند [۳۰]. پرامانیک[۲] و همکاران (۲۰۱۷)، یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به‌منظور کمک به توسعه فعالیت انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور ارائه کردند [۲۷]. محمد[۳] و همکاران (۲۰۱۷C)، با شناسایی مجموعه‌ای از معیارها و زیرمعیارها به‌صورت یک چارچوب یکپارچه به ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده تاب‌آور و سبز با استفاده از رویکرد ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس فازی و پرداختند [۲۶]. ابزر (۲۰۱۶)، پژوهشی با عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر در مدیریت تاب‌آوری زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (مطالعه موردی: سامان خودرو)» ارائه داده است [۱]. خدابخش و همکاران (۲۰۱۵) به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل تاب‌آوری زنجیره تأمین در شرایط بحرانی با رویکرد پدافند غیرعامل در شرکت ایران‌خودرو پرداختند [۱۸]. با توجه به مرور مبانی نظری، معیارهای تاب‌آوری[۴] در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان به‌صورت جدول ۲، پیشنهاد شده‌اند.

جدول ۲. معیارهای کلیدی تاب‌آوری در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان

افزونگی[۵] (RC1)	محمد و همکاران (۲۰۱۸)؛ کمال احمدی[۶] و همکاران (۲۰۱۶)؛	[۲۶و۱۷]
چابکی[۷] زنجیره تأمین (RC2)	محمد و همکاران (۲۰۱۸)؛ پرویس[۸] و همکاران (۲۰۱۶)؛ راجش[۹] و همکاران (۲۰۱۶)؛	[۲۶و۲۸و۲۹]
پیچیدگی[۱۰] (RC3)	کاروالهو[۱۱] و همکاران (۲۰۱۲)؛ بلاکهارست[۱۲] و همکاران (۲۰۰۵)؛	[۸و۹]
آشکاری[۱۳] زنجیره تأمین (RC4)	کمال‌احمدی و همکاران (۲۰۱۶)؛ راجش و همکاران (۲۰۱۶)؛	[۱۷و۲۹]
انعطاف‌پذیری[۱۴] (RC5)	راجش و همکاران (۲۰۱۶)؛ جایارام[۱۵] و همکاران [۲۰۰۹]؛	[۲۹و۱۶]

۱. Sahu
۲. Pramanik
۳. Mohamed
۴. Resilience Criteria
5. Redundancy
۶. Kamalahmadi
۷. Agility
۸. Purvis
۹. Rajesh
10. Complexity
۱۱. Carvalho
۱۲. Blackhurst
۱۳. Visibility
۱۴. Flexibility
۱۵. Jayaram

در هیچ‌یک از پژوهش‌های قبلی، تمامی معیارهای عملکردی (سنتی، سبز و تاب‌آوری) به‌طور هم‌زمان و یکپارچه بررسی نشده‌اند؛ بنابراین انتخاب تأمین‌کنندگان توسط تصمیم‌گیرندگان نیز تنها بر مبنای یکی از این معیارها صورت گرفته است؛ بنابراین درنظرگرفتن یکپارچه این معیارها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان رویکرد نوینی را در این پژوهش فراهم ساخته است.

مدل مفهومی یکپارچه پژوهش. در این پژوهش، با توجه به مرور گسترده مبانی نظری، معیارهای اصلی و کلیدی (سنتی، سبز، تاب‌آوری) در ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان شناسایی و استخراج شدند که در شکل ۱، به‌صورت مدل مفهومی سلسله‌مراتبی معیارها (سنتی، سبز و تاب‌آوری) و زیرمعیارها در انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه شده است.

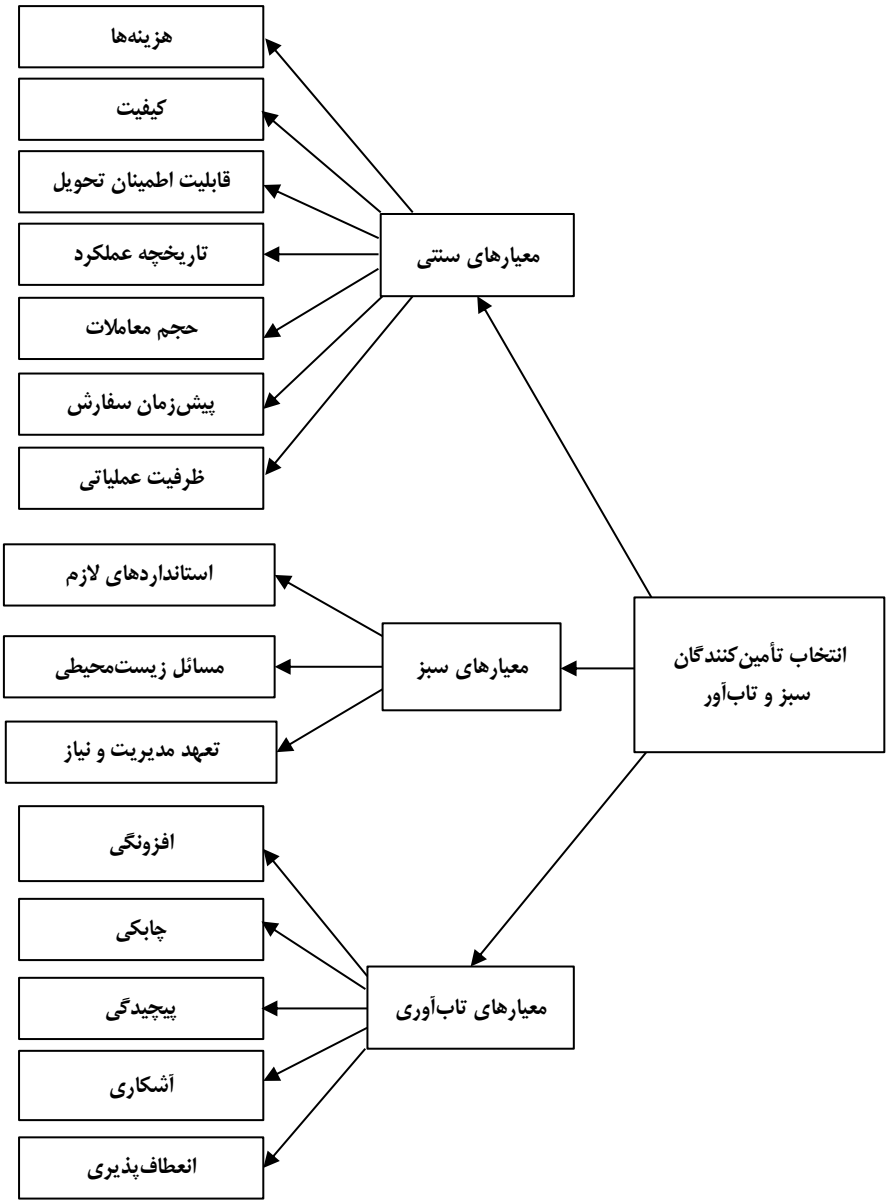
سؤال‌های پژوهش. با توجه به مدل مفهومی پیشنهادی، سؤال‌های زیر مطرح می‌شود:

۱. عوامل کلیدی سیستم یکپارچه ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان «سنتی، سبز و تاب‌آوری» در شرکت پتروشیمی فناوران کدام‌اند؟

۲. آیا زیرمعیارهای تشکیل‌دهنده زنجیره تأمین سنتی، سبز و تاب آور شناسایی‌شده در شرکت پتروشیمی فناوران از اثربخشی و قدرت تبیین‌کنندگی لازم بر اساس رویکرد تحلیل مسیر برخوردار هستند؟

۳. اهمیت هریک از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی معیارهای کلیدی سنتی، سبز و تاب‌آور شناسایی‌شده با رویکرد سوارا چقدر است؟

۴. کدام‌یک از تأمین‌کنندگان با درنظر گرفتن تمامی معیارها (سنتی، سبز و تاب‌آوری) از رتبه‌های بالاتری برخوردار هستند؟



شکل ۱. مدل مفهومی سلسله‌مراتبی معیارها و زیرمعیارها (سنتی، سبز و تاب‌آوری) در انتخاب تأمین‌کنندگان

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی[۱] و از نظر روش گردآوری داده‌ها، از نوع توصیفی ـ پیمایشی[۲] است. این پژوهش همانند پژوهش‌های پیمایشی، از طریق ابزار پرسشنامه به توصیف نظام‌وار وضعیت فعلی می‌پردازد و ویژگی‌ها و صفات آن را مطالعه و بررسی می‌کند. گردآوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه صورت گرفت. جامعه آماری پژوهش با هدف ارزیابی عوامل شناسایی‌شده و درنهایت استخراج عوامل نهایی و تبیین‌کننده سیستم یکپارچه ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان «سنتی، سبز و تاب‌آوری» در شرکت پتروشیمی فناوران کشور با رویکرد تحلیل مسیر تعریف شد، بدین منظور کل متخصصان، مدیران و خبرگان با تجربه مفید و صاحب‌نظر در رابطه با این سیستم که تعداد آن‌ها ۵۵ نفر بود، به‌عنوان جامعه آماری پژوهش تعیین شد و به علت محدودبودن جامعه، نظرهای تمامی آن‌ها موردمطالعه و بررسی قرار گرفت؛سپس به‌منظور رتبه‌بندی معیارها بر اساس تکنیک تصمیم‌گیری سوارا، پس از مشاوره‌های انجام‌شده با مدیریت عالی شرکت ،۳۰ نفر از آن‌ها بنا بر تخصص و تجربه آن‌ها در حوزه عملیاتی شناسایی شدند و بر اساس پرسشنامه سوارا نظراتشان برای رتبه‌بندی معیارها وزیر معیار موردمطالعه قرار گرفت. در مرحله سوم نیز به‌منظور آزمون مدل و همچنین رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ۱۰ نفر از مدیران مرتبط با حوزه زنجیره تأمین انتخاب شد و بر اساس نظهای آن‌ها تأمین‌کنندگان رتبه‌بندی شدند. در این پژوهش، پژوهشگران با این تعداد خبره در مرحله نخست به اشباع نظری در حوزه موردبررسی دست یافتند؛ چراکه اشباع نظری زمانی حاصل می‌شود که دیگر داده‌ای جدیدی که به تعریف خصوصیات یک طبقه کمک می‌کند به پژوهش وارد نشود و تمام مقایسه‌های موردنظر اتفاق افتاده باشد[۳]. درواقع این خبرگان همگی از مدیران رده اول شرکت پتروشیمی فناوران کشور هستند و کاملاً به موضوع موردبررسی اشراف دارند؛ سپس این عوامل وارد پرسشنامه پژوهش حاضر شد و در اختیار خبرگان موردنظر قرار گرفت تا نظرهای خود را در مورد اهمیت عوامل از نظر تأثیرگذاری بیان کنند. در مرحله بعد با استفاده از گام‌های تکنیک سوارا، اطلاعات پرسشنامه تحلیل شد تا به این وسیله وزن این عوامل کلیدی و رتبه‌بندی آن‌ها حاصل شود. روش سوارا ازجمله روش‌های ذهنی برای تعیین وزن شاخص‌ها با استفاده از نظر خبرگان است که پس از رتبه‌بندی شاخص‌ها، وزن آن‌ها را محاسبه می‌کند. وزن هـر معیـار نشان‌دهنده‌ی اهمیت آن است [۲]. در ادامه به‌منظور رتبه‌بندی عملکردی تأمین‌کنندگان سبز و تاب‌آور از تکنیک تاپسیس با استفاده از نظرهای تصمیم‌گیرندگان حوزه تأمین استفاده شد. شکل ۲، فلوچارت روش ارائه‌شده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

---

۱. Applied research
۲. Survey research
۳. Sharma, 2010

شکل ۲. فلوچارت روش پژوهش

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

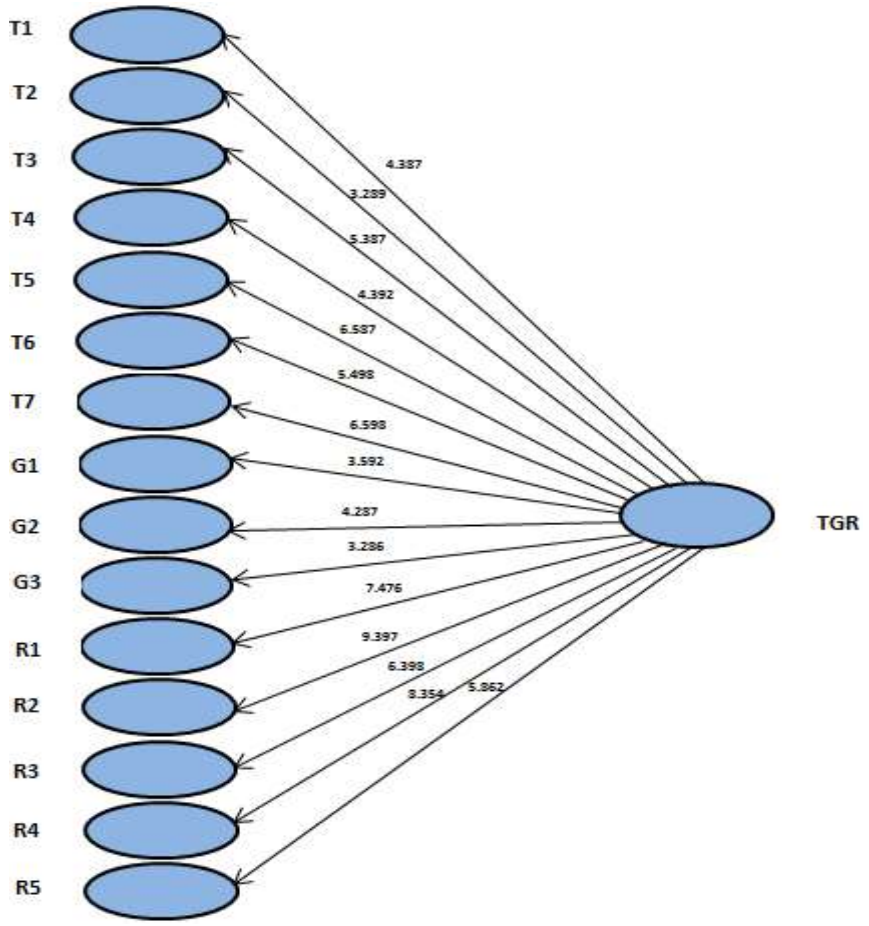
تحلیل مسیر و بررسی نقش عوامل کلیدی در شرکت پتروشیمی فناوران. پس از طراحی مدل مفهومی، با استفاده از نرم‌افزار SPLS ضرایب مسیر بین روابط تعیین‌شده محاسبه شد. مقدار ضرایب ذکرشده در جدول ۳، آورده شده است که نشان از پایایی و روایی مناسب عوامل پژوهش دارد.

جدول ۳. ضرایب و مؤلفه‌های مربوط به عوامل

عوامل	آلفای کرونباخ	میانگین واریانس استخراجی[۱]	پایایی ترکیبی[۲]
هزینه‌ها	۰/۷۳۸	۰/۷۸۴	۰/۷۹۲
کیفیت	۰/۷۶۳	۰/۷۸۵	۰/۸۰۶
قابلیت اطمینان تحویل	۰/۶۳۴	۰/۶۶۲	۰/۶۸۱
تاریخچه عملکرد	۰/۷۰۲	۰/۷۵۹	۰/۷۶۴
حجم معاملات	۰/۶۲۹	۰/۶۴۶	۰/۶۸۳
پیش‌زمان سفارش	۰/۷۶۱	۰/۷۹۴	۰/۸۳۲
ظرفیت عملیاتی	۰/۷۱۶	۰/۷۴۲	۰/۷۷۳
رعایت استانداردهای لازم	۰/۷۴۹	۰/۷۸۳	۰/۸۰۳
رعایت مسائل زیست‌محیطی	۰/۶۸۳	۰/۶۹۵	۰/۷۳۹
تعهد و مدیریت کارکنان و نیازمندی‌های مشتریان	۰/۷۷۸	۰/۷۹۵	۰/۸۳۹
افزونگی	۰/۶۹۲	۰/۷۲۸	۰/۷۵۶
چابکی	۰/۷۵۱	۰/۷۸۴	۰/۸۲۹
پیچیدگی	۰/۶۱۲	۰/۶۳۶	۰/۶۸۷
آشکاری	۰/۷۰۶	۰/۷۳۸	۰/۷۹۶
انعطاف‌پذیری	۰/۶۳۷	۰/۶۸۴	۰/۷۱۸

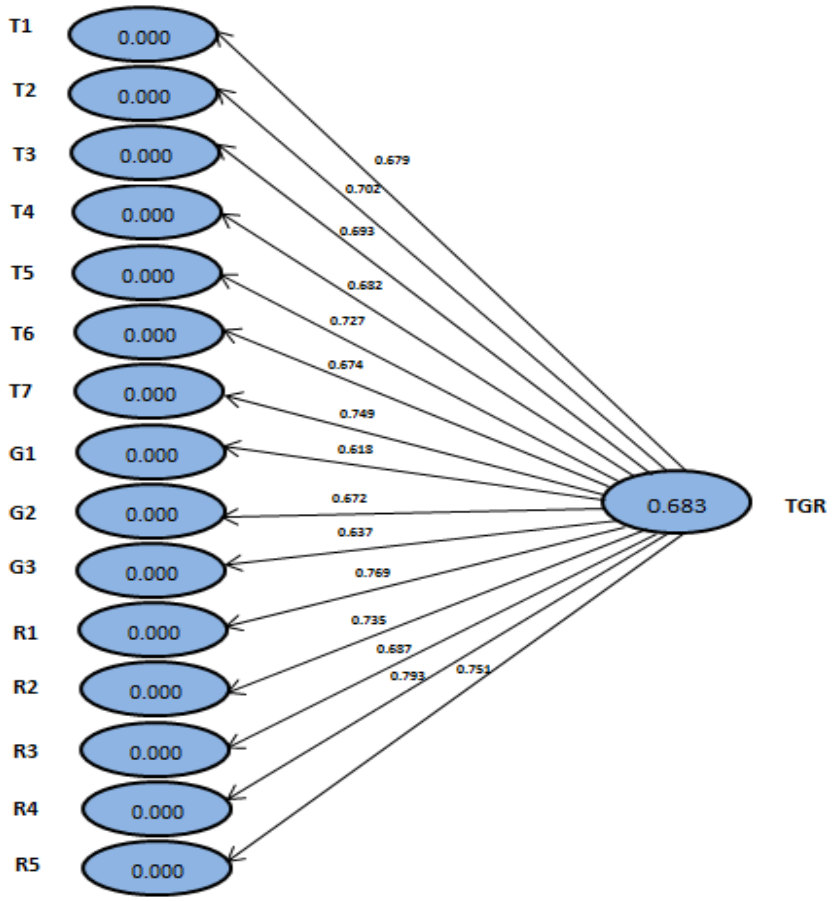
مقادیر خروجی آماره تی در شکل ۳، آورده شده است.

۱. AVE
۲. CR



شکل ۳. مقادیر T-value

با توجه به شکل ۳، مقادیر T-value برای تمامی مسیرها از میزان استاندارد قدرمطلق ۱/۹۶ بالاتر است (خارج از بازه‌ی مشخص‌شده است) و نشان می‌هد که عوامل شناسایی‌شده به‌خوبی در سنجش سازه اصلی پژوهش، یعنی سیستم مدیریت زنجیره تأمین یکپارچه (سنتی، سبز و تاب‌آور) در شرکت یادشده تأثیرگذارند؛ به‌عبارتی این امر معناداربودن تمامی عوامل و روابط بین متغیرها را در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد و درنهایت تمامی روابط مدل موردقبول است؛ همچنین نتایج ضرایب مسیر در شکل ۴، نشان می‌دهد که ارتباط بین تمامی متغیرها دارای قدرت تبیین‌کنندگی بالایی است.



شکل ۴. ضرایب مسیر و بارهای عاملی

با توجه به ضرایب مسیر حاصل‌شده، تأثیرگذاری مثبت و قوی تمامی عوامل در مدیریت زنجیره تأمین یکپارچه سنتی، سبز و تاب‌آور شرکت پتروشیمی فناوران کشور تأیید می‌شود. برای برازش کلی مدل شاخص نیکویی برازش[۱] محاسبه شد. این معیار که با GOF نشان داده می‌شود، عددی بین صفر تا یک است و هرچقدر به یک نزدیک‌تر باشد، حکایت از برازش کلی مناسب مدل دارد. سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی شده‌اند. مقدار آماره نیکویی برازش که از جذر حاصل‌ضرب مقادیر میانگین ضریب تعدیل و میانگین مقادیر افزونگی[۲] برای سازه‌های درون‌زای مدل به‌دست می‌آید، برای این مدل برابر ۰/۳۱۷ شد که مقدار مناسبی بوده و نشان از برازش قوی مدل ساختاری دارد؛ بنابراین برازش کلی مدل نیز تأیید می‌شود.

۱. Goodness Of Fit
۲. Redundancy

به‌کارگیری تکنیک سوارا و محاسبه وزن (اهمیت و رتبه) معیارها و زیرمعیارها. در این قسمت با استفاده از تکنیک سوارا به ارزیابی معیارها و زیرمعیارها و تعیین وزن آن‌ها در چهار بخش پرداخته می‌شود. تمامی مراحل محاسباتی در بخش نخست ارائه شده و در ادامه خلاصه‌ای از خروجی نهایی وزن زیرمعیارها و معیارها آورده شده و از جدول‌های میانی به‌دلیل حجم بالای محاسبات صرف‌نظر شده است.

بخش نخست: تعیین وزن زیرمعیارهای مربوط به معیار سنتی

بدین منظور هفت زیرمعیار کلیدی سنتی مؤثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان در شرکت پتروشیمی فناوران استخراج شد که در جدول ۴، آورده شده است.

جدول ۴. زیرمعیارهای کلیدی سنتی مؤثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان

زیرمعیارهای کلیدی سنتی	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
توصیف زیرمعیار سنتی	هزینه‌ها	کیفیت	قابلیت اطمینان تحویل	تاریخچه عملکرد	حجم معاملات	پیش‌زمان سفارش	ظرفیت عملیاتی

پس از این مرحله، رتبه‌بندی معیارها بر اساس اهمیت صورت گرفت. بدین منظور از گام‌های استاندارد مدل سوارا استفاده شد که به شرح زیر است:

گام ۱: تعیین رتبه معیارها بر اساس توزیع فراوانی نسبی منتخبین معیارها

در این مرحله بر اساس فراوانی نسبی هرکدام از معیارها بر اساس نظرهای خبرگان، زیرمعیارها به‌صورت اولیه رتبه‌بندی شد که جدول ۵، نتایج رتبه‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۵. درصد نظرها و رتبه هر زیرمعیار

زیرمعیار کلیدی	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
توصیف زیرمعیار	هزینه‌ها	کیفیت	قابلیت اطمینان تحویل	تاریخچه عملکرد	حجم معاملات	پیش‌زمان سفارش	ظرفیت عملیاتی
تعداد نظرها	۱۷	۲۷	۲۳	۱۴	۸	۱۹	۱۱
فراوانی نسبی نظرها (f_j)	۰/۵۷	۰/۹۰	۰/۷۷	۰/۴۷	۰/۲۷	۰/۶۳	۰/۳۷
رتبه	۴	۱	۲	۵	۷	۳	۶
۳۰	تعداد خبرگان						

گام ۲: اختلاف نسبی نظرهای هر زیرمعیار نسبت به زیرمعیار بعدی

در این گام اختلاف نسبی هر زیرمعیار نسبت به زیرمعیار بعدی پس از رتبه‌بندی با استفاده از S_j محاسبه شد. به‌منظور محاسبه S_j از رابطه ۱، استفاده می‌شود.

$$s_j = \begin{cases} 0 & j = 1 \\ f_{j-1} - & j \neq 1 \end{cases}$$ رابطه (۱)

در رابطه ۱، f_j فراوانی نسبی هر یک از زیر معیارها را نشان می‌دهد. نتیجه حاصل از محاسبات در جدول ۶، آورده شده است.

جدول ۶. مقادیر s_j

زیرمعیار کلیدی	T2	T3	T6	T1	T4	T7	T5
S_j	....	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰

گام ۳: محاسبه مقدار k_j

در این گام مقدار رشد یا k_j برای زیرمعیار اول با استفاده از رابطه ۲، محاسبه می‌شود.

$$k_j = 1 + s_j$$ رابطه (۲)

مقادیر رشد k_j برای هر زیرمعیاردر جدول ۷، آورده شده است.

جدول ۷. مقادیر رشد k_j برای هر زیرمعیار

زیرمعیار کلیدی	T2	T3	T6	T1	T4	T7	T5
k_j	۱	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۰۷	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰

گام ۴: سنجش اهمیت بازیابی شده (q_j)

در این مرحله اهمیت بازیابی‌شده برای هر زیر معیار محاسبه می‌شود. بدین منظور از رابطه ۳، استفاده می‌شود.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j+1}}{k_j} & j \neq 1 \end{cases}$$ رابطه (۳)

مقادیر استخراجی q_j در جدول ۸، آورده شده است.

جدول ۸. مقادیر اهمیت بازیابی شده (q_j) برای هر زیرمعیار

زیرمعیار کلیدی	T2	T3	T6	T1	T4	T7	T5
q_j	۱	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۷۳	۰/۶۶	۰/۶۰	۰/۵۵

گام ۵: سنجش وزن هر زیرمعیار

در این گام که جایگزین گام نهایی در مدل سوارا شده است، وزن زیرمعیارها با استفاده از رابطه ۴، محاسبه می‌شود.

رابطه (۴)
$$w_j = \frac{q_j}{\Sigma_{j=1}^{n} q_j}$$

با استفاده از رابطه ۴، وزن زیرمعیارها پس از مرتب‌سازی در جدول ۹، ارائه شده است.

جدول ۹. وزن هر زیرمعیار پس از مرتب‌سازی

زیرمعیار کلیدی	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
توصیف زیرمعیار	هزینه‌ها	کیفیت	قابلیت اطمینان تحویل	تاریخچه عملکرد	حجم معاملات	پیش‌زمان سفارش	ظرفیت عملیاتی
w_j	۰/۱۴۰	۰/۱۹۲	۰/۱۶۹	۰/۱۴۰	۰/۱۲۷	۰/۱۱۶	۰/۱۰۵

با توجه به جدول ۹، زیرمعیار دوم یعنی «کیفیت» با بیشترین وزن به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار سنتی استخراج شد؛ همچنین زیرمعیارهای سوم (قابلیت اطمینان تحویل) و ششم (پیش‌زمان سفارش) در رتبه‌های بعدی از نظر اهمیت در ارزیابی عملکرد سنتی تأمین‌کنندگان قرار دارند. زیرمعیار پنجم (حجم معاملات) نیز با کمترین وزن به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین زیرمعیار در ارزیابی سنتی تأمین‌کنندگان شرکت شناسایی شد.

بخش دوم: تعیین وزن زیرمعیارهای مربوط به معیار سبز

به‌طور مشابه در این بخش وزن هرکدام از زیر معیارهای کلیدی سبز بر اساس گام‌های سوارا به دست آورده شده است.

گام ۱: تعیین رتبه معیارها بر اساس توزیع فراوانی نسبی منتخبین معیارها

جدول ۱۰. درصد فراوانی نسبی نظرها و رتبه هر زیرمعیار

زیرمعیارهای کلیدی سبز	G1	G2	G3
توصیف زیرمعیار کلیدی	رعایت استانداردهای لازم	رعایت مسائل زیست‌محیطی	تعهد و مدیریت کارکنان و مشتریان
فراوانی	۲۳	۱۴	۱۹
فراوانی نسبی	۰/۷۶۷	۰/۴۶۷	۰/۶۳۳
رتبه	۱	۳	۲

گام‌های ۲ تا ۵: خروجی نهایی این گام‌ها در جدول ۱۱، آورده شده است.

جدول ۱۱. مقادیر s_j، k_j، q_j و w_j

رتبه	۱	۲	۳
زیرمعیار	G1	G3	G2
فراوانی نسبی	۰/۷۶۷	۰/۶۳۳	۰/۴۶۷
s_j	---	۰/۱۳۳	۰/۱۶۷
k_j	۱	۱/۱۳۳	۱/۱۶۷
q_j	۱	۰/۸۸۲	۰/۷۵۶
w_j	۰/۳۷۹	۰/۳۳۴	۰/۲۸۷

با توجه به جدول ۱۱، زیرمعیار اول یعنی «رعایت استانداردهای لازم» با بیشترین وزن به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار سبز استخراج شده است؛ همچنین زیرمعیارهای سوم (تعهد و مدیریت کارکنان و نیازمندی‌های مشتریان) و دوم (رعایت مسائل زیست‌محیطی) در رتبه‌های بعدی از نظر اهمیت در ارزیابی عملکرد سنتی تأمین‌کنندگان قرار دارند.

بخش سوم: تعیین وزن زیرمعیارهای مربوط به معیار تاب‌آوری

به‌طور مشابه در این بخش وزن هرکدام از زیر معیارهای کلیدی سبز بر اساس گام‌های سوارا به دست آورده شد.

گام ۱: تعیین رتبه معیارها بر اساس درصد فراوانی نسبی منتخبین معیارها

جدول ۱۲. درصد نظرها و رتبه هر زیرمعیار

زیرمعیارهای کلیدی تاب‌آوری	R1	R2	R3	R4	R5
توصیف زیرمعیار	افزونگی	چابکی	پیچیدگی	آشکاری	انعطاف‌پذیری
فراوانی	۲۲	۲۶	۱۱	۱۸	۱۴
فراوانی نسبی	۰/۷۳	۰/۸۷	۰/۳۷	۰/۶۰	۰/۴۷
رتبه	۲	۱	۵	۳	۴

گام‌های ۲ تا ۷: خروجی نهایی این گام‌ها در جدول ۱۳، آورده شده است:.

جدول ۱۳. مقادیر s_j، k_j، q_j و w_j

رتبه	۱	۲	۳	۴	۵
زیرمعیار	R2	R1	R4	R5	R3
فراوانی نسبی	۰/۸۷	۰/۷۳	۰/۶۰	۰/۴۷	۰/۳۷
s_j	---	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۰
k_j	۱	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۰
q_j	۱	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۶۹	۰/۶۲
w_j	۰/۲۵۲	۰/۲۲۲	۰/۱۹۶	۰/۱۷۳	۰/۱۵۷

با توجه به جدول ۱۳، زیرمعیار دوم یعنی «چابکی» با بیشترین وزن به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار تاب‌آوری و زیرمعیارهای اول (افزونگی) و چهارم (آشکاری) در رتبه‌های بعدی از نظر اهمیت در ارزیابی عملکرد تاب‌آوری تأمین‌کنندگان قرار دارند. زیرمعیارهای پنجم (انعطاف‌پذیری) و سوم (پیچیدگی) در رتبه‌های آخر قرار گرفتند.

بخش چهارم: تعیین وزن معیارهای کلیدی و اصلی (سنتی، سبز و تاب‌آوری)

در این بخش، به‌منظور ارزیابی معیارهای کلیدی و استخراج وزن معیارها و رتبه‌بندی آن‌ها از تکنیک سوارا استفاده شد که خروجی گام‌های اجرایی جدول‌های ۱۴ و ۱۵، ارائه شده است.

جدول ۱۴. درصد نظرها و رتبه هر معیار

توصیف معیار	سنتی (T)	سبز (G)	تاب‌آوری (R)
فراوانی	۱۶	۲۰	۲۸
فراوانی نسبی	۰/۵۳۳	۰/۶۶۷	۰/۹۳۳
رتبه	۳	۲	۱

جدول ۱۵. مقادیر s_j، k_j، q_j و w_j

رتبه	1	2	3
معیار	R	G	T
فراوانی نسبی	۰/۹۳۳	۰/۶۶۷	۰/۵۳۳
s_j	---	۰/۲۶۷	۰/۱۳۳
k_j	۱	۱/۲۶۷	۱/۱۳۳
q_j	۱	۰/۷۸۹	۰/۶۹۷
w_j	۰/۴۰۲	۰/۳۱۸	۰/۲۸۰

با توجه به جدول ۱۵، معیار سوم یعنی «تاب‌آوری» با بیشترین وزن به‌عنوان مهم‌ترین معیار، معیار دوم (سبز) در جایگاه دوم و درنهایت معیار اول (سنتی) در رتبه آخر از نظر اهمیت در ارزیابی یکپارچه عملکرد تأمین‌کنندگان قرار گرفت. این خروجی (وزن‌های نهایی معیارهای اصلی) در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شرکت به‌عنوان ورودی تکنیک تصمیم‌گیری تاپسیس در نظر گرفته می‌شوند که در ادامه مراحل اجرایی این تکنیک ارائه شده است.

رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان مواد شرکت بر اساس وزن معیارها با تاپسیس. در این پژوهش، به‌منظور رتبه‌بندی شرکت پتروشیمی فناوران، از تکنیک تصمیم‌گیری تاپسیس استفاده شده است [۵]. در الگوی تاپسیس از وزن‌های استخراج‌شده از روش سوارا برای رتبه‌بندی استفاده شد. جدول ۱۶، ضریب اولویت (نزدیکی نسبی به ایده‌آل مثبت) و رتبه‌های هر یک از تأمین‌کنندگان را نشان می‌دهد.

جدول ۱۶. نزدیکی نسبی گزینه‌ها به راه‌حل ایده‌آل

تأمین‌کننده	نزدیکی نسبی	رتبه
A1	۰/۴۱۸۲	۵
A2	۰/۵۷۷۰	۴
A3	۰/۷۷۷۴	۲
A4	۰/۰۹۱۸	۷
A5	۰/۶۴۸۰	۳
A6	۰/۹۱۲۱	۱
A7	۰/۲۹۸۷	۶

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مدیریت زنجیره تأمین یک روش قدرتمند برای مقایسه یک سازمان با رقبا به‌شمار می‌آید. غالب مطالعاتی که به‌منظور انتخاب تأمین‌کنندگان مورداستفاده قرار گرفته‌اند، به یکی از الگوهای سنتی، سبز و تاب‌آور محدود شده‌اند. در این پژوهش برای نخستین بار از الگوی یکپارچه سنتی، سبز و تاب‌آور برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده شد. از سوی دیگر معیار وضوح و شفافیت سیستم تأمین‌کننده به‌عنوان یک معیار کلیدی جدید که در هیچ‌کدام از مطالعات قبلی موردتوجه قرار نگرفته بود، در ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت پتروشیمی فناوران موردتوجه قرار گرفت. بدین منظور ابتدا بر اساس نظر خبرگان معیارهای کلیدی سنتی، سبز و تاب آور شناسایی شد؛ سپس به‌منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان، وزن استخراجی معیارها از طریق تکنیک سوارا، به‌عنوان ورودی مرحله نخست به تکنیک تاپسیس اعمال شد. در ادامه بر اساس مراحل اجرایی، تأمین‌کنندگان شرکت موردارزیابی قرار گرفت و رتبه‌بندی آن‌ها بر مبنای سه معیار کلیدی پژوهش استخراج شد. خروجی تکنیک نشان داد که تأمین‌کننده ششم بهترین تأمین‌کننده بوده و تأمین‌کننده سوم در جایگاه بعدی قرار گرفته است (به‌دلیل حفظ اخلاق پژوهش و محرمانگی اطلاعات، از اعلام نام تأمین‌کنندگان خودداری شده است)؛ همچنین تأمین‌کنندگان هفتم و چهارم در جایگاه آخر از نظر عملکرد قرار گرفتند. پیشنهادهای کاربردی برای بهبود نظام مدیریت زنجیره تأمین در شرکت پتروشیمی فناوران در این بخش آورده شده است.

ـ بر مبنای وزن حاصل‌شده معیارها و زیرمعیارها، زیرمعیار «کیفیت» به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار سنتی، زیرمعیار «رعایت استانداردهای لازم» به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار سبز، زیرمعیار «چابکی» به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیار تاب‌آوری و نهایتاً در تحلیل نهایی معیارهای کلی و کلیدی پژوهش، معیار «تاب‌آوری» به‌عنوان مهم‌ترین معیار ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان استخراج شده است. برای تحقق این ضرورت‌ها، در زمینه کیفیت، گزینش تأمین‌کنندگان با تأمین مواد باکیفیت بالا در میان تأمین‌کنندگان موجود یا جست‌وجو و جایگزینی تأمین‌کنندگان با منابع باکیفیت‌تر دیگر از اهمیت بسزایی برخوردار است. در زمینه رعایت استانداردها توسط تأمین‌کننده‌ها، رعایت استانداردها در خرید مواد اولیه، ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار، طراحی محصولات در جهت کاهش مصرف انرژی و مواد و بهبود فرآیندهای تولید و بسته‌بندی سبز می‌تواند بهبود عملکرد شرکت در عرصه رقابتی را فراهم سازد؛ همچنین پیشنهاد بهبود چابکی و سرعت فعالیت به تأمین‌کنندگان می‌تواند پاسخگویی تأمین‌کنندگان به‌منظور تأمین سفارش‌ها را تقویت کند. درنهایت در زمینه بهبود تاب‌آوری، بهبود توانایی انطباق در پاسخ به اختلالات و بازیابی آن در انتخاب تأمین‌کنندگان و مقابله با اختلالات و ریسک‌های خارجی، موجب کاهش آسیب‌پذیری زنجیره و ارتقای آن خواهد شد.

ـ بر اساس رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان، به شرکت موردمطالعه پیشنهاد می‌شود که به‌منظور بهبود عملکرد تاب‌آوری تأمین، ارتباطات و فعالیت‌های خود را با تأمین‌کنندگان هفتم و چهارم (به‌عنوان ضعیف‌ترین تأمین‌کننده‌ها) کاهش دهد و یا تأمین‌کنندگان بهتر دیگری را جایگزین آن‌ها کند.؛ همچنین بیشتر سفارش‌های خود را از تأمین‌کنندگان ششم و سوم (به‌عنوان قوی‌ترین تأمین‌کننده‌ها از نظر رعایت مسائل زیست‌محیطی و تاب‌آوری) تأمین کند تا قدرت رقابتی شرکت تقویت شود.

منابع

1. Abzar, S. (2016). Identifying and Prioritizing Factors in Chain Resilience Management Using Network Analysis Technique (Case Study: Saman Khodro). *Master Degree Thesis,* Industrial engineering, Azad University of Njaf ASbad, 2016. [In Persian]
2. Ajali, M. & GHasemian sahebi, I. (2017). Prioritization of executive barriers to total quality management in the gas industry using the gradual weighting evaluation ratio analysis approach. *Journal of Standard and Quality Management Extension Quarterly, 6(2), Consecutive 20.* (In Persian)
3. Akman, G. (2015). Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods. *Comput. Ind. Eng. 86*, 69–82.
4. Amani, M., Ashrafi, A., & Dehghanan, H. (2018). Barriers to Green Supply Chain Acceptance Using Fuzzy Demitel Technique. *Quarterly Journal of Information Technology Management Studies, 5(91),* 179-147. (In Persian)
5. Asgharpour, M.J. (1978*). Multi-criteria decisions.* Tehran: University of Tehran Press. [In Persian]
6. Aslani Liaei, V., Abedi, S., Irajpour, A.R. & Ehtesham Rathi, R. (2021). Designing a Model for Evaluation of Sustainable Supply Chain Multi Capabilities Based on Artificial Intelligence, *Industrial Management Perspective, 11(43),* 107-129. (In Persian)
7. Asgarnezhad Nouri, B., Saebnia, S. & Foladi, E. (2020). Effect of Lean and Agile Supply Chain Strategies on Supply Chain Responsiveness and Firm Performance: The Mediating role of Postponing Order and Strategic Partnership of Suppliers (Case Study: Automotive Industry). *Industrial Management Perspective, 10(39), 65-89. (In Persian)*
8. Blackhurst, J., Craighead, C.W., Elkins, D. & Handfield, R.B. (2005). An empirically derived agenda of critical research issues for managing supply-chain disruptions. *Int. J. Prod. Res. 43 (19),* 4067- 4081.
9. Carvalho, H., Barroso, A. P., Machado, V. H., Azevedo, S. & Cruz-Machado, V. (2012). Supply chain redesign for resilience using simulation. *Computers & Industrial Engineering, 62(1*), 329-341.
10. Dickson, G. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *J. Purch. 2(1),* 5–17.
11. Govindan, K. & Sivakumar, R. (2016). Green supplier selection and order allocation in a low-carbon paper industry: integrated multi-criteria heterogeneous decision making and multi-objective linear programming approaches. *Ann. Oper. Res. 238*, 243–276.
12. Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J. & Murugesan, P. (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *J. Clean. Prod. 98*, 66–83.
13. Haldar, A., Ray, A., Banerjee, D. & Ghosh, S. (2014). Resilient supplier selection under a fuzzy environment. *Int. J. Manage. Sci. Eng. Manage. 9 (2),* 147–156.
14. Ha, S.H. & Krishnan, R.(2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. Expe. Sys. *with Appl. 34,* 1303–1311.
15. Hosseinzadeh.M, Mehregan, M.R & Ghayem, H. (2021). Sustainable Supply Model of Rotating Equipment Spare Parts in Iran's Oil Industry using a Combined Approach of System Dynamics (SD) and Strategic Assumptions Surfacing and

Testing (SAST). *Industrial Management Perspective,11(43),* 9-43 (Original Article). (In persian)
16. Kamalahmadi, M. & Parast, M.M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics, 171,* 116-133.
17. Kamalakanta Mudulia K. G. (2013). The Role of behavioral factors in green supply chain management implementation in Indian mining industries. Resources, *Conservation and Recycling, 2013*.
18. Khodabakhsh et al. (2015). Identification and ranking of supply chain resilience factors in critical situations with a passive defense approach. Quarterly Journal of Passive Defense, *9(33),* 36-25. (In Persian)
19. -Klibi, W., Martel, A., & Guitouni, A. (2010). The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review. *European Journal of Operational Research, 203(2),* 283–293.
20. Kuo, R.J., & Lin., Y.J. (2011). Supplier selection using analytic network process and data envelopment analysis. *International. Journal of Production Research,* 1-12 . First ed.
21. Large, R.O., & Thomsen, C.G. (2011). Drivers of Green Supply Management Performance: Evidence from Germany. *Journal of Purchasing & Supply Management, 17,* 176–184,.
22. Masudin, I., Wastono, T., & Zulfikarijah, F. (2018). The Effect of Managerial Intention and Initiative on Green Supply Chain Management Adoption in Indonesian Manufacturing Performance, Cogent Business & Management, http://dx.doi.org/10.1080/23311975.2018.148521.
23. Mitra, K., Gudi, R.D., Patwardhan, S.C. & Sardar, G. (2009). Towards resilient supply chains: Uncertainty analysis using fuzzy mathematical programming. *Chem. Eng. Res. Des. 87,* 967–981.
24. Mohammed A., Wang Q. & Li X. (2017a). Developing a meat supply chain network design using a multi objective possibilistic programming approach. *British Food Journal, 119(3),* 690-706.
25. Mohammed, A. & Wang, Q. (2017b). The fuzzy multiobjective distribution planner for a green meat supply chain. *International J. Pro Eco., 184,* 47–58
26. Mohammed, A., Wang, Q., Alyahya, S. & Binnette, N. (2017c). Design and optimization of an RFID-enabled automated warehousing system under uncertainties: A multi-criterion fuzzy programming approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 91(5),* 1661-1670.
27. Pramanik, D., Subhash, N., Haldar, A., Mondal, S.C., Naskar, S.N. & Ray. A. (2017). Resilient supplier selection using AHP-TOPSIS-QFD under a fuzzy environment. *International Journal of Management Science and Engineering Management, 12(1),* 45-54.
28. Purvis, L., Spall, S., Naim, M. & Spiegler, V. (2016). Developing a resilient supply chain strategy during 'boom' and 'bust'. *Production Planning & Control, 27(7-8),* 579-590.
29. Rajesh, R., & Ravi, V. (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach. *Journal of Cleaner Production, 86,* 343-359.
30. Sahu, A.K., Datta, S., & Mahapatra, S.S. (2016). Evaluation and selection of resilient suppliers in fuzzy environment: Exploration of fuzzy-VIKOR. *Benchmarking: An International Journal, 23(3),* 651- 673.

31. Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R. & Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences", Resources, Conservation and Recycling, *74(1)*, 170- 179.
32. Songa, W., Xub, Z. & Liu, H-C. (2017). Developing sustainable supplier selection criteria for solar airconditioner manufacturer: An integrated approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79 (2017)* 1461–1471.
33. Su-Yol, L. (2015). Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain. ISSN 1359-8546.
34. Taqi Zadeh Yazdi, M.R., Amrullahi Bioki, N. & Mohammadi Balani, A.K (2015). Assessing the Relationships between Factors Affecting the Implementation of Green Supply Chain Management and Ranking of Companies in the Supply Chain (Case Study: Tile and Ceramic Industry of Yazd Province). *Industrial Management, Faculty of Management, 8(4),* 555-574. (In Persian)
35. Torabi, S.A., Baghersad, M., & Mansouri, S.A. (2015). Resilient supplier selection and order allocation under operational and disruption risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,* 79, 22-48