فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دوازدهم/ شماره ۴۰ / تابستان ۱۳۹۶

ارائه رویکرد چندمعیاره برای برون سپاری فعالیت های لجستیکی فوق‌سنگین: موردکاوی صنایع نفت، گاز و پتروشیمی ایران

کیارش وزیری زاده
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
حمیدرضا ایزدبخش
استادیار مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
حامد داوری اردکانی (نویسنده مسؤول)
استادیار مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email:davari@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۲ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲۵

چکیده

بی تردید نقش ناوگان حمل و نقل فوق سنگین در احداث و توسعه زیربناهای صنعتی کشور بسیار برجسته است. در همین راستا موضوع برون سپاری حمل و نقل تجهیزات فوق سنگین با ارزش بسیار زیاد، مورد توجه بسیاری از سازمان ها در سطح دنیا قرار گرفته است. هدف این مقاله، رتبه بندی ارائه دهندگان خدمات لجستیک حمل و نقل فوق سنگین با استفاده از رویکردهای تصمیم گیری چندمعیاره است. دلیل این امر آن است که در انتخاب گزینه مناسب برای برون سپاری فعالیت های لجستیکی فوق سنگین، معمولاً معیارهای مختلفی مد نظر قرار می گیرند که در تناقض با یکدیگر عمل می کنند. در همین راستا ابتدا با استفاده از نظرخواهی و مصاحبه با متخصصان و با توجه به شاخص های انتخابی در تحقیقات گذشته، به کمک روش دلفی شاخص‌هایی به منظور رتبه بندی تعیین شده‌است. سپس متخصصان با استفاده از پرسشنامه به مقایسه زوجی شاخص های ارزیابی پرداخته اند. پس از جمع‌آوری نظرات متخصصین و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن دهی معیارها استفاده شده است. سپس، ارائه دهندگان خدمات لجستیک فوق سنگین با استفاده از روش تاپسیس فازی رتبه‌بندی شده اند. در گام بعد، نتایج حاصله با استفاده از روش الکتره مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. رویکرد تصمیم گیری چندمعیاره ارائه شده به منظور ارزیابی خدمات‌دهندگان لجستیک فوق سنگین صنایع نفت، گاز و پتروشیمی ایران مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج ارزیابی هر دو روش تاپسیس فازی و الکتره نشان دهنده این است که شرکت A7 با بالاترین امتیاز، برترین شرکت حمل و نقل فوق سنگین داخلی بوده و بعد از آن ۹ شرکت دیگر به ترتیب رتبه‌بندی شده‌اند. به عبارت دیگر، نتایج حاصل از رتبه بندی شرکت های حمل و نقل فوق سنگین به کمک هر دو روش مذکور دارای همخوانی کامل هستند.

کلمات کلیدی: حمل و نقل فوق سنگین، روش دلفی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، روش تاپسیس فازی، روش الکتره.

۱- مقدمه

جهان امروز را می‌توان جهان صنعت نامید. شناسایی نقاط قوت و ضعف و چاره‌اندیشی بر آنها و استفاده از الگوهای موفق می‌تواند موجب شکوفایی و پیشرفت در هر بخش و نهاد گردد. با توجه به در دسترس بودن، ارزانی و انعطاف‌پذیری حمل و نقل جاده‌ای، این روش حمل و نقل یکی از متداول ترین روش های جابه‌جایی بار و کالا در سراسر دنیا است. در کشور ما نیز با توجه به توسعه صنایع گوناگون سنگین و نیمه سنگین در نقاط مختلف کشور و نیاز آن‌ها به ایجاد زیرساخت‌های مناسب، تقاضای این گونه صنایع برای استفاده از شبکه جاده‌ای روز به روز افزایش یافته‌است. در این راستا موضوع انتخاب صحیح شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیکی، یک مسئله راهبردی است.

با برون‌سپاری کار به شرکتهای خارج از سازمان، بر اساس اصل تقسیم کار، کارها با تخصص بالاتری انجام می‌گیرد. ولی در این زمینه چندین مشکل بالقوه مانند فقر کیفیتی کارها، شکست در رسیدن به استانداردهای قابل قبول اجرایی و عدم امنیت کارگران استخدام شده توسط پیمانکاران وجود دارد (Louw, Kok, & Sanderson, 2006). همان طور که مشخص است، یکی از موارد مهم و اساسی، توجه به حمل و نقل و توسعه کمی و کیفی آن می‌باشد. در بخش لجستیک فوق سنگین نیز جابجایی کالا از مراکز عرضه به مقصد و با انتخاب صحیح پیمانکار حمل و نقل دارای اهمیت ویژه‌ای است. دلیل این امر آن است که توزیع و جابجایی کالا باید با صرف حداقل هزینه و در حداقل زمان ممکن صورت پذیرد. صنعت دنیا شکست بسیاری از پیمانکاران را به دلایل مختلفی همچون مسائل مالی، کارایی ضعیف و یا حوادثی که در اثر عدم ملاحظات ایمنی در کار پیش می‌آید، تجربه کرده‌است. بنابراین انتخاب پیمانکار مناسب بسیار مهم بوده و بر نتایج پروژه‌ها تأثیر قابل توجهی دارد. شکست پیمانکاران مختلف منجر به بروز این احساس شده است که سیستم جاری اعطای قرارداد در انتخاب پیمانکاری شایسته برای برآورده‌سازی تقاضاها و برطرف‌کردن مشکلات و تهدیدات زمان جاری، ناکارا بوده و از این رو باید مورد بازنگری قرار گیرد (Singh & Tiong, 2006).

در انتخاب پیمانکار، باید معیارهای مختلفی همچون تجربه، سابقه، توان مالی و غیره به صورت همزمان مد نظر قرا گیرند. استفاده از این معیارها در کنار قیمت مناقصه اهمیت فراوانی دارد. روش انتخاب پیمانکار باید با ترکیب همزمان همه معیارهای مربوطه که غالباً با یکدیگر ناسازگارند، مناسبترین پیمانکار را شناسایی نماید. علاوه بر این، روش انتخاب پیمانکار باید ساده، منطقی، دقیق و روشن باشد، به طوری که این روش بتواند چرایی انتخاب یک پیمانکار بخصوص، برای پروژهای خاص را نشان دهد (Mahdi, Riley, Fereig, & Alex, 2002). این مطلب از لحاظ حقوقی بسیار حائز اهمیت است، به طوری که در اکثر کشورها کارفرماها موظفند که قبل از برگزاری مناقصات، معیارها و امتیازات مربوط به آنها و سیستم امتیازدهی را رسماً اعلام نمایند (Topcu, 2004). در مقاله حاضر با توجه به توسعه برنامه‌های اقتصادی و گسترش پروژه‌هایی مانند نیروگاه‌های برق، مجتمع‌های پتروشیمی، پالایشگاه‌ها، صنایع فولاد و تولیدی و ... و لزوم استفاده از وسایل حمل ونقل ویژه با ظرفیتهای بالا برای جابجایی محموله‌های فوق سنگین (مانند قطعات پلهای فلزی، ستونها، اجزای توربین بادی، قطعات پالایشگاه‌ها با وزن بیش از ۸۰۰ تن و ارتفاع بیش از ۲۰ متر) تلاش شده تا به منظور انتخاب پیمانکار لجستیک فوق سنگین در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، چارچوبی منسجم و قابل استناد ارائه گردد. ابزار گردآوری اطلاعات در این مقاله پرسشنامه بوده است. در این بخش، به تشریح مرور ادبیات پژوهش پرداخته می‌شود.

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در حوزه‌های مرتبط با صنعت حمل و نقل صورت گرفته‌است. در راستای مطالعه پیشینه پژوهش در حوزه حمل و نقل تجهیزات فوق سنگین، معیارها و روش‌های مورد استفاده برای انتخاب پیمانکاران حمل و نقل در پژوهش‌های متعددی مورد بررسی قرار گفته‌اند. (Adalı & Işık, 2016) مدلی را با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای[1] و تحلیل پوششی داده‌ها[2] به منظور انتخاب بهترین پیمانکار لجستیکی با در نظر گرفتن معیارهای قیمت، بیمه، زمان، مشتری، وسعت، تجربه، سیستم اطلاعاتی، تضمین کیفیت، شهرت و عملکرد مالی ارائه کردند.

[1] ANP
[2] DEA

(Shojaie, Soltani, & Soltani, 2016) مدلی را با استفاده از روش تاپسیس[3] به منظور بررسی انتخاب پیمانکار لجستیکی با در نظر گرفتن ۱۹ معیار ارزیابی ارائه کردند. همچنین (Gürcan, Yazıcı, Beyca, Arslan, & Eldemir, 2016) از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و از معیارهای سازگاری، زمان، عملکرد مالی و شهرت برای انتخاب بهترین پیمانکار حمل و نقل استفاده نمودند. در همین راستا (Yan, He, & He, 2016) از روش AHP و مدل‌های فازی و معیارهای تجهیزات فیزیکی، انبارداری، خدمات و قابلیت عملکردی برای ارزیابی عملکرد پیمانکاران استفاده کردند. (Custos, 2015) از ترکیب روش‌های ANP و TOPSIS برای انتخاب بهترین پیمانکار حمل و نقل با درنظرگرفتن معیارهای تکنولوژی و تجهیزات، قابلیت اطلاعاتی، سرویس دهی، قابلیت مدیریت، عملکرد اقتصادی و عملکرد استفاده نمود. در پژوهش های جدید داخلی نیز (Rouhbakhsh Meyari Dovom, Mashadi Farahani, & Kazemi, 2015) با استفاده از روش AHP و معیارهای توانایی در توزیع بموقع محصول، هزینه، امانتداری، کارایی و سرعت بالا در توزیع، رضایت مشتری، داشتن تجهیزات کافی و بروز، ارائه خدمات لجستیکی سفارشی، داشتن پرسنل با تجربه، پشتوانه مالی قوی و تخصص به ارزیابی پیمانکاران خدمات لجستیک پرداختند. همچنین (Rastegar, 2015) با ترکیب روش‌های AHP و FUZZY TOPSIS و معیارهای ایمنی، امنیت، قابلیت اطمینان، کیفیت سرویس، صرفه اقتصادی و قابلیت دسترسی به بررسی انتخاب پیمانکار لجستیکی پرداخته است. (Bagherinejad & Amal Nik, 2012) با استفاده از روش‌های AHP و ELECTRE و در نظر گرفتن ۹ معیار مختلف ارزیابی به بررسی و انتخاب تأمین‌کننده خدمات لجستیک پرداختند. (Liu & Wang, 2009) با استفاده از روش دلفی در محیط فازی و با استفاده از ۲۳ معیار ارزیابی به بررسی و انتخاب بهترین تأمین‌کننده خدمات لجستیک پرداختند. (Efendigil, Onut, & Kongar, 2008) با استفاده از روش FUZZY TOPSIS و با درنظرگرفتن ۱۳ معیار ارزیابی، مسأله انتخاب بهترین تأمین‌کننده خدمات لجستیک را مورد بررسی قرار دادند.

در حالت کلی، پس از بررسی بیش از ۳۵ مقاله در فاصله سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ تعداد ۲۱ معیار پرتکرار در تعیین بهترین پیمانکار حمل و نقل مشخص گردید. این معیارها عبارتند از: تجربه، قیمت، کیفیت، شهرت، تجهیزات فیزیکی، توسعه خدمات و بهبود مداوم، زمان، مسئولیت‌پذیری در برابر هزینه‌های گارانتی، قابلیت سیستم اطلاعاتی نرم‌افزاری، مشتری، توانایی حل مشکل، فرهنگ و استراتژی سازمانی، انعطاف‌پذیری و قابلیت سازگاری با نیازهای مشتری، خدمات، پرسنل، جنبه‌های محیطی و جنبه‌های آموزشی، موقعیت مکانی و منطقه تحت پوشش، مالکیت دارایی، مدیریت خلاق، در دسترس‌بودن مدیریت ارشد و واکنش مناسب به مشکلات پیش‌بینی نشده. جدول ۱ به ذکر مهم‌ترین مطالعات مذکور، معیارها و روش‌های مورد استفاده آن‌ها در رتبه‌بندی ارائه‌دهندگان خدمات لجستیک می‌پردازد.

جدول شماره(۱): مرور ادبیات مقالات مربوط به انتخاب تامین کننده لجستیکی

نام نویسنده و سال	شاخصهای معرفی شده برای رتبه بندی ارائه دهندگان خدمات لجستیک	روش مورد استفاده
(Separi et al., 2012)	۱- کاهش بی ثباتی۲- رضایتمندی۳-کاهش زمان۴- کاهش هزینه۵- سرعت تحویل ۶- دقت اطلاعات۷- قیمت۸- حمل و نقل۹- بهبود کیفیت	VIKOR
(Bagherinejad & Amal Nik, 2012)	۱- سیستم اطلاعاتی لجستیک۲-ملاحظات مالی۳-تجربه شرکت در صنایع مشابه۴- ویژگیهای خدمات مشتری۵-عملکرد شرکت در ارائه به موقع خدمات۶-تجهیزات لجستیکی در اختیار۷-سیستم اطلاعاتی لجستیکی۸-کیفیت خدمات و محصول ارائه شده۹-رضایت مشتری	AHP-ELECTRE
(Ferizani Farsangi, 2012)	۱- تعرفه ها ۲- پیگیری آنلاین خدمات ۳- سرعت درارایه خدمات ۴- پوشش خدمات درجهان ۵- تنوع خدمات ۶- تنوع در ارایه روش های حمل	AHP, FUZZY TOPSIS
(Soh, 2010)	۱- توانایی در شناسایی و جلوگیری از مشکلات بالقوه	FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS
(Rastegar, 2015)	۱- ایمنی ۲- امنیت ۳- قابلیت اطمینان ۴- کیفیت سرویس ۵- صرفه اقتصادی ۶-	AHP, FUZZY TOPSIS

[3] TOPSIS

نام نویسنده و سال	شاخصهای معرفی شده برای رتبه بندی ارائه دهندگان خدمات لجستیک	روش مورد استفاده
	قابلیت دسترسی	
(Lin et al., 2010)	۱- مسئولیت پذیری در برابر هزینه های گارانتی ۲- منعطف در پرداخت هزینه ها	HYBRID MCDM
(Rouhbakhsh Meyari Dovom et al., 2015)	۱-توانایی در توزیع بموقع محصول ۲-کاهش هزینه ها ۳-امانتداری ۴-کارایی و سرعت بالا در توزیع ۵-رضایت مشتری ۶-داشتن تجهیزات کافی و بروز ۷-ارائه خدمات لجستیکی سفارشی ۸-داشتن پرسنل با تجربه ۹-پشتوانه مالی قوی ۱۰-داشتن تخصص لازم	AHP
(Vahdani, Behzadi, & Moosavi, 2015)	۱ – زمان ۲- قیمت ۳- کیفیت ۴- ظرفیت انجام کار ۵- کل زمان خدمات ۶- انعطاف پذیری ۷- سهم بازار ۸- توسعه بازار ۹- هزینه های زیست محیطی ۱۰- رضایت مشتری ۱۱- سیستم های اطلاعاتی ۱۲- شرکتهای متحد ۱۳- محل ۱۴- تجربه	LS-SVM
(Yan et al., 2016)	۱- تجهیزات فیزیکی ۲- انبارداری ۳- خدمات ۴- قابلیت عملکردی	AHP, FUZZY COMPREHENSIVE EVALUATION
(Gürcan et al., 2016)	۱- سازگاری ۲- زمان ۳- عملکرد مالی ۴- شهرت	AHP
(Shojaei et al., 2016)	۱- قیمت ۲- عملکرد مالی ۳- تجربه ۴- موقعیت مکانی ۵- مالکیت دارایی ۶- خدمات بین المللی ۷- پیش بینی رشد ۸- تجهیزات فیزیکی ۹- قابلیت بهینه سازی ۱۰- سیستمهای اطلاعاتی ۱۱-مشتری ۱۲-زمان ۱۳- مسئولیت پذیری ۱۴- کیفیت ۱۵- بهبهود مستمر۱۶- مدیریت خلاق ۱۷- در دسترس بودن پرسنل ۱۸- مدیریت پرسنل ۱۹-قابلیت استعداد یابی	TOPSIS
Adalı & Işık (2016)	۱- قیمت ۲- بیمه ۳- زمان ۴- مشتری ۵- وسعت ۶- تجربه ۷- سیستم اطلاعاتی ۸- تضمین کیفیت ۹- شهرت ۱۰- عملکرد مالی	ANP و DEA

با توجه به بررسی و مرور ادبیات در خصوص حمل و نقل فوق سنگین این نتیجه حاصل گردید که کارهای مرتبط موجود، محدود به انتخاب شرکت حمل و نقل لجستیک عمومی هستند و پژوهش منسجمی در زمینه انتخاب شرکت‌های لجستیک فوق سنگین خصوصاً در ایران انجام نشده‌است. پژوهش حاضر به دنبال ارائه یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره برای برون‌سپاری فعالیت-های لجستیکی فوق سنگین است.

۲- مواد و روش‌ها

در این قسمت به تشریح مبانی نظری و رویکردهای مورد استفاده در این پژوهش پرداخته می‌شود.

- روش دلفی

روش دلفی یک تکنیک ارتباطی ساختارمند است که به منظور پیشگویی هدفمند و تعاملی با تکیه بر هم‌اندیشی خبرگان ابداع شده و توسعه پیدا کرده است. این روش که از آن در آینده پژوهی استفاده می‌شود، عمدتاً اهدافی چون کشف ایده‌های نوآورانه و قابل اطمینان و یا تهیه اطلاعاتی مناسب به منظور تصمیم‌گیری را دنبال می‌کند. روش دلفی فرایندی ساختاریافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق توزیع پرسشنامه‌هایی در بین این افراد و بازخورد کنترل‌شده پاسخ‌ها و نظرات دریافتی صورت می‌گیرد. به اعتقاد هلمر، دلفی ابزار ارتباطی سودمندی بین گروهی از خبرگان است که فرموله‌کردن آرای اعضاء گروه را آسان می‌کند (Adler & Ziglio, 1996).

اساس و پایه تکنیک دلفی بر این است که نظر متخصصان هر قلمرو علمی در مورد پیش‌بینی آینده معتبرترین نظرست؛ بنابراین برخلاف روشهای پژوهش پیمایشی، اعتبار روش دلفی نه به شمار شرکت‌کنندگان در پژوهش که به اعتبار علمی متخصصان شرکت‌کننده بستگی دارد (Rowe & Wright, 1999).

- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[4]

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه است که توسط توماس ال ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبروست، می‌تواند مفید باشد. اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر مقایسات زوجی استوار است. این مقایسات زوجی می‌توانند در مورد معیارها یا عملکرد گزینه‌ها روی معیارها (خصوصاً معیارهای کیفی) صورت گیرند. این روش بر سه اصل استوار است: ساخت مدل، مقایسه معیارها و گزینه‌ها و تشکیل اولویت‌ها. برای انجام مقایسه زوجی، کافی است عناصر موجود به صورت دو به دو باهم مقایسه شوند. برای این منظور معمولاً مقایسه زوجی براساس طیف ۹گانه ساعتی و بر اساس عبارت‌های زبانی مورد اشاره در جدول ۲ انجام می‌شود. به عنوان نمونه، اگر دو عنصر دارای درجه اهمیت یکسانی باشند، عبارت متناظر با آن‌ها «تقریباً برابر» است و در نتیجه، عدد ۱ انتخاب می‌شود.

جدول شماره (۲): عبارت‌های زبانی مورد استفاده در مقایسات زوجی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و مقادیر کمی متناظر آن‌ها

تعریف	شدت اهمیت
تقریباً برابر	۱
تقریباً مهم‌تر	۳
مهم‌تر	۵
خیلی مهم‌تر	۷
به شدت مهم‌تر	۹
مقادیر بینابینی	۲ و ۴ و ۶ و ۸

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به طور خلاصه مطابق با مراحل زیر انجام می‌شود:

فرض کنید $C=\{Cj|j=1,2,\dots,n\}$ شامل مجموعه معیارها باشد. در نتیجه، مقایسات زوجی معیارها (n معیار) در معیار ماتریس مربعی A با بعد n خلاصه می‌شود. شکل کلی ماتریس A در ذیل آمده‌است:

$$A_1=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots\dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots\dots & a_{2n} \\ \dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots & \dots\dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots\dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

ضمن آن که با توجه به شرط معکوسی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، رابطه زیر بین درایه‌های a_{ij} $(i, j=1,2,\dots,n)$ ماتریس مقایسات زوجی A برقرار است:

$$a_{ii}=1.aji=\frac{1}{a_{ij}},\ a_{ij}\neq 0$$

سپس از رابطه (۲) برای محاسبه بردار وزن (اهمیت نسبی) معیارها استفاده می‌شود:

$$A_W=\lambda_{max}\times w \quad (۲)$$

که در آن λ_{max} بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی A است.

اگر ماتریس مقایسات زوجی سازگاری کامل داشته باشد، در این صورت ماتریس مقایسه زوجی A دارای رتبه ۱ است و λ_{max} = n خواهدبود. در چنین شرایطی، وزن ها از طریق نرمال‌سازی هر یک از سطرها و ستون‌های ماتریس A به دست می‌آیند. باید توجه داشت که کیفیت جواب حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به سازگاری ماتریس مقایسات زوجی بستگی دارد. شاخص سازگاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

[4] AHP

$$CI=(\lambda\ max-n)/(n-1) \quad (۳)$$

و نرخ سازگاری نهایی به صورت نسبت شاخص سازگاری به شاخص سازگاری تصادفی محاسبه می شود:

$$CR=\frac{CI}{RI} \quad (٤)$$

در صورتی که CR<۰/۱ باشد، مقایسات زوجی انجام‌شده و وزن‌های محاسبه‌شده قابل قبولند. در غیر این صورت، باید در مقایسات زوجی تجدید نظرکنیم و دوباره شاخص سازگاری را محاسبه کنیم.

زمانی که از نظر بیش از یک کارشناس برای تعیین اولویت معیارها و زیرمعیارها استفاده می‌شود، تکنیک‌های متعددی برای رسیدن به یک دیدگاه کلی یکپارچه وجود دارد. برای نمونه می‌توان از روش اجماع[5] استفاده کرد. به این ترتیب که محققین در کنار هم جمع شده و در خصوص هر مقایسه به جمع‌بندی کلی برسند. البته این روش همه معایب تصمیم‌گیری گروهی را به همراه دارد و عملاً جدول مقایسه‌ای هر عضو بی‌خاصیت خواهد ماند (Memariani & Azar, 1995).

- روش تاپسیس

روش تاپسیس یکی از تکنیک‌های مورد استفاده در تصمیم‌گیری چند معیاره[6] است که توسط (Hwang & Yoon, 1981) ارائه شد. در این روش تصمیم‌گیری، تعدادی گزینه و تعدادی معیار برای تصمیم‌گیری وجود دارد که باید با توجه به معیارها، گزینه‌ها رتبه‌بندی شوند، و یا اینکه به هر یک از آنها یک امتیاز تخصیص داده شود. فلسفه کلی روش تاپسیس این است که با استفاده از گزینه‌های موجود، دو گزینه فرضی تعریف می‌شوند. یکی از این گزینه‌ها شامل مجموعه‌ای از بهترین مقادیر مشاهده شده در ماتریس تصمیم‌گیری است. این گزینه را اصطلاحاً حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) می‌نامیم. ضمن اینکه یک گزینه فرضی دیگر نیز تعریف می‌شود که شامل بدترین حالت‌های ممکن است. این گزینه، حل ایده‌آل منفی نام دارد. معیارها می‌توانند دارای ماهیت مثبت یا منفی باشند و واحد اندازه‌گیری آنها نیز می‌تواند متفاوت باشد. معیار محاسبه نمرات در روش تاپسیس این است که گزینه‌ها تا حد امکان به گزینه ایده‌آل مثبت نزدیک و از گزینه ایده‌آل منفی دور باشند. بر این اساس یک نمره برای هر گزینه محاسبه می‌شود و گزینه‌ها مطابق این نمرات رتبه بندی می‌شوند. حل ایده‌آل مثبت، جوابی است که معیارهای سود را بیشینه و معیارهای هزینه را کمینه کند. همچنین حل ایده‌آل منفی، جوابی است که معیارهای سود را کمینه و معیارهای هزینه را بیشینه کند. گزینه برتر، گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از حل ایده‌آل مثبت و در عین حال بیشترین فاصله را از حل ایده‌آل منفی دارد.

گام‌های روش تاپسیس به صورت زیر است:

گام اول: در ابتدا یک ماتریس تصمیم گیری برای رتبه‌بندی ایجاد می‌شود:

$$D=\begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots f_{1j} \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots f_{2j} \cdots & f_{2n} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ f_{i1} & f_{i2} & \cdots\cdots & f_{in} \end{bmatrix} \quad (۵)$$

A_j: معرفی j امین گزینه $\quad j=1,2,\ldots J$

F_i: معرفی i امین معیار $\quad i=1,2,\ldots J$

F_{ij}: شاخصی که عملکرد هر کدام از گزینه ها A_j را با توجه به هر کدام از معیارها F_i نشان میدهد.

گام دوم: ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده $R=[r_{ij}]$ به صورت زیرمحاسبه می‌شود:

$$r_{ij}=\frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} f_{ij}^2}} \qquad j=1,2,\ldots,J \qquad i=1,2,\ldots,n \quad (٦)$$

[5] consensus
[6] MCDM

گام سوم: ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده موزون با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چندگانه نرمال شده و ماتریس اوزان شاخص‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{ij}=W_i\times r_{ij} \qquad j=1,2,....,J \qquad i=1,2,....,n \tag{۷}$$

وزن معیار i ام

گام چهارم: در این گام حل ایده‌آل مثبت وحل ایده‌آل منفی تعیین می‌شوند:

$$A^{+}=\{V_1^{+},V_2^{+},\dots..,V_i^{+}\}=\{(max_j\ V_{ij}|i\in I'),(min_j\ V_{ij}|i\in I'')\}$$
$$A^{-}=\{V_1^{-},V_2^{-},\dots..,V_i^{-}\}=\{(min_j\ V_{ij}|i\in I'),(max_j\ V_{ij}|i\in I'')\} \tag{۸}$$

I' معیار سود و I'' معیار هزینه را نشان می‌دهند.

گام پنجم: فاصله گزینه‌ها ازحل ایده‌آل مثبت محاسبه می‌شود:

$$D_j^{+}=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(V_{ij}-V_I^{+})^2} \qquad j=1,2,....,J \tag{۹}$$

سپس فاصله گزینه‌ها از حل ایده‌آل منفی محاسبه می‌شود:

$$D_j^{-}=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(V_{ij}-V_I^{-})^2} \qquad j=1,2,....,J \tag{۱۰}$$

گام ششم: ضریب نزدیکی نسبی هر گزینه نسبت به حل ایده‌آل محاسبه می‌شود:

$$CC^{*}_{j}=\frac{D_j^{-}}{D_j^{-}+D_j^{-}} \tag{۱۱}$$

- روش شباهت به حل ایده‌آل (تاپسیس) فازی

روش تاپسیس فازی برای رتبه‌بندی در شرایط وجود ابهام و عدم قطعیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقاله حاضر، از روش تاپسیس فازی با در نظر گرفتن اعداد فازی مثلثی استفاده می‌شود. در ادامه، بعضی از مفاهیم اصلی مجموعه‌های فازی مورد اشاره قرار گرفته‌است.

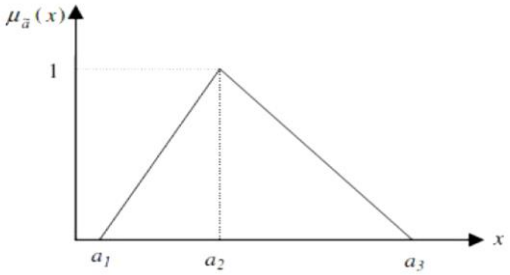
۱- مجموعه فازی A بصورت $\tilde{A}$ نشان داده می‌شود. تابع عضویت $\mu\tilde{A}(X)$ درجه عضویت X را روی مجموعه فازی A نشان می‌دهد.

$$0\leq\mu\tilde{A}(X)\leq 1$$

۲- عدد فازی مثلثی $\tilde{a}$ بوسیله ۳ پارامتر (a_1,a_2,a_3) نشان داده میشود و تابع عضویت آن بصورت زیر تعریف می شود:

$$\mu\tilde{a}(X)=\begin{cases}\frac{x-a_1}{a_2-a_1} & a_1\leq X\leq a_2\\ \frac{x-a_3}{a_2-a_3} & a_2\leq X\leq a_3\\ 0 & X\leq a_1\end{cases} \tag{۱۲}$$

شکل ۱ شمای کلی تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۱): شمای کلی تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی

۳- متغیرهای زبانی متغیرهایی هستند که به صورت کیفی وکلامی بیان می‌شوند. به طور مثال، متغیر وصفی وزن که می‌تواند شامل مقادیر کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد باشد. این مقادیرکلامی به وسیله اعداد فازی نمایش داده می‌شوند.

۴- وقتی $\tilde{a} = (a_1,a_2,a_3)$ و $\tilde{b} = (b_1,b_2,b_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، فاصله بین آنها از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (۱۳)$$

با در نظر گرفتن اهمیت معیارها، ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال‌شده موزون به صورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]n \times j \qquad j=1,2,\ldots,n \quad (۱۴)$$

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{X}_{ij} \times W_i \quad (۱۵)$$

مجموعه عملکرد گزینه‌ها $A_j(j=1,2,\ldots,J)$ با توجه به معیارها $C_i(i=1,2,\ldots,I)$ بصورت ذیل است:

$$\tilde{X} = \{\tilde{x}_{ij}, i = 1,2,\ldots,I, j = 1,2,\ldots,J\}$$

مجموعه وزن معیارها به صورت زیر است:

$$W_i(i=1,2,\ldots,I)$$

گام‌های روش تاپسیس فازی به صورت ذیل می‌باشند:

۱- انتخاب مقادیر وصفی $\tilde{X}_{ij} = \{i = 1,2,\ldots n, j = 1,2,\ldots,J\}$ برای گزینه‌ها با توجه معیارها. با توجه به این که مقادیر مربوط به متغیرهای کلامی در فاصله {۰و۱} قراردارند، نیازی به نرمال‌سازی وجود ندارد.

۲- محاسبه ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال‌شده موزون

۳- شناسایی جواب‌های ایده‌آل مثبت (A^+) ایده‌آل منفی (A^-)

جواب ایده‌آل مثبت فازی (FPIS,A^+) و جواب ایده‌آل منفی فازی (FPIS,A^-) در معادلات زیر نشان داده شده اند:

$$A^+ = \{V_1^+, V_2^+, \ldots, V_i^+\} = \{(max_j\, V_{ij} | i \in I'), (min_j\, V_{ij} | i \in I'')\} \quad (۱۶)$$
$$i=1,2,\ldots,I, \quad j=1,2,\ldots,J$$
$$A^- = \{V_1^-, V_2^-, \ldots, V_i^-\} = \{(min_j\, V_{ij} | i \in I'), (max_j\, V_{ij} | i \in I'')\}$$
$$i=1,2,\ldots,I, \quad j=1,2,\ldots,J$$

I' نشان‌دهنده معیار سود و I'' نشان‌دهنده معیار هزینه هستند.

گام ۴: محاسبه فاصله هر کدام از گزینه‌ها از حل ایده‌آل مثبت و منفی به صورت زیر:

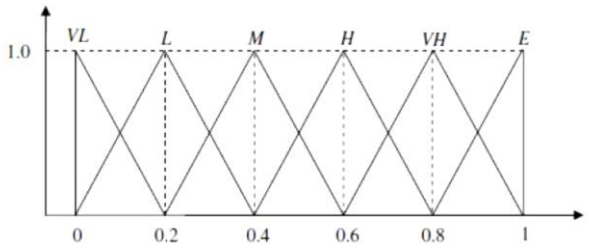
$$D_j^+ = \sum_{i=1}^{n} d(\tilde{V}_{ij}, V_i^+)^2 \qquad j=1,2,\ldots,J \quad (۱۷)$$
$$D_j^- = \sum_{i=1}^{n} d(\tilde{V}_{ij}, V_i^-)^2 \qquad j=1,2,\ldots,J$$

گام ۵: محاسبه شاخص نزدیکی هر یک ازگزینه‌ها به حل ایده‌آل

$$CC_j = \frac{D_j^-}{D_j^- + D_j^-} \quad (۱۸)$$

قدم ۶: رتبه‌بندی گزینه‌ها از بالاترین CC_j به صورت نزولی

در این مرحله، گزینه‌ها به ترتیب نزولی شاخص نزدیکی مرتب می‌شوند و گزینه دارای بالاترین شاخص نزدیکی به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شود.



شکل شماره(۲): تابع عضویت اعداد فازی مثلثی

جدول شماره (۳): مقادیر اعداد فازی مثلثی

اعداد فازی	مقادیر کلامی
خیلی کم (VL)	(۰و۰و۰/۲)
کم(L)	(۰و۰/۲و۰/۴)
متوسط (M)	(۰/۲و۰/۴و۰/۶)
زیاد(H)	(۰/۴و۰/۶و۰/۸)
خیلی زیاد(VH)	(۰/۶و۰/۸و۱)
شدید(E)	(۰/۸و۱و۱)

- روش الکتره[۷]

روش الکتره یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است که در اواسط دهه ۱۹۶۰ در اروپا توسط روی و همکارانش در مؤسسه مشاوره‌ای SEMA معرفی شد. هدف این پژوهشگران در این روش، انتخاب بهترین راه حل از میان یک مجموعه از راه حل‌های ارائه شده بود. این روش بر مبنای مفهوم غیررتبه‌ای در تصمیم‌گیری بنا شده و دارای دو بخش اصلی است. نخست، ایجاد چندین رابطه غیررتبه‌ای زوجی بین گزینه‌ها با هدف مقایسه جامع آن‌ها و دوم به‌کارگیری روشی که این مقایسات را مورد ارزیابی قرار داده و گزینه های غیرمؤثر را حذف کند.. ورودی این روش، ماتریس تصمیم و بردار وزن شاخصها و خروجی آن رتبه نهایی گزینه است. مراحل روش الکتره بصورت زیر است:

- تشکیل ماتریس بی مقیاس موزون V
- مقایسه دو به دوی گزین ها و تشکیل مجموعه هماهنگی و ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه‌های kو l
- محاسبه ماتریس هماهنگی
- محاسبه ماتریس ناهماهنگی
- محاسبه ماتریس هماهنگ مؤثر
- محاسبه ماتریس ناهماهنگ مؤثر
- مشخص نمودن ماتریس کلی و مؤثر
- حذف گزینه‌های کم جاذبه

در ابتدا ماتریس V تشکیل داده می‌شود.

با مقایسه دو به دوی گزینه‌ها با یکدیگر مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ ایجاد می‌شود. مجموعه شاخص‌های موجود به دو زیرمجموعه متمایز هماهنگ $C_{K,L}$ ناهماهنگ $D_{K,L}$ تقسیم می‌شوند. مجموعه هماهنگ شامل کلیه شاخص‌هایی است که به ازای آنها گزینه K بر گزینه L ترجیح داده می‌شود.

$$C_{K,L}=\{j:r_{kj}\geq r_{ij}\}$$
$$D_{K,L}=\{j:r_{kj}<r_{ij}\}=J-C_{K,L} \quad (۱۹)$$

[7] Electere

در مرحله بعد، محاسبه ماتریس هماهنگی صورت می‌پذیرد. ماتریس هماهنگی یک ماتریس مربعی است که تعداد سطر و ستون آن برابر با تعداد گزینه‌ها می‌باشد. $C_{K,L}$ برابر است با مجموع وزن معیارهایی که در آن‌ها گزینه K بر L برتری دارد:

$$C_{K,L}= \sum_{j=CK,L} wj$$

$$C=\{C_{KL}\}= \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ K \\ \dots \\ M \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & \dots & K & \dots & M \\ & & & & \\ & & C_{KL} & & \end{bmatrix} \quad (۲۰)$$

سپس محاسبه ماتریس ناهماهنگی صورت می‌پذیرد. این ماتریس نیز یک ماتریس مربعی است که تعداد سطر و ستون آن برابر با تعداد گزینه‌ها است.

$$D=\{D_{KL}\}= \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ K \\ \dots \\ M \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & \dots & K & \dots & M \\ & & & & \\ & & d_{KL} & & \end{bmatrix}$$

عناصر یا درایه‌های این ماتریس به صورت زیر ساخته میشوند:

$$d_{k,l}=\frac{max_{\ j\in Dk,l}|Vkj-Vkl|}{max_{\ j\in J}|Vkj-Vkl|} \quad (۲۱)$$

در مرحله بعد، محاسبه $\bar{C}$ و تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر F انجام می‌شود.

در ماتریس C میانگین تمام درایه‌ها را محاسبه کرده و آن را $\bar{C}$ می‌نامند.

$$C^{-}=\sum_{k=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\frac{c_{kl}}{m(m-1)} \quad (۲۲)$$

حال ماتریسی بنام F تشکیل می‌شود که یک ماتریس مربعی است و تعداد سطر و ستون آن با تعداد گزینه‌ها برابر است. درایه‌های این ماتریس همگی ۰ و ۱ هستند و به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\bar{C}=F=\{F_{KL}\}=\begin{cases} C_{KL}\geq \bar{C} \longrightarrow f_{kl}=1 \\ C_{KL} < \bar{C} \longrightarrow f_{kl}=0 \end{cases} \quad (۲۳)$$

در مرحله بعد، ماتریس ناهماهنگ مؤثر G تشکیل می‌شود. ماتریس G با استفاده از ماتریس D ایجاد می‌شود.

$$\bar{D}=\sum_{k=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\frac{D_{kl}}{m(m-1)} \quad (۲۴)$$

اگر $\dot{D}$ میانگین درایه‌های ماتریس D باشد، عناصر ماتریس G عبارتند از:

$$\bar{d}=G=\{g_{KL}\}=\begin{cases} d_{KL} > \bar{d} \longrightarrow g_{kl}=0 \\ d_{KL} \leq \bar{d} \longrightarrow g_{kl}=1 \end{cases} \quad (۲۵)$$

در نهایت، ماتریس کلی و مؤثر E مشخص می‌شود. در واقع، از تلفیق دو ماتریس F و G ماتریسی بنام E حاصل می‌شود که درایه‌های آن از ضرب نظیر به نظیر درایه‌های F و G به دست می‌آید

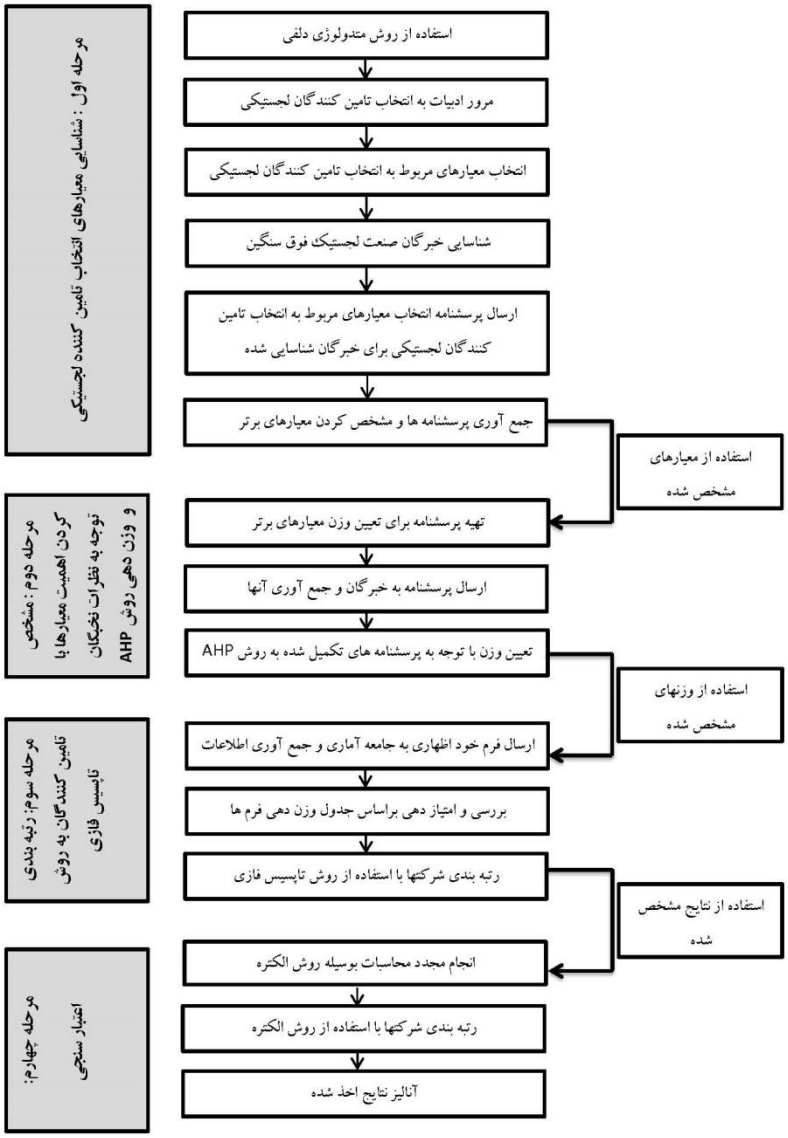
- رویکرد پیشنهادی برای رتبه‌بندی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین

همان‌طور که پیش‌تر مورد اشاره قرار گرفت، در این مقاله به رتبه‌بندی شرکت‌های خدمات‌دهنده لجستیک فوق‌سنگین با استفاده از رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته می‌شود. مدل پیشنهادی در این پژوهش از ۴ بخش تشکیل شده‌است:

- تعیین معیارهای لازم برای رتبه‌بندی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین به کمک مرور مطالعات پیشین و نظرخواهی از پنل خبرگان به کمک روش دلفی

- تعیین وزن هر کدام از معیارهای ارزیابی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی
- رتبه بندی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین و انتخاب بهترین پیمانکار با استفاده از روش تاپسیس فازی
- اعتبارسنجی نتایج رتبه‌بندی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین با استفاده از روش الکتره

شکل شماره (۳): فلوچارت رویکرد تصمیم‌گیری چدمعیاره ارائه شده را برای رتبه‌بندی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین نشان می‌دهد.



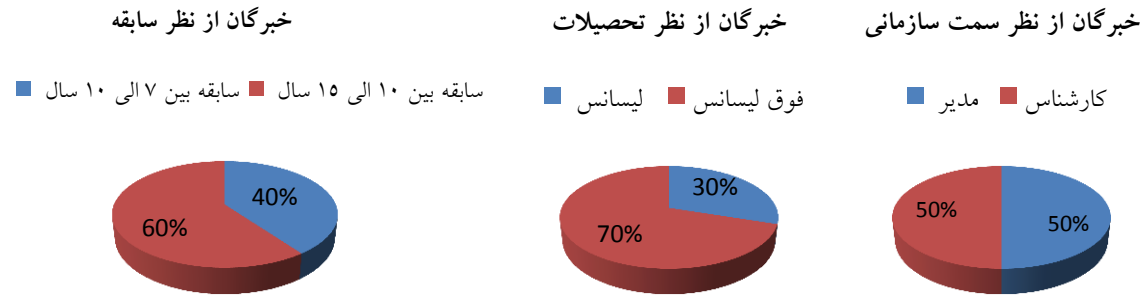
شکل شماره (۳): رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه‌شده برای رتبه‌بندی پیمانکاران لجستیک فوق سنگین

۳- نتایج و بحث

در این بخش به مرور آنچه جهت پیاده‌سازی رویکرد ارائه‌شده انجام شده و نتایج عددی حاصل از آن پرداخته می‌شود.

- تعیین معیارهای رتبه‌بندی

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، یکی از گام‌های اساسی رویکرد پیشنهادی، شناسایی معیارهای رتبه‌بندی شرکتهای خدمات لجستیک فوق سنگین است. بر این اساس، از میان مقالات معرفی شده در جدول شماره ۱ که مربوط به انتخاب شرکتهای خدمات لجستیک هستند، ۲۱ معیار ارزیابی شناسایی شد. سپس پنلی از خبرگان شامل ۱۰ نفر از مدیران و کارشناسانی که در واحدهای تأمین تجهیزات و لجستیک شرکتهای معتبری همچون سازمان انرژی اتمی، شرکت پتروپارس، شرکت تأسیسات دریایی صنایع نفت و گاز، گروه مپنا، شرکت نارگان، شرکت ناردیس، شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی، پتروشیمی پردیس، پتروشیمی کرمانشاه و شرکت تهران جنوب کار می‌کنند، تشکیل گردید. سپس اطلاعات به دست آمده از ادبیات موضوع، در اختیار پنل خبرگان قرارگرفت و با طراحی پرسشنامه و اجرای روش دلفی از آنها خواسته شد که فهرستی از معیارهای مهم در ارزیابی شرکت‌های خدمات لجستیک فوق سنگین را تدوین کنند. نهایتاً ۶ معیار ارزیابی با توجه به نظرات خبرگان شناسایی شدند. فهرست این معیارها و تعریف آن‌ها در جدول ۴ مورد اشاره قرار گرفته‌است. ضمناً اطلاعات آماری وضعیت تحصیلات، سابقه کار و سمت سازمانی خبرگان در شکل ۴ آمده‌است.



شکل شماره (۴): اطلاعات آماری وضعیت تحصیلات، سابقه فعالیت و سمت سازمانی اعضای پنل خبرگان

جدول شماره (۴): معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان براساس نظر خبرگان

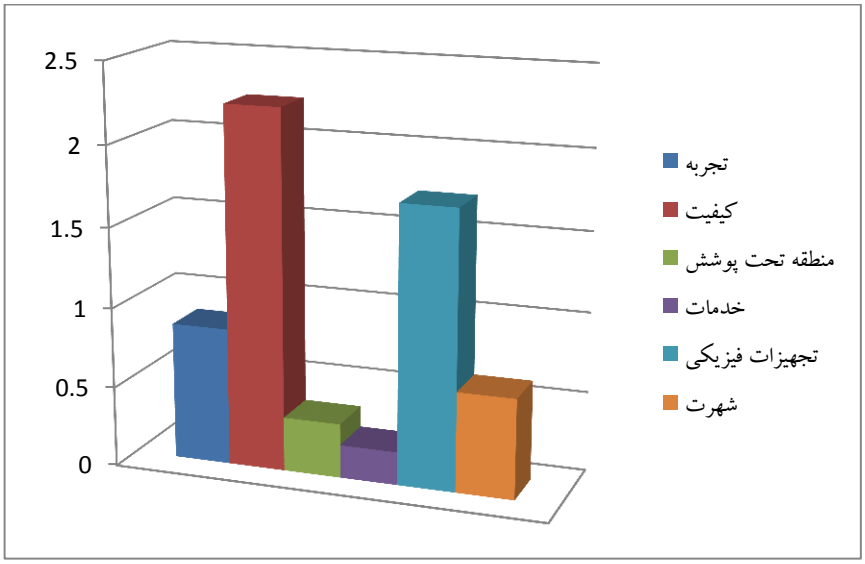
ردیف	نام معیار	تعریف معیار
۱	تجربه	میزان سال تجربه‌ای که برای حمل تجهیزات مورد نظر دارد
۲	کیفیت	مهمترین و بزرگترین تجهیز مشابه حمل‌شده سالم
۳	موقعیت مکانی و منطقه تحت پوشش	تعداد شعبه ها و نمایندگی های شرکت
۴	خدمات	حوزه های فعالیت شرکت
۵	تجهیزات فیزیکی	ماشین آلات و تجهیزات شرکت
۶	شهرت	توانایی در انبارداری، تحویل سالم در مکان و زمان تحویل و شهرتی که به میزان ارائه خدمات مناسب دارد

در مرحله بعد و به منظور تعیین درجه اهمیت هر واحد و تعیین اوزان هر معیار، از تکنیک AHP استفاده می‌شود.

- تعیین درجه اهمیت هر واحد و تعیین وزن هر معیار با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

پس از تعیین معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک فوق سنگین براساس نظر خبرگان و مطالعات پیشین، از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای پیداکردن اهمیت نسبی معیارها استفاده گردید. به همین منظور پرسش‌نامه‌ای تدوین شد و در اختیار پنل خبرگان قرار گرفت تا به مقایسه زوجی معیارهای ارزیابی بپردازند. پس از اخذ نظر خبرگان، وزن معیارهای ارزیابی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و با استفاده از فرمولهای (۱) تا (۴) محاسبه گردید که نتایج آن در شکل ۵ مورد اشاره قرار گرفته‌اند.

معیار	وزن
تجربه	۰/۱۴۳
کیفیت	۰/۳۷۴
منطقه تحت پوشش	۰/۰۵۶
خدمات	۰/۰۳۵
تجهیزات فیزیکی	۰/۲۸۸
شهرت	۰/۱۰۴



شکل شماره (۵): وزن‌های معیارهای ارزیابی بر طبق نتایج فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

- ارزیابی گزینه ها و رتبه بندی نهایی شرکتهای لجستیک فوق سنگین با استفاده از روش تاپسیس فازی

با توجه به مشخص شدن وزن هریک از پارامترها و نیز با عنایت به معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان براساس نظر خبرگان، فرم‌های ارزیابی شرکت‌های حمل و نقل فوق سنگین با ۶ شاخص ذکر شده تهیه و به شرکتهای ذیصلاح داخلی حمل و نقل فوق سنگین ارجاع داده شد. جامعه آماری این پژوهش کلیه شرکت‌های عضو انجمن بوژی‌داران ایران هستند. اعضای این انجمن در سطح کشور بالغ بر ۱۷ شرکت هستند. برای عضویت در این انجمن، شرکت‌ها باید دارای تعداد معینی محور بوژی و کامیون کشنده و نیز دارای تجربه و نیروی متخصص باشند. با عنایت به انتخاب ۶ معیار از طرف خبرگان، فرم ارزیابی تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک فوق سنگین به شرکت‌های حمل و نقل فوق سنگین ارسال گردید. لازم به ذکر است از مجموع ۱۷ شرکت عضو انجمن بوژی‌داران ایران اطلاعات تماسی ۳ شرکت بدست نیامد. همچنین ۴ شرکت ضمن داشتن سوابق بسیار خوب در زمینه حمل و نقل فوق سنگین تمایلی به تکمیل پرسشنامه فوقالذکر نداشتند. در کل ۱۰ شرکت پرسشنامه‌ها را تکمیل و ارسال نمودند. پرسشنامه‌های فوق با توجه به جدول وزن‌دهی فرم ارزیابی تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک فوق سنگین مقایسه و امتیازدهی گردید. لازم به ذکر است گه با توجه به عدم اخذ مجوز برای چاپ اسامی شرکت‌ها در مقاله فوق، اسامی این شرکتها با نمادهای A1 الی A10 بیان می‌گردد.

جدول شماره (۶): ماتریس ارزیابی فازی برای پیمانکاران حمل و نقل فوق سنگین

شرکت	تجربه			کیفیت			منطقه تحت پوشش			خدمات			تجهیزات فیزیکی			شهرت		
A1	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۲	۰/۴	۰/۶
A2	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۰	۰/۲	۰/۴
A3	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۰	۰/۲	۰/۴
A4	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۲
A5	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۲	۰/۴	۰/۶
A6	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۶	۰/۸
A7	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰
A8	۰/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۲
A9	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۲	۰/۴	۰/۶
A10	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۰	۱/۰	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۶	۰/۸

وزن	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۰/۳۷۴	۰/۳۷۴	۰/۳۷۴	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸	۰/۱۰۴	۰/۱۰۴	۰/۱۰۴		

در گام دوم، ماتریس تصمیم‌گیری وزن‌دهی شده فازی، با استفاده از وزن های بدست آمده و با استفاده از فرمول شماره (۱۵) در جدول شماره ۴ محاسبه می‌شود.

جدول شماره (۷): ماتریس تصمیم‌گیری وزنی فازی برای پیمانکاران حمل و نقل فوق سنگین

شرکت	تجربه			کیفیت			منطقه تحت پوشش			خدمات			تجهیزات فیزیکی			شهرت				
A1	۰/۰۸۶	۰/۱۱۵	۰/۱۴۳	۰/۲۲۴	۰/۲۹۹	۰/۳۷۴	۰/۰۴۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۱۷۳	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳		
A2	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۸۶	۰/۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲		
A3	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۸۶	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۲۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۱۱۵	۰/۱۷۳	۰/۲۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲		
A4	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۲۲۴	۰/۰۲۳	۰/۰۳۴	۰/۰۴۵	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱		
A5	۰/۰۵۷	۰/۰۸۶	۰/۱۱۵	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۲۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۱۷۳	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳		
A6	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۸۶	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۲۲۴	۰/۰۴۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۱۱۵	۰/۱۷۳	۰/۲۳۰	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳	۰/۰۸۳		
A7	۰/۱۱۵	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۰/۲۹۹	۰/۳۷۴	۰/۳۷۴	۰/۰۴۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۲۳۰	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸	۰/۰۸۳	۰/۱۰۴	۰/۱۰۴		
A8	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱		
A9	۰/۱۱۵	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۰/۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۱۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۱۱۵	۰/۱۷۳	۰/۲۳۰	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳		
A10	۰/۱۱۵	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۰/۲۹۹	۰/۳۷۴	۰/۳۷۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۱۱۵	۰/۱۷۳	۰/۲۳۰	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳	۰/۰۸۳		

در گام سوم باید به ازای هر i و j جواب ایده‌آل مثبت و منفی تعیین شود. بنابراین، حل ایده‌آل فازی مثبت و حل ایده‌آل فازی منفی با استفاده از فرمول شماره (۱۶) محاسبه و سپس $V^{+}i$ و $V^{-}j$ محاسبه می‌گردد.

جدول شماره (۸): حل ایده‌آل مثبت و حل ایده‌آل منفی

مقدار محاسبه شده	حل ایده ال منفی $V^{-}j$	مقدار محاسبه شده	حل ایده ال مثبت $V^{+}i$
۰	$V^{-}j$	۰/۱۴۳	$V^{+}i$
۰	$V^{-}j$	۰/۳۷۴	$V^{+}i$
۰	$V^{-}j$	۰/۰۵۶	$V^{+}i$
۰/۰۱۴	$V^{-}j$	۰/۰۳۵	$V^{+}i$
۰	$V^{-}j$	۰/۲۸۸	$V^{+}i$
۰	$V^{-}j$	۰/۱۰۴	$V^{+}i$

در گام چهارم، نزدیکی نسبی هر گزینه به حل ایده‌آل مثبت و منفی با استفاده از فرمول شماره (۱۷) محاسبه می‌شود.

جدول شماره (۹): نزدیکی نسبی هر گزینه نسبت به حل ایده‌آل مثبت

شرکت	تجربه	کیفیت	منطقه تحت پوشش	خدمات	تجهیزات فیزیکی	شهرت	مجموع ایده آل مثبت
	S1+	S2+	S3+	S4+	S5+	S6+	D_i^{+}
A1	۰/۰۳۷	۰/۰۹۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۱۸۰	۰/۰۶۴	۰/۳۹۲
A2	۰/۰۸۹	۰/۳۰۵	۰/۴۶۰	۰/۰۰۸	۰/۲۳۵	۰/۰۸۵	۰/۷۷۰

A3	۰/۰۸۹	۰/۲۳۲	۰/۴۶۰	۰/۱۴۹	۰/۱۲۴	۰/۰۸۵	۰/۵۹۱
A4	۰/۱۱۷	۰/۲۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۰۹	۰/۲۳۵	۰/۹۸۸	۰/۷۱۵
A5	۰/۰۶۱	۰/۲۳۲	۰/۰۴۶	۰/۰۱۵	۰/۱۷۹	۰/۰۶۴	۰/۶۰۰
A6	۰/۰۸۹	۰/۲۳۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۱۲۴	۰/۰۴۵	۰/۵۰۱
A7	۰/۰۱۶	۰/۰۴۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۳۳	۰/۰۱۲	۰/۱۱۵
A8	۰/۱۳۴	۰/۳۰۵	۰/۰۴۶	۰/۰۱۴	۰/۲۳۵	۰/۰۹۷	۰/۸۳۳
A9	۰/۰۱۶	۰/۳۰۵	۰/۰۴۶	۰/۰۰۳	۰/۱۲۴	۰/۰۶۵	۰/۵۶۰
A10	۰/۰۱۶	۰/۰۴۳	۰/۰۴۶	۰/۰۰۳	۰/۱۲۴	۰/۰۴۵	۰/۲۷۹

جدول شماره (۱۰): نزدیکی نسبی هر گزینه نسبت به حل ایده‌آل منفی

شرکت	تجربه	کیفیت	منطقه تحت پوشش	خدمات	تجهیزات فیزیکی	شهرت	مجموع ایده آل منفی
	S1-	S2-	S3-	S4-	S5-	S6-	D_j^-
A1	۰/۱۱۶	۰/۳۰۵	۰/۰۵۲۹	۰/۰۱۵	۰/۱۲۴	۰/۰۴۵	۰/۶۶۰
A2	۰/۰۶۱	۰/۰۹۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۷۴	۰/۰۲۶	۰/۲۸۹
A3	۰/۰۶۱	۰/۱۶۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۱۷۹	۰/۰۲۶	۰/۴۵۲
A4	۰/۰۳۶	۰/۱۶۱	۰/۰۳۵	۰/۰۱۴۹	۰/۰۷۴	۰/۰۱۲	۰/۳۳۴
A5	۰/۰۸۹	۰/۱۶۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۱۲۴	۰/۰۴۵	۰/۴۳۳
A6	۰/۰۶۱	۰/۱۶۱	۰/۰۵۲	۰/۰۱۸	۰/۱۷۹	۰/۰۶۴	۰/۵۳۸
A7	۰/۱۳۴	۰/۳۵۰	۰/۰۵۲	۰/۰۱۸	۰/۲۷۰	۰/۰۹۷	۰/۹۲۴
A8	۰/۰۱۶	۰/۰۹۶	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۰۷۴	۰/۰۱۲	۰/۲۲۲
A9	۰/۱۳۴	۰/۰۹۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۸۷	۰/۱۷۹	۰/۰۴۵	۰/۴۸۸
A10	۰/۱۳۴	۰/۳۵۰	۰/۰۱۴	۰/۰۱۸	۰/۱۷۹	۰/۰۶۴	۰/۷۶۱

در گام پنجم، فاصله هر کدام از گزینه ها از V^+i و V^-j با استفاده از فرمول شماره (۱۸) محاسبه می‌شود که نتیجه آن در جدول ۸ آمده‌است. در انتها، CC^*_j با استفاده از فرمول‌های ارائه شده برای رسیدن به حل ایده‌آل محاسبه می‌شود که نتیجه آن در جدول ۱۱ ارائه شده است. نهایتاً، رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از اطلاعات کسب شده و محاسبات مراحل قبل انجام می‌شود. محاسبات انجام‌شده نشان می‌دهند که شرکت A7 نسبت به سایر شرکت‌ها بیشترین امتیاز را کسب نموده‌است. همچنین سایر گزینه‌ها به صورت نزولی رتبه‌بندی گردیده‌اند.

جدول شماره (۱۱): رتبه بندی نهایی شرکتهای حمل و نقل فوق سنگین داخلی

رتبه	CC^*_j	مجموع ایده آل مثبت+Di	مجموع ایده آل منفی-Dj	شرکت
۱	۰/۸۸۸	۰/۱۱۵	۰/۹۲۴	A7
۲	۰/۷۳۱	۰/۲۷۹	۰/۷۶۱	A10
۳	۰/۶۲۶	۰/۳۹۲	۰/۶۶۰	A1
۴	۰/۵۱۹	۰/۵۰۱	۰/۵۳۸	A6
۵	۰/۴۶۵	۰/۵۶۰	۰/۴۸۸	A9
۶	۰/۴۳۳	۰/۵۹۱	۰/۴۵۲	A3
۷	۰/۴۲۵	۰/۶۰۰	۰/۴۳۳	A5
۸	۰/۳۱۸	۰/۷۱۵	۰/۳۳۴	A4

۹	۰/۲۷۳	۰/۷۷۰	۰/۲۸۹	A2
۱۰	۰/۲۱۱	۰/۸۳۳	۰/۲۲۲	A8

- اعتبار سنجی نتایج حاصله با استفاده از روش الکتره[8]

روش الکتره یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است که در اواسط دهه ۱۹۶۰ در اروپا توسط روی و همکارانش در مؤسسه مشاوره‌ای سما[9] معرفی شد. هدف این پژوهشگران در این روش، انتخاب بهترین راه حل از میان مجموعه‌ای از راه حل های ارائه‌شده بود. این روش بر مبنای مفهوم غیررتبه ای در تصمیم‌گیری بنا شده و دارای دو بخش اصلی است. نخست ایجاد چندین رابطه غیررتبه‌ای زوجی بین گزینه‌ها با هدف مقایسه جامع آن‌ها و دوم به‌کارگیری روشی که این مقایسات را مورد ارزیابی قرار داده و گزینه‌های غیر مؤثر را حذف کند.

در مقاله حاضر، به منظور بررسی نتایج حاصل از روش تاپسیس فازی قرار شد که از روش دیگری نیز به منظور بررسی صحت محاسبات انجام‌شده استفاده گردد. از دیگر روش‌های شناخته شده و معتبر در مجموعه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، روش الکتره می‌باشد که برای اعتبارسنجی نتایج حاصل از روش تاپسیس فازی به کار گرفته شده‌است.

گامهای ابتدایی روش الکتره کاملاً مشابه گام‌های ابتدایی تاپسیس فازی هستند و در روش الکتره، مشابه روش تاپسیس فازی، ماتریس بی‌مقیاس موزون V تشکیل می‌شود. لازم به ذکر است در این مرحله، کلیه ۶ معیار از نوع معیارهای بیشینه‌سازی در نظر گرفته شده‌اند.

جدول شماره (۱۲): ماتریس بی مقیاس موزون شده V

شرکت	تجربه	کیفیت	منطقه تحت پوشش	خدمات	تجهیزات فیزیکی	شهرت
نوع معیار	بیشینه‌سازی	بیشینه‌سازی	بیشینه‌سازی	بیشینه‌سازی	بیشینه‌سازی	بیشینه‌سازی
A1	۰/۰۱۷	۰/۰۶۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲۷	۰/۰۰۸
A2	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۵
A3	۰/۰۱۰	۰/۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۳۵	۰/۰۰۵
A4	۰/۰۰۷	۰/۰۲۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳
A5	۰/۰۱۴	۰/۰۲۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲۹	۰/۰۱۱
A6	۰/۰۱۰	۰/۰۲۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳۵	۰/۰۱۴
A7	۰/۰۲۳	۰/۰۸۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۴۷	۰/۰۲۷
A8	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲۰	۰/۰۰۳
A9	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱
A10	۰/۰۲۳	۰/۰۸۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۳۹	۰/۰۱۶

با مقایسه دو به دوی گزینه‌ها، مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ با استفاده از فرمول (۲۳) تشکیل گردید. مجموعه شاخص‌های موجود به دو زیرمجموعه متمایز هماهنگ $C_{K,L}$ و ناهماهنگ $D_{K,L}$ تقسیم شده است. مجموعه هماهنگ شامل کلیه شاخصهایی است که به ازاء آنها گزینه K بر گزینه L ترجیح داده شده است. در این مرحله پس از محاسبه ماتریس هماهنگی Cو ماتریس ناهماهنگی D، ماتریس هماهنگ مؤثر F و ماتریس ناهماهنگ مؤثر G با استفاده از فرمولهای شماره (۲۴) و (۲۵) محاسبه و با توجه به نتایج حاصل، ماتریس کلی و مؤثر E به صورت زیر محاسبه گردید.

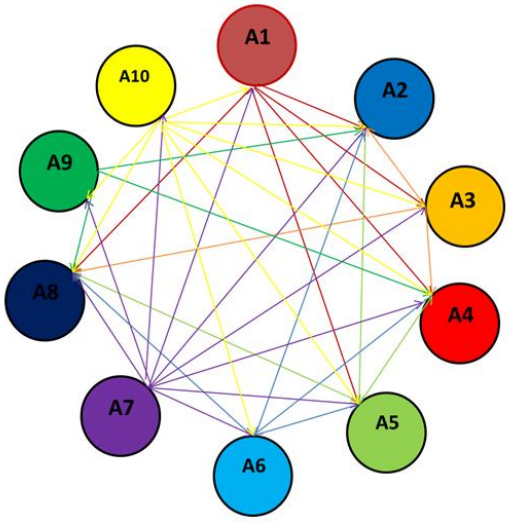
جدول شماره (۱۳): ماتریس کلی و مؤثر E

شرکت		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
A1	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰

[8] Electre
[9] SEMA

شرکت		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A2	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A3	۳	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰
A4	۴	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A5	۵	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰
A6	۶	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰
A7	۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
A8	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A9	۹	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰
A10	۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰

در مرحله نهایی، گرافی تشکیل شده که گره‌های آن شامل گزینه‌ها است. در این قسمت، عناصری از ماتریس E که برابر با ۱ می‌باشد، و در واقع بردار مکان‌هایی که از گره i به گره j وصل شده، استخراج شده و در فرآیند ارزیابی گزینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عدد ۱ بدین معنی است که گزینه j تحت تسلط گزینه i قرار دارد.



شکل شماره (۵): نمودار جاذبه گزینه‌ها

با توجه به نتایج حاصل از نمودار فوق، رتبه‌بندی گزینه‌ها به شرح ذیل است:

$$A7 > A10 > A1 > A6 > A9 > A3 ،A5 ،A4 > A2 ،A8$$

همانگونه که مشخص گردید، رتبه‌بندی حاصل از روش تاپسیس فازی با به‌کارگیری روش الکتره نیز مورد تائید قرار گرفت و بدین ترتیب، خروجی حاصل از به‌کارگیری هر دو روش بیانگر رتبه‌بندی یکسانی برای تأمین‌کنندگان است. در جدول ۱۴، نتایج حاصل از رتبه‌بندی شرکت‌های حمل و نقل فوق سنگین داخلی به کمک هر دو روش تاپسیس فازی و الکتره مشخص شده‌است.

جدول شماره (۱۴): رتبه بندی نهایی شرکتهای حمل و نقل فوق سنگین داخلی براساس هر دو روش

رتبه	تاپسیس فازی	الکتره
۱	A7	A7
۲	A10	A10
۳	A1	A1
۴	A6	A6

۵	A9	A9
۶	A3	A3, A5, A4
۷	A5	
۸	A4	
۹	A2	A2, A8
۱۰	A8	

مسأله انتخاب شرکت حمل و نقل لجستیکی، یک مسئله راهبردی در زنجیره تأمین است. در این مقاله، یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره برای رتبه‌بندی ارائه‌دهندگان خدمات حمل و نقل فوق سنگین در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی ارائه گردید. همان طور که اشاره شد، با وجود دقت بالایی که در جابجایی تجهیزات فوق سنگین لازم است، انتخاب شرکت‌های حمل و نقل فوق سنگین در شرایط کنونی، صرفاً بر اساس تجارب فردی مدیران و رعایت برخی اصول کلی صورت می‌گیرد، و استفاده از روش‌های علمی و دقیق برای انتخاب شرکتهای حمل و نقل فوق سنگین متداول نیست. بنابراین، با توجه به قیمت بسیار بالای این تجهیزات، لازم است در روش‌های انتخاب شرکتهای حمل و نقل تجدید نظر صورت گیرد. در این مقاله، در ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و بهره‌گیری از نظرات خبرگان، معیارهای ارزیابی شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات لجستیک فوق سنگین تعیین شدند. سپس از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای تعیین وزن معیارهای تعیین‌شده استفاده گردید. براساس یافته‌های این پژوهش، شاخص کیفیت بالاترین وزن و شاخص خدمات کمترین وزن را کسب کردند. در گام بعد از روش تاپسیس فازی برای رتبه‌بندی شرکت‌های مذکور استفاده شد. نهایتاً به منظور اعتبارسنجی نتایج حاصل از تاپسیس فازی، از روش الکتره نیز برای رتبه‌بندی شرکت‌های مذکور استفاده گردید. نتایج حاصله بیانگر مطابقت نتایج روشهای تاپسیس فازی و الکتره با یکدیگر هستند. در رتبه‌بندی گزینه‌ها به وسیله هر دو روش، شرکت A7 بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و بعد از آن به ترتیب شرکتهای A10،A1، A6، A9، A3، A5، A4، A2 و A8 قرار گرفتند.

در پژوهش‌های بعدی می‌توان مدل ارائه‌شده را با مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی ترکیب کرد، و یا از سایر مدل‌های تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین پیمانکار در این زمینه استفاده کرد. از دیگر پیشنهادهای آتی تحقیق می‌توان به بررسی مسأله امکان‌سنجی لجستیک فوق سنگین از منظر ابعاد اقتصادی، حقوقی، عملیاتی و زمان‌بندی و رتبه‌بندی شرکتهای مذکور بر اساس معیارهای دیگر (مانند مسئولیت‌پذیری، مشتری‌مداری، پرسنل، مالکیت دارایی و ...) اشاره نمود.

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم پاسخگویی مناسب برخی از شرکت‌های فعال در این حوزه، جمعیت اندک خبرگان و محدودیت ذکر اسامی شرکت‌های فعال در این حوزه اشاره کرد.

٤- منابع

1. Adalı, E. A., & Işık, A. T. (2016). Integration of DEMATEL, ANP and DEA methods for third party logistics providers' selection. *Management Science Letters*, 6, 325-340.
2. Adler, M., & Ziglio, E. (1996). *Gazing into the Oracle: the Delphi method and its application to social policy and public health* (1st ed.). London: Jessica Kingsley Publishers.
3. Azar. A., & Memariani, A. (1995). A novel technique for group decision making. *Journal of Management Knowledge*, 27-28, 22-32.
4. Bagherinejad, J., & Amal Nik, M. S. (2012). A model to select the third party logistic company in Iran. Supply Chain Management, 14, 36. 4-19.
5. Efendigil, T., Onut, S., & Kongar, E. (2008). A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness. *Computers & Industrial Engineering*, 54, 269-287.

6. Ferizani Farsangi, H. (2012). Selection of the logistic transport company using AHP and Fuzzy TOPSIS. *The 3rd National Conference on Industrial and Systems Engineering, Islamic Azad University*: South Tehran Branch, Tehran, Iran.
7. Gürcan, Ö. F., Yazıcı, I., Beyca, Ö. F., Arslan, Ç. Y., & Eldemir, G. (2016). Third Party Logistics (3PL) Provider Selection with AHP Application. Procedia - *Social and Behavioral Sciences*, 235, 226-234.
8. Lin, Y. T., Lin, C. L., Yu, H. C., & Tzeng, G. (2010). A novel hybrid MCDM approach for outsourcing vendor selection: A case study for a semiconductor company in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 37, 4796-4804.
9. Liu, H. T., & Wang, W. K. (2009). An integrated fuzzy approach for provider evaluation and selection in third-party logistics. *Expert Systems with Applications*, 36, 4387-4398.
10. Louw, W. J. A., Kok, M. C., & Sanderson, C. (2006). Contractor selection: A quantitative, consensus friendly, transparent and objective method. *Southern African Forestry Journal*, 206, 42-35
11. Mahdi, I. M., Riley, M. J., Fereig, S. M., & Alex, A. P. (2002). A multi-criteria approach to contractor selection. Engineering. *Construction and Architectural Management*, 9, 29-37.
12. Rastegar, S. (2015). *Third party supplier selection in reverse logistics using data envelopment analysis* (MSc thesis). University of Kurdistan, Kurdistan, Iran.
13. Rouhbakhsh Meyari Dovom, A., Mashadi Farahani, M. A., & Kazemi, M. (2015). Assessment and ranking the most appropriate criteria to select the logistic service supplier using QFD and Fuzzy AHP. *Journal of Operational Research and Its Applications*, 12, 61-78.
14. Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15, 353-375.
15. Separi, Z., Karbasian, M., Sajadi, S. M., & Shirouyehzad, H. (2012). A supplier selection method in green supply chain using VIKOR method. *The 1st International Conference on Industrial and Systems Engineering*, Islamic Azad University: Najafabad Branch, Isfahan, Iran.
16. Shojaie, A. A., Soltani, A. R., & Soltani, M. R. (2016). A fuzzy integrated approach for evaluating third-party logistics. *International Journal of Modeling and Optimization*, 6, 206-210.
17. Singh, D., & Tiong, R. L. K. (2006). Contractor selection criteria: Investigation of opinions of Singapore construction practitioners. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132, 998-1008.
18. Soh, S. (2010). A decision model for evaluating third-party logistics providers using fuzzy analytic hierarchy process. *African Journal of Business Management*, 4, 339-349.
19. Topcu, Y. I. (2004). A decision model proposal for construction contractor selection in Turkey. *Building and Environment*, 39, 469-481.
20. Vahdani, B., Behzadi, S., & Mousavi, S. M. (2015). An artificial intelligence model based on LS-SVM for third-party logistics provider selection. *International Journal of Industrial Mathematics*, 7, 301-311
21. Yan, W., He J. L., &·He, J. L. (2016). The Evaluation and Selection of Third-Party Logistics Service Vendor. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 9, 273-284.