



انتخاب بهینه تامین کنندگان بر مبنای رویکرد ترکیبی چند معیاره: تحلیل

سلسله مراتبی - بهینه سازی چند معیاره و حل سازشی

آرمین چراغعلی پور (نویسنده مسئول)

کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر

Email: a.cheraghalipour.ie@mazust.ac.ir

محمد مهدی پایدار

استادیار و مدیر گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی مواد و صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل

مصطفی حاجی آقائی کشتلی

استادیار مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۲۱ # تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۸

چکیده

در دهه های اخیر، انتخاب تامین کنندگان مناسب به عنوان یکی از مهم ترین مسائل حوزه مدیریت زنجیره تامین مطرح است و برای ارزیابی و انتخاب بهترین تامین کنندگان نیازمند تصمیم گیری بر اساس معیارهای مختلفی است. در این تحقیق یک رویکرد ترکیبی چند معیاره متشکل از تحلیل سلسله مراتبی و بهینه سازی چند معیاره و حل سازشی ارائه شده است که در ابتدا به شناسایی مهم ترین شاخص های انتخاب تامین کننده بر اساس مطالعات گذشته و مصاحبه با مدیران شرکت می پردازد و سپس با بهره گیری از پرسشنامه، مقایسه های زوجی شاخص ها و ماتریس مقایسات زوجی گروهی با توجه به نظرات مدیران شرکت و بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام می شود. همچنین، با استفاده از روش بهینه سازی چند معیاره و حل سازشی (VIKOR) تامین کننده های نامزد رتبه بندی می شوند. همچنین جهت جمع آوری اطلاعات برای آزمون چهارچوب پیشنهادی، یک مطالعه موردی در صنعت خودروسازی به کار گرفته شده است. در نهایت با شناسایی معیارهای مؤثر و تامین کنندگان مناسب و هم راستا بودن نتایج با دیگر تحقیقات، کارایی مدل پیشنهادی اثبات می شود.

کلمات کلیدی: انتخاب تامین کنندگان، رویکرد ترکیبی چند شاخصه، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش بهینه سازی چند معیاره و حل سازشی (VIKOR)، صنعت خودروسازی.

۱- مقدمه

در دنیای رقابت امروزی، سازمان‌های تولیدی علاوه بر در نظر گرفتن مسائل سازمان و منابع داخلی، خود را به مدیریت و نظارت بر منابع مرتبط خارج از سازمان نیز نیازمند می‌دانند که این امر در واقع به دلیل دستیابی به مزیت‌های رقابتی باهدف کسب سهم بیشتری از بازار است. یکی از فعالیت‌های اولیه یک مدل زنجیره تامین، افزایش خدمت به مشتری به‌وسیله افزایش کیفیت محصول و در دسترس بودن آن می‌باشد. به‌علاوه، هدف هر سازمانی افزایش ایجاد ارزش در حین کاهش هزینه‌هاست. بنابراین، انتخاب تأمین‌کننده مناسب یکی از مسائل کلیدی در زنجیره تأمین هر سازمان می‌باشد (Bhattacharya, Sarkar, & Mukherjee, 2005). فرآیند انتخاب تأمین‌کننده از مهم‌ترین متغیرهای مدیریت مؤثر بر شبکه زنجیره تأمین مدرن است چراکه در دستیابی به محصولات باکیفیت بالا و رضایت مشتری کمک شایانی می‌کند (Gonzalez, Quesada, & Monge, 2004).

همچنین، مدیریت صحیح تأمین‌کنندگان از مهم‌ترین مسائل در بحث زنجیره تأمین است، زیرا هزینه مواد خام و خرید، هزینه اصلی یک محصول را تشکیل می‌دهد و اغلب شرکت‌ها باید میزان قابل توجهی از درآمد خود را برای خرید از تأمین‌کنندگان صرف نمایند (Goffin, Szwejcowski, & New, 1997). در این راستا، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، یک مسأله پیچیده تصمیم‌گیری چند معیاره شامل عوامل مشهود و نامشهود در سیستم مدیریت زنجیره تأمین می‌باشد. به عبارتی، انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله چند معیاره است که شامل عواملی کیفی و کمی می‌باشد و هدف از ارزیابی تأمین‌کنندگان، شناسایی تأمین‌کننده‌ای است که بالاترین امتیاز جهت تأمین نیازهای شرکت با یک هزینه قابل قبول را دارا باشد (Feng, Chen, & Jiang, 2005).

با توجه به این که یک تولیدکننده در تأمین نیازهای خود از تأمین‌کنندگان متعدد و اهداف مختلف نظیر حداقل سازی هزینه، حداکثر سازی تحویل به موقع و افزایش کیفیت را دنبال می‌نماید، برآورد تمامی این اهداف، آن‌هم به شیوه سعی و خطا، عملاً امکان‌پذیر نبوده و هزینه‌های زیادی را به سیستم تحمیل می‌نماید. لیکن، استفاده از تکنیک‌های ریاضی نظیر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توانند در این راستا به تصمیم‌گیرندگان کمک بسیاری نمایند. انتخاب مناسب تأمین‌کنندگان، می‌تواند در کنار تأمین نیازها و خواسته‌های شرکت، امکان استفاده بهینه و اقتصادی از منابع را نیز فراهم آورد. هدف این مقاله، ارائه یک مدل مناسب بر مبنای تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی جهت ارزیابی بهتر در زمینه انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان می‌باشد که در این راستا از ترکیب تکنیک‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و بهینه‌سازی چند معیاره و حل سازی (VIKOR) بهره گرفته شده است.

ب) پیشینه پژوهش

یکی از مسائل مهم در زنجیره تأمین برای تولیدکنندگان، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و تعیین میزان مطلوب سفارش به هر یک از آن‌ها می‌باشد. در واقع، انتخاب تأمین‌کننده به‌عنوان یک موضوع اساسی در حوزه زنجیره تأمین، در عملکرد کل زنجیره تأمین تأثیرگذار است (Sanayei, Mousavi, & Yazdankhah, 2010). در تحقیقات مرتبط با موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان که تاکنون انجام شده‌اند، شاخص‌های مختلفی شناسایی شده است. شاخص‌هایی نظیر توانایی فنی، در دسترس بودن، قابلیت اعتماد، ظرفیت، سابقه و عملکرد، وضعیت مالی، کیفیت محصول، هزینه، انعطاف‌پذیری، مشتری محوری، موقعیت جغرافیایی، حمل‌ونقل، تحویل به موقع، خدمات پس از فروش، پاسخگویی سریع به سفارش‌ها از جمله شاخص‌های مهمی می‌باشند که در مطالعات پس از سال 2000 میلادی توسط محققان زیادی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Esposito & Passaro, 2009; Shemshadi, Toreihi, Shirazi, & Tarokh, 2011). در حوزه انتخاب تأمین‌کنندگان، مطالعات زیادی با استفاده از روش‌های متنوع انجام گرفته است که مروری از آن در جدول شماره (۱) ارائه شده است.

شروع مطالعه‌ها در مورد انتخاب تأمین‌کننده به سال ۱۹۶۶ برمی‌گردد که توسط دیکسون انجام شده است (Dickson, 1966). با اینکه هدف‌های رایج ساده‌ای را برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده داشتند ولی معیارهای ارزیابی، رویکردهای حل و نمونه مسئله

آن‌ها با همدیگر متفاوت بود. باگذشت چند دهه، مدیریت زنجیره تامین به‌عنوان یکی از نظریه‌های تولید برای بهبود سازمانی در قرن بیست‌ویک اهمیت زیادی پیدا کرده است و انتخاب تامین‌کننده یکی از راهبردی‌ترین فعالیت‌ها در میان فعالیت‌های متعدد زنجیره تامین، خرید و اساسی‌ترین تصمیم در مرحله‌ی مدیریت خرید تبدیل شده است. انتخاب تامین‌کنندگان مناسب می‌تواند به شکل قابل ملاحظه‌ای، هزینه‌های خرید را کاهش و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد. مدیریت زنجیره تامین برای انسجام و یکپارچه‌سازی تامین‌کنندگان و مشتریان به‌منظور بهبود پاسخگویی و انعطاف‌پذیری سازمان‌های تولیدی، بررسی شده است.

انتخاب مجموعه مناسبی از تامین‌کنندگان برای کار با آن‌ها، در جهت موفقیت یک شرکت امری بسیار مهم و حیاتی می‌باشد زیرا در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام‌شده محصول را در برمی‌گیرد (Scott, Ho, Dey, & Talluri, 2014).

در برخی از پژوهش‌ها نیز به تصمیم‌گیری در جهت برون‌سپاری سیستم‌های اطلاعاتی به تامین‌کنندگان بیرون سازمانی پرداخته شده است که بدین منظور از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده گردید. علاوه بر این انتخاب بهینه گزینه‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در حوزه‌های مختلفی از جمله مکان‌یابی، انتخاب استراتژی مناسب مدیریتی و غیره مورد استفاده قرار گرفته است (Cheraghalipour, Paydar, & Hajiaghahi-keshteli, 2017).

همان‌طور که از جدول شماره (۱) مشخص است، در مطالعات مختلف پیرامون انتخاب بهترین تامین‌کنندگان، از روش‌های مختلفی استفاده گردیده است. در تحقیق حاضر، از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و بهینه‌سازی چندمعیاره و حل-سازشی (VIKOR) با رویکردی ترکیبی در این راستا بهره گرفته شده است، لذا در بخش بعد به معرفی این روش‌ها پرداخته می‌شود.

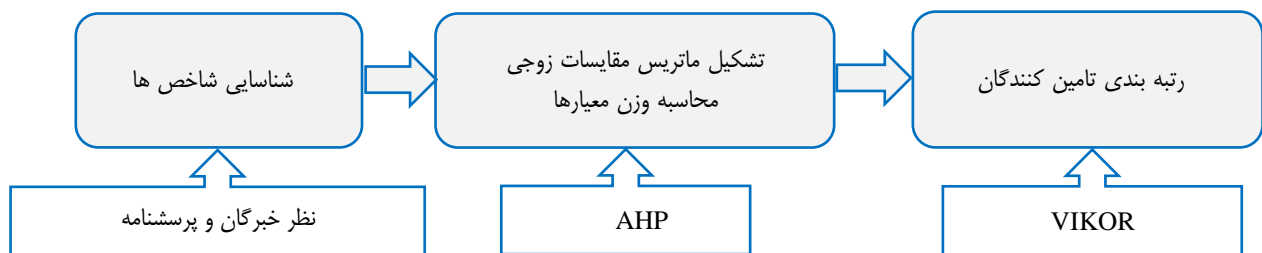
جدول شماره (۱): مروری مختصر بر کارهای انجام‌شده در حوزه انتخاب تامین‌کننده بهینه

نویسندگان و سال انتشار	روش‌های مورد استفاده	مطالعه موردی
(HA & KRISHNAN, 2008)	AHP, DEA	شرکت قطعات حمل و نقل
(Chan, 2003)	AHP	شرکت تولیدی
(Mendoza, 2007)	AHP, TOPSIS, Goal Programing	شرکت تولیدی
(Wang, Huang, & Dismukes, 2005)	AHP, Goal Programing	صنعت خودرو
(Önüt, Kara, & Işik, 2009)	FANP, FTOPSIS	صنعت مخابرات
(Sepehriar, Eslamipoor, & Nobari, 2013)	Linear programming, ELECTRE	مثال عددی
(Gold & Awasthi, 2015)	FAHP	مثال عددی
(Fallahpour, Udony, Siti, & Musa, 2015)	AHP	صنعت نساجی
(Cheraghalipour et al., 2017)	DEMATEL, EVAMIX	صنعت لاستیک و بلبرینگ
(Veni, Rajesh, & Pugazhendhi, 2012)	AHP, DEA	شرکت تولیدی
(Deng, Hu, Deng, & Mahadevan, 2014)	AHP	شرکت تولیدی
(Abdollahi, Arvan, & Razmi, 2015)	ANP, DEMATEL	شرکت تولیدی
(Dweiri, Kumar, Khan, & Jain, 2016)	AHP	صنعت خودرو
(Jain, Kumar, Sumit, & Nittin, 2016)	FAHP, TOPSIS	صنعت خودرو
(Tadić, Zečević, & Krstić, 2014)	FDEMATEL, FANP, FVIKOR	انتخاب شهرهای تدارکات

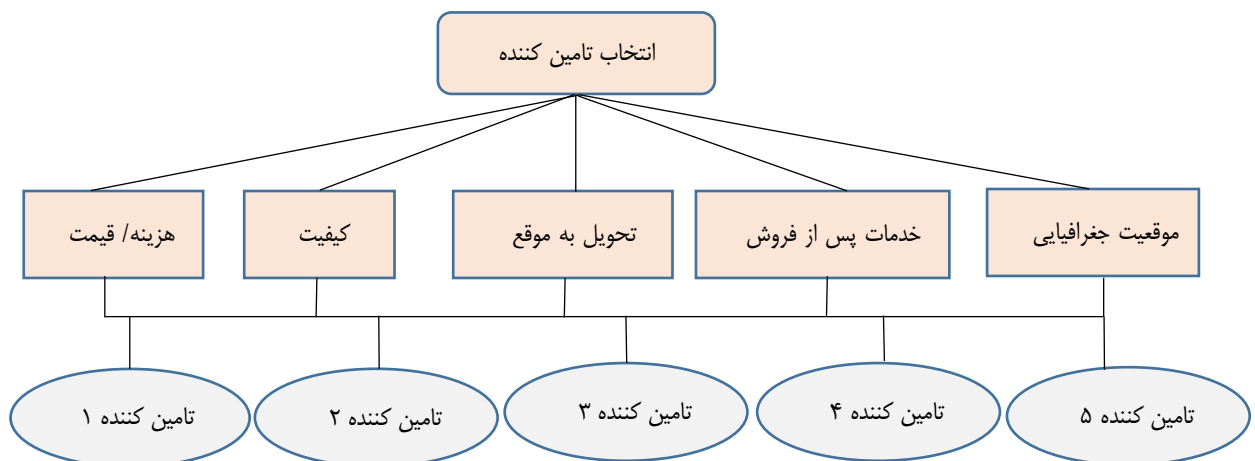
در ادامه مقاله در بخش ۲ روش شناسی پژوهش متشکل از بیان مساله، چهارچوب مفهومی و روش‌های پیشنهادی ارائه می‌شود. در بخش ۳ به انجام آزمایش‌های موردنظر و نتایج بدست آمده به همراه پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی پرداخته می‌شود. درنهایت در بخش ۴ فهرست منابع استفاده شده ارائه می‌گردد.

۲- روش شناسایی پژوهش

تحقیق حاضر باهدف ارائه مدلی مناسب برای انتخاب بهینه تأمین کنندگان انجام شده است. مطالعه موردی این تحقیق، صنعت خودروسازی می‌باشد. این شرکت، مواد اولیه محصولات خود را از پنج تأمین کننده اصلی در سراسر کشور تأمین می‌نماید. بر اساس مدل ارائه شده در این تحقیق، این پنج تأمین کننده بر اساس شاخص‌های مستخرج و امتیازدهی شده بر اساس نظرات مدیران شرکت، رتبه بندی می‌شوند. مراحل اجرای تحقیق در شکل شماره (۱) نمایان می‌باشد. همچنین شاخص‌های مورد استفاده طبق تحقیقات گذشته و نظرات خبرگان انتخاب شده‌اند که در شکل شماره (۲) ارائه شده‌اند و در ادامه به تشریح روش‌های مورد استفاده در زیر بخش‌های بعد می‌پردازیم.



شکل شماره (۱): نمودار مراحل انجام پژوهش



شکل شماره (۲): نمودار سلسله مراتبی معیارها و گزینه‌های منتخب

الف) روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱

روش تحلیل سلسله مراتبی، یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که برای اولین بار توسط ساعتی ارائه گردید (Saaty, 1980). در فرآیند مربوط به این روش، تصمیم‌گیرندگان برای انجام مقایسه‌های زوجی جهت ارزیابی اهمیت نسبی چند معیار از طریق سؤالات و مقیاس‌های ذکر شده در جدول شماره (۲) مورد سؤال قرار می‌گیرند. ماتریس حاصل از این مقایسه‌های دوتایی، ماتریس مقایسات زوجی نامیده می‌شود که نشان می‌دهد که هر یک از متغیرها نسبت به متغیرهای دیگر، دارای چه اهمیتی می‌باشد. گام‌های این روش به صورت زیر می‌باشد:

در اولین گام، یک مسأله تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی ساختار می‌یابد. AHP در ابتدا یک مسأله تصمیم‌گیری پیچیده چند معیاره را به معیارهای تصمیم‌گیری مرتبط به هم و همچنین گزینه‌های تصمیم‌گیری ساده‌تر تجزیه می‌کند (مسأله تصمیم‌گیری را به چند مسأله ساده‌تر تقسیم می‌کند). یک ساختار سلسله مراتبی دارای سه سطح اصلی می‌باشد: در سطر اول هدف

¹Analytical Hierarchy process

نهایی مسأله، در سطر دوم معیارهای چندگانه‌ای که گزینه‌ها را تعریف می‌کند (اگر معیارهای فرعی نیز وجود داشته باشد در این سطر قرار می‌گیرد) و گزینه‌های تصمیم‌گیری در سطر آخر قرار می‌گیرد (Albayrak & Erensal, 2004). گام دوم، مقایسه‌ی گزینه‌ها و معیارها می‌باشد. هنگامی که یک مسأله تصمیم‌گیری به مسائل کوچک‌تر و درعین‌حال ساده‌تر تجزیه و ساختار سلسله مراتبی آن ایجاد شد؛ نگاه اقدام به تعیین اهمیت نسبی هر یک از معیارها در هر یک از سطوح می‌کند. مقایسات زوجی از اولین سطح شروع و در آخرین سطح به اتمام می‌رسد و برتری یک گزینه بر گزینه‌ی دیگر را مشخص می‌کند. در هر یک از این سطوح معیارها بر اساس میزان اثرگذاری و بر مبنای معیارهای مشخص شده در سطوح بالاتر مقایسه می‌شود (Albayrak & Erensal, 2004). در AHP، مقایسات زوجی چندگانه بر اساس مقیاس نه درجه‌ای پیشنهادی از سوی ساعتی انجام می‌گیرد (جدول شماره ۲).

در گام آخر باید اطمینان حاصل نمود که سازگاری منطقی بین مقایسات زوجی صورت وجود داشته باشد زیرا کیفیت خروجی‌های AHP اکیداً به سازگاری مقایسات زوجی صورت گرفته مربوط می‌باشد. بنابراین در این مرحله باید نرخ ناسازگاری محاسبه شود.

جدول شماره (۲): مقیاس نه درجه‌ای اهمیت معیارها نسبت به هم

علامت	تعریف	درجه اهمیت
E	اهمیت یکسان	۱
BE	-	۲
M	نسبتاً مرجح	۳
BM	-	۴
H	ترجیح زیاد	۵
BH	-	۶
VH	ترجیح بسیار زیاد	۷
BVH	-	۸
VVH	ترجیح فوق‌العاده زیاد	۹

ابتدا باید بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی (λ_{max}) محاسبه گردد. سپس شاخص ناسازگاری با رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

که n در معادله فوق معرف تعداد سطرها و یا ستون ماتریس مقایسات (تعداد معیارها) می‌باشد. در گام بعدی نرخ ناسازگاری با استفاده از فرمول‌های (۲) و (۳) محاسبه می‌شود:

$$RI = \frac{1.98(n - 2)}{n} \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

لازم به ذکر است که RI (شاخص ناسازگاری تصادفی) از جدول مربوط یا فرمول بالا استخراج می‌گردد و در صورتی که نرخ ناسازگاری کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد ($CR \leq 0.1$)، آنگاه نتیجه می‌گیریم در مقایسات زوجی سازگاری وجود دارد و در غیر این صورت، لازم است تصمیم‌گیرنده در مقایسات زوجی تجدیدنظر کند.

(ب) روش بهینه‌سازی حل سازشی (VIKOR^۲)

² ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

روش VIKOR یکی از روش‌های کارا برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است که هدف آن انتخاب بهترین گزینه بر اساس نزدیک‌ترین جواب ممکن به جواب ایده‌آل است. روش VIKOR توسط اوپریکوویچ (Opricovic, 1998) توسعه یافته است. کلمه VIKOR برگرفته از کلمه صربستانی است که به معنی "بهبودسازی چند معیاره و حل سازشی" است. این روش برای حل مسائل یک لیست رتبه‌بندی شده‌ای از حل‌های سازشی را تعیین می‌نماید. روش فوق بر رتبه‌بندی و انتخاب مجموعه‌ای از گزینه‌ها در حضور معیارهای متعارض، تمرکز می‌کند. معیار رتبه‌بندی گزینه‌ها در این روش بر اساس میزان نزدیکی به حل ایده‌آل می‌باشد. گام‌های این تکنیک به‌قرار زیر است:

در اولین گام اول، وزن و اهمیت هر یک از معیارها ابتدا باید از طریق مدل تعیین ارزش AHP (مدل‌های وزن دهی معیارها) حاصل آید.

در گام دوم، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهیم، که در آن ارجحیت هر گزینه نسبت به معیار آورده شده است. سپس آن را با استفاده از فرمول (۴) نرمال می‌کنیم.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4)$$

که x_{ij} مقادیر هر معیار برای هر گزینه است. ابتدا همه مقادیر ماتریس را به توان ۲ رسانده و مجموع هر ستون جمع می‌گردد و سپس جذر مجموع هر ستون گرفته‌شده و در نهایت هر یک مقادیر بر جذر به‌دست‌آمده تقسیم می‌گردد. در گام سوم، ماتریس نرمال شده مرحله قبل را وزن دار می‌کنیم. جهت وزن دار کردن، مقادیر ماتریس نرمال هر یک از گزینه‌ها بر وزن معیارها (که قبلاً از روش‌های AHP به‌دست‌آمده بود) ضرب می‌گردد.

در گام چهارم، جهت تعیین بالاترین و پایین‌ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی به ترتیب f_i^+ و f_i^- بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد هر ستون تعیین می‌گردد. در اینجا منظور از بزرگ‌ترین عدد، یعنی عددی بیشترین ارزش مثبت را دارا است و کوچک‌ترین یعنی بیشترین ارزش منفی. پس اگر معیار ما از نوع منفی باشد، بزرگ‌ترین عدد برعکس می‌شود یعنی می‌شود کمترین مقدار و کوچک‌ترین می‌شود بیشترین مقدار و بالعکس.

$$f_i^+ = \max_j f_{ij}, \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (5)$$

در گام پنجم، به تعیین شاخص مطلوبیت (S) و شاخص نارضایتی (R) پرداخته می‌شود که با استفاده از فرمول‌های (۶) و (۷) محاسبه می‌شود.

$$S_j = \sum_{i=1}^n W_i \frac{f_i^+ - f_{ij}}{f_i^+ - f_i^-} \quad (6)$$

$$R_j = \max_i \left[W_i \frac{f_i^+ - f_{ij}}{f_i^+ - f_i^-} \right] \quad (7)$$

که در آن f_i^+ بزرگ‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون و f_{ij} عدد گزینه موردنظر برای هر معیار در ماتریس نرمال وزنی و f_i^- کوچک‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون می‌باشد. طبیعتاً برای گزینه به ازای هر معیار یک شاخص مطلوبیت به دست می‌آید که مجموع آن‌ها شاخص نهایی S_j گزینه را مشخص می‌کند. بزرگ‌ترین S_j هر گزینه به ازای هر معیار، شاخص نارضایتی (R) آن گزینه می‌باشد.

در گام آخر برای رتبه‌بندی گزینه‌ها به محاسبه مقدار Q پرداخته می‌شود که با استفاده از فرمول (۸) محاسبه می‌شود.

$$Q_j = v \frac{S_j - S^-}{S^+ - S^-} + (1 - v) \frac{R_j - R^-}{R^+ - R^-} \quad (8)$$

که v عدد ثابت و برابر $0/5$ ، S_j مجموع مقدار S برای هر گزینه، S^+ بزرگترین عدد شاخص S برای هر گزینه، S^- کوچکترین عدد شاخص S برای هر گزینه، R_j مجموع مقدار R برای هر گزینه، و R^+ و R^- به ترتیب کوچکترین و بزرگترین عدد شاخص R برای هر گزینه است. و در نهایت کمترین مقدار Q به عنوان بهترین گزینه انتخاب می شود.

۳- نتایج و بحث

الف) مطالعه موردی

صنعت خودروسازی ایران، پس از صنعت نفت بزرگترین صنعت در ایران است. هم اکنون ایران با ساخت ۱۳۹۵۴۲۱ دستگاه خودرو و ۳۵۹۰۱ دستگاه خودروی تجاری (در سال ۲۰۰۹) بیستمین خودروساز بزرگ دنیا و بزرگترین خودروساز خاورمیانه شده است. در سال ۲۰۰۹ ایران از لحاظ سرعت رشد صنعت خودرو مقام پنجم دنیا را پس از چین، تایوان، رومانی و هند کسب کرد. در سال ۲۰۰۱، ۱۳ شرکت دولتی و خصوصی در ایران وجود داشت که در میان آنها ایران خودرو و سایپا صاحب ۹۴٪ از کل تولیدات بومی بودند. شرکت ایران خودرو با در سال ۲۰۰۱ با تولید پیکان (که بعدها در سال ۲۰۰۵، سمند جایگزین آن شد) ۶۱٪ بازار و سایپا در همان سال ۳۳٪ بازار خودروی ایران را به خودشان اختصاص دادند. به منظور ساخت قطعات به یک سری مواد اولیه نیاز است که به تامین کنندگان خارجی برون سپاری می شود. به منظور رتبه بندی معیارهای شناسایی شده در شکل شماره (۲) از روش AHP استفاده می شود. در ابتدا به منظور تعیین اوزان معیارها، پرسشنامه ای تدوین گردید و از ۶ خبره خواسته شد تا در مورد ارتباط درونی معیارها نظرات خود را اعمال نمایند. پس از گردآوری نظرات آنها یک ماتریس 5×5 مطابق متغیرهای زبانی تعریف شده در جدول شماره (۲) جمع آوری گردید، که این نتایج در جدول شماره (۴) آورده شده اند. لازم به ذکر است برای نمایش بهتر در جداول، بجای اسامی معیارها و گزینه ها از حروف اختصاری آنها استفاده شده است که در جدول شماره (۳) گردآوری شده اند.

جدول شماره (۳): لیست معیارها و گزینه های منتخب به همراه علائم اختصاری هر یک

معیار	علامت اختصاری	گزینه	علامت اختصاری
هزینه / قیمت	C1	تأمین کننده ۱	S1
کیفیت	C2	تأمین کننده ۲	S2
تحویل به موقع	C3	تأمین کننده ۳	S3
خدمات پس از فروش	C4	تأمین کننده ۴	S4
موقعیت جغرافیایی	C5	تأمین کننده ۵	S5

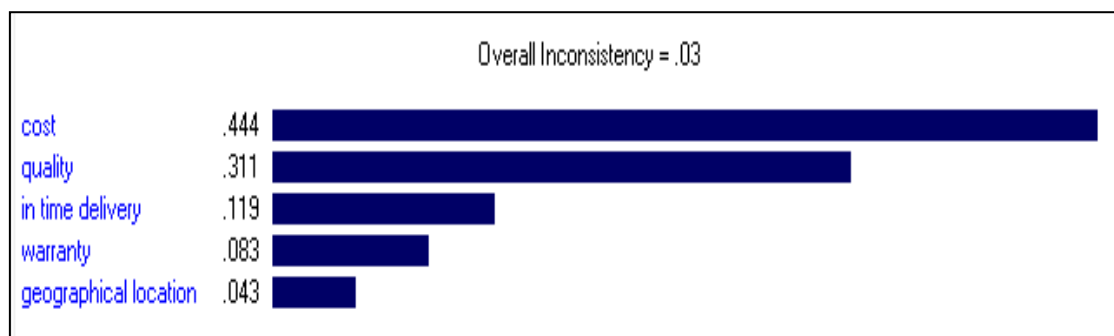
جدول شماره (۴): نظرات خبرگان در مورد ارجحیت معیارها نسبت به هم

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	-	BE,E,M,M,E,E	M,BM,H,H,M,M	BH,H,VH,VH,H,H	VVH,BVH,VH,VH,BVH,VH
C2	-	-	M,M,M,BE,M,E	H,H,BH,BM,VH,BH	BVH,VH,VH,BH,BH,VH
C3	-	-	-	BE,BE,M,BE,E,E	M,M,BE,BE,E,M
C4	-	-	-	-	M,BM,H,BM,BE,BE
C5	-	-	-	-	-

در ادامه با اعمال میانگین از نظرات خبرگان، اعداد قطعی ارجحیت معیارها نسبت به هم به دست آمد که در جدول شماره (۵) ارائه شده است. همچنین نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی نیز حاکی از کارا بودن نظرات دارد. لازم به ذکر است که به منظور محاسبات گام مربوط به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی از نرم افزار Expert choice 11 استفاده شده است. پس از حل با استفاده از نرم افزار وزن معیارها به دست آمد که مطابق شکل شماره (۳) می باشد.

جدول شماره (۵): اعداد قطعی به دست آمده از میانگین نظرات خبرگان برای ارجحیت معیارها نسبت به هم

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	-	۱/۸۳	۳/۸۳	۵/۸۳	۷/۶۷
C2	-	-	۲/۵	۵/۵	۶/۸۳
C3	-	-	-	۱/۸۳	۲/۳۳
C4	-	-	-	-	۳/۳۳
C5	-	-	-	-	-
CR=۰/۰۳					



شکل شماره (۳): وزن‌های به دست آمده هر معیار با استفاده از نرم افزار Expert choice 11

همان طور که از خروجی روش AHP مشخص است، معیارهای هزینه/ قیمت (C1) با وزن ۰/۴۴۴ و کیفیت (C2) با وزن ۰/۳۱۱ به عنوان مهم ترین معیارها شناسایی شده‌اند و معیارهای تحویل به موقع (C3)، خدمات پس از فروش (C4) و موقعیت جغرافیایی (C5) به ترتیب با وزن‌های ۰/۱۱۹، ۰/۰۸۳ و ۰/۰۴۳ در اولویت‌های اهمیت بعدی قرار دارند که این مقادیر هم راستا با نتایج تحقیقاتی همچون دویری و همکاران (Dweiri et al., 2016) و جین و همکاران (Jain et al., 2016) است. در ادامه مقایسات گزینه‌ها نسبت به معیارها انجام می‌شود که بدین منظور جدول شماره (۶) حاصل می‌شود. لازم به ذکر است که برای ادامه کار و اجرای گام مربوط به روش VIKOR از نرم افزارهای Matlab 2010 و Excel 2013 استفاده شده است. پس از اجرای روش ویکور ماتریس نرمال شده به صورت جدول شماره (۷)، ماتریس نرمال وزنی به صورت جدول شماره (۸) و بالاترین و پایین ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی به صورت جدول شماره (۹) به دست می‌آیند.

جدول شماره (۶): مقادیر مربوطه به مقایسات گزینه‌ها نسبت به معیارها به همراه علامت هر معیار

	C1	C2	C3	C4	C5
علامت	-	+	+	+	+
وزن	۰/۴۴۴	۰/۳۱۱	۰/۱۱۹	۰/۰۸۳	۰/۰۴۳
S1	۲۸۰	۹۸	۹۰	۴۵	۶۰
S2	۳۰۰	۸۶	۸۰	۴۰	۷۰
S3	۴۸۰	۹۵	۸۰	۴۵	۵۰
S4	۴۰۰	۸۹	۸۵	۵۰	۶۵
S5	۲۵۰	۸۴	۹۰	۶۰	۷۰

جدول شماره (۷): ماتریس نرمال شده روابط بین گزینه‌ها نسبت به معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5
S1	۰/۳۵۵۲	۰/۴۷۳۸	۰/۴۷۲۹	۰/۴۱۵۱	۰/۴۲۲۹
S2	۰/۳۸۰۶	۰/۴۱۵۸	۰/۴۲۰۳	۰/۳۶۹۰	۰/۴۹۳۴
S3	۰/۶۰۹۰	۰/۴۵۹۳	۰/۴۲۰۳	۰/۴۱۵۱	۰/۳۵۲۵
S4	۰/۵۰۷۵	۰/۴۳۰۳	۰/۴۴۶۶	۰/۴۶۱۳	۰/۴۵۸۲
S5	۰/۳۱۷۲	۰/۴۵۴۵	۰/۴۷۲۹	۰/۵۵۳۵	۰/۴۹۳۴

جدول شماره (۸): ماتریس نرمال شده موزون روابط بین گزینه‌ها نسبت به معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5
S1	۰/۱۵۷۷	۰/۱۴۷۴	۰/۰۵۶۳	۰/۰۳۴۵	۰/۰۱۸۲
S2	۰/۱۶۹۰	۰/۱۲۹۳	۰/۰۵۰۰	۰/۰۳۰۶	۰/۰۲۱۲
S3	۰/۲۷۰۴	۰/۱۴۲۸	۰/۰۵۰۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۱۵۲
S4	۰/۲۲۵۳	۰/۱۳۳۸	۰/۰۵۳۱	۰/۰۳۸۳	۰/۰۱۹۷
S5	۰/۱۴۰۸	۰/۱۴۱۳	۰/۰۵۶۳	۰/۰۴۵۹	۰/۰۲۱۲

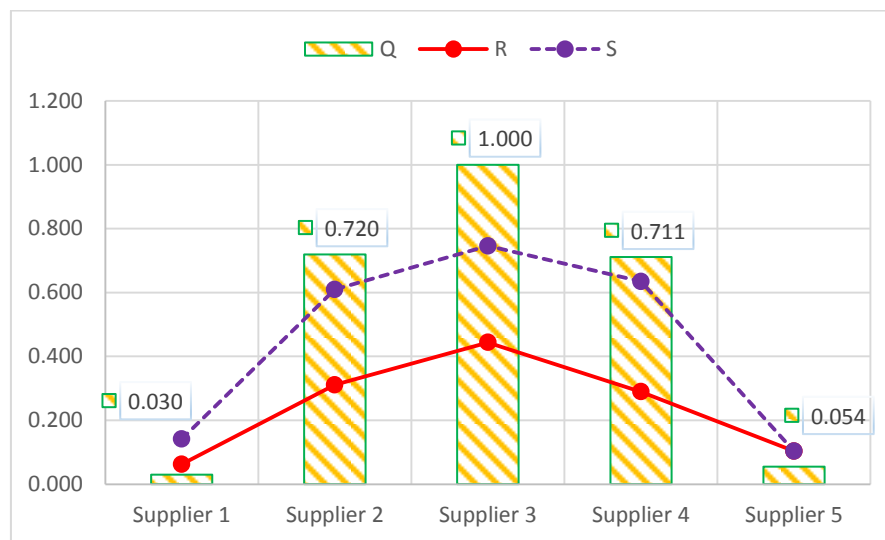
جدول شماره (۹): بالاترین و پایین‌ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی

	C1	C2	C3	C4	C5
f^+	۰/۱۴۰۸۲۳	۰/۱۴۷۳۵۲	۰/۰۵۶۲۷۱	۰/۰۴۵۹۴۲	۰/۰۲۱۲۱۸
f^-	۰/۲۷۰۳۷۹	۰/۱۲۹۳۰۹	۰/۰۵۰۰۱۹	۰/۰۳۰۶۲۸	۰/۰۱۵۱۵۶

که در نهایت مقادیر مطلوبیت (S)، شاخص نارضایتی (R) و مقدار رتبه نهایی گزینه‌ها (Q) با استفاده از روابط (۶، ۷، ۸) به دست می‌آید که در جدول شماره (۱۰) و شکل شماره (۴) ارائه شده‌اند. همان‌طور که از نتایج مشخص است، تأمین کنندگان ۱ و ۵ به ترتیب بهترین تأمین کنندگان و پس از آن‌ها تأمین کنندگان ۴، ۲ و ۳ قرار دارند. برای درک بهتر نمایشی ترکیبی از شاخص‌های مطلوبیت و نارضایتی به صورت نمودار خطی و رتبه نهایی گزینه‌ها به صورت نمودار ستونی در شکل شماره (۴) به نمایش درآمده است.

جدول شماره (۱۰): مقادیر R ، S و مقدار رتبه نهایی گزینه‌ها (Q)

گزینه‌ها	R	S	Q	رتبه‌بندی
S1	۰/۰۶۲۲	۰/۱۴۱۶	۰/۰۲۹۶	۱
S2	۰/۳۱۱	۰/۶۰۹۵	۰/۷۱۹۶	۴
S3	۰/۴۴۴	۰/۷۴۶	۱	۵
S4	۰/۲۸۹۶	۰/۶۳۴۶	۰/۷۱۱	۳
S5	۰/۱۰۳۷	۰/۱۰۳۷	۰/۰۵۴۲	۲



شکل شماره (۴): مقادیر R ، S و مقدار رتبه نهایی گزینه‌ها (Q)

ب) نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

مسئله انتخاب تأمین‌کننده یکی از مسائل استراتژیکی می‌باشد که اکثر شرکت‌ها امروزه با آن مواجه‌اند و از نظر ماهیت، یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره شامل معیارهای کمی و کیفی متعدد می‌باشد که در امر تصمیم‌گیری باید مورد توجه قرار گیرند. در این تحقیق با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در ابتدا رتبه‌بندی شاخص‌ها در صنعت خودرو انجام شد. در این راستا ابتدا معیارهای مؤثر توسط مطالعه پیشینه تحقیق و نظرات خبرگان صنعت و دانشگاه شناسایی شدند. سپس گروه تصمیم‌گیری بر اساس متغیرهای زبانی اقدام به ارزیابی معیارها به وسیله پرسشنامه توزیع شده نمودند. پس از اجرای روش AHP معیارها اولویت‌بندی شدند که معیارهای هزینه/قیمت ($C1$) با وزن $0/444$ و کیفیت ($C2$) با وزن $0/311$ به عنوان مهم‌ترین معیارها شناسایی شده و معیارهای تحویل به موقع ($C3$)، خدمات پس از فروش ($C4$) و موقعیت جغرافیایی ($C5$) به ترتیب با وزن‌های $0/119$ ، $0/083$ و $0/043$ در اولویت‌های اهمیت بعدی قرار گرفتند. و پس از اجرای روش VIKOR گزینه‌های مرد نظر رتبه‌بندی شدند که تأمین‌کنندگان ۱ و ۵ به ترتیب به عنوان بهترین تأمین‌کنندگان و پس از آن‌ها تأمین‌کنندگان ۴، ۲ و ۳ قرار گرفتند. با بررسی این نتایج می‌توان به مدیریت خرید اولیه توسط تأمین‌کنندگان ساماندهی شود. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود که از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره همچون ANP, TOPSIS, DEMATEL و غیره و یا با استفاده از تئوری فازی به رویکردهایی نزدیک به دنیای واقعی استفاده شود. همچنین بهره‌گیری از این مدل در سایر شرکت‌ها و سازمان‌ها پیشنهاد می‌گردد.

۴- منابع

1. Abdollahi, M., Arvan, M., & Razmi, J. (2015). An integrated approach for supplier portfolio selection: Lean or agile? *Expert Systems with Applications*, 42(1): 679–690.
2. Albayrak, E., & Erensal, Y. C. (2004). Using analytic hierarchy process (AHP) to improve human performance. An application of multiple criteria decision making problem. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 15(1): 491–503.
3. Bhattacharya, A., Sarkar, B., & Mukherjee, S. K. (2005). Integrating AHP with QFD for robot selection under requirement perspective. *International Journal of Production Research*, 43(17): 3671–3685.
4. Chan, F. T. S. (2003). Interactive selection model for supplier selection process: an analytical hierarchy process approach. *International Journal of Production Research*,

- 41(15): 3549–3579.
5. Cheraghali-pour, A., Paydar, M. M., & Hajiaghaei-keshteli, M. (2017). An Integrated Approach for Collection Center Selection in Reverse Logistic. *International Journal of Engineering, TRANSACTIONS A: Basics*, 30(7): 1005–1016.
 6. Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications*, 41(1): 156–167.
 7. Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1): 5–17.
 8. Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain, V. (2016). Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications*, 62: 273–283.
 9. Esposito, E., & Passaro, R. (2009). Evolution of the supply chain in the Italian railway industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(4): 303–313.
 10. Fallahpour, A., Udony, E., Siti, O., & Musa, N. (2015). A hybrid model for supplier selection: integration of AHP and multi expression programming (MEP). *Neural Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s00521-015-2078-6>
 11. Feng, D., Chen, L., & Jiang, M. (2005). Vendor selection in supply chain system: An approach using fuzzy decision and AHP. *China, International Conference on Services Systems and Services Management*, 1(1): 1–10.
 12. Goffin, K., Szwajczewski, M., & New, C. (1997). Managing suppliers: when fewer can mean more. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(7): 422–436.
 13. Gold, S., & Awasthi, A. (2015). Sustainable global supplier selection extended towards sustainability risks from (1+n)th tier suppliers using fuzzy AHP based approach. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3): 966–971.
 14. Gonzalez, M. E., Quesada, G., & Monge, C. A. M. (2004). Determining the importance of the supplier selection process in manufacturing: a case study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(6): 492–504.
 15. HA, S., & KRISHNAN, R. (2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. *Expert Systems with Applications*, 34(2): 1303–1311.
 16. Jain, V., Kumar, A., Sumit, S., & Nittin, S. (2016). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry. *Neural Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2533-z>
 17. Mendoza, A. (2007). *Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation*. The Pennsylvania State University. the Graduate School.
 18. Önüt, S., Kara, S. S., & Işık, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. *Expert Systems with Applications*, 36(2): 3887–3895.
 19. Opricovic, S. (1998). Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems. *Faculty of Civil Engineering*, 2(1): 5–21.
 20. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource, allocation. In *McGraw-Hill* (pp. 1–11). New York.

21. Sanayei, A., Mousavi, S. F., & Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Application*, 37(1): 24–30.
22. Scott, J., Ho, W., Dey, P. K., & Talluri, S. (2014). A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multi-stakeholder and multi-criteria environments. *International Journal of Production Economics*, 166(1): 226–237.
23. Sepehriar, A., Eslamipoor, R., & Nobari, A. (2013). A new mixed fuzzy-LP method for selecting the best supplier using fuzzy group decision making. *Neural Computing and Applications*, 23(1): 345–352.
24. Shemshadi, A., Toreihi, M., Shirazi, H., & Tarokh, M. J. (2011). Supplier selection based on supplier risk: An ANP and fuzzy TOPSIS approach. *The Journal of Mathematics and Computer Science*, 2(1): 159–275.
25. Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. *Expert Systems with Applications*, 41(18): 8112–8128.
26. Veni, K. K., Rajesh, R., & Pugazhendhi, S. (2012). Development of decision making model using integrated AHP and DEA for vendor selection. *Procedia Engineering*, 38(1): 3700–3708.
27. Wang, G., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2005). Manufacturing supply chain design and evaluation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(1): 93–100.