فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال سیزدهم/ شماره ۴۵ /پاییز ۱۳۹۷

ارزیابی و رتبه بندی تأمین کنندگان در زنجیره تأمین با استفاده از سیستم های تصمیم گیری چندمعیاره فازی ذوزنقه ای

حسنعلی آقاجانی
دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
حسین صمدی میارکلائی (نویسنده مسوؤل)
کارشناس ارشد مدیریت دولتی، باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
Email: hossein_samadi_m@yahoo.com
حمزه صمدی میارکلائی
گروه مدیریت دولتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
مهدی سوهانیان
کارشناس ارشد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۳۰ * تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۷

چکیده

امروزه سازمان‌ها به‌خوبی دریافته‌اند که نیازبه زنجیره‌تامین کارا دارند، تا بتوانند در بازار جهانی و اقتصاد شبکه‌ای و به‌هم پیوسته امروزی توان رقابت با رقبای خود را داشته باشند. ازطرفی از مهم‌ترین عوامل پایداری و بقا دراین محیط رقابتی، کاهش هزینه‌های تولید محصول است. براین اساس، انتخاب مناسب تامین‌کنندگان می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر کاهش هزینه‌های تولید و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان داشته باشد. هدف تحقیق حاضر، تعیین و بومی‌سازی معیارها، رتبه‌بندی و انتخاب تامین‌کنندگان در صنعت خودروسازی ایران می‌باشد. این تحقیق براساس هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت، توصیفی است. هم‌چنین جهت جمع‌آوری اطلاعات برای آزمون چهارچوب پیشنهادی، یک مطالعه موردی در صنعت خودروسازی به‌کار گرفته شده است. دراین پژوهش از روش تحلیل عاملی تائیدی برای انتخاب و بومی‌سازی متغیرها، و سیستم استنتاج‌فازی برای تعیین اوزان معیارهای تصمیم‌گیری و از روش تاپسیس‌فازی برای ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان استفاده شده است. به‌کارگیری هم‌زمان این روش‌ها نوآوری این پژوهش در میان پیشینه مرتبط با این حوزه می‌باشد. پس از مرور پیشینه تحقیق، معیارها با استفاده از آزمون تحلیل عاملی در شش مورد کیفیت، تحویل، مهارتهای فنی، خدمات، سرمایه‌گذاری و طراحی محصول دسته‌بندی شده، و سپس شرکت‌های تأمین‌کننده باطری توان، برنا، صبا و نیروگستران مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که شرکت برنا باطری (۰/۵۲) بهترین تأمین‌کننده، و شرکت‌های توان، صبا و نیرو با کسب امتیازات (۰/۴۵)، (۰/۴۱)، و (۰/۳۱) به ترتیب در درجات بعدی قرار دارند. در نهایت به‌مدیران توصیه شده که چگونه می‌توانند از یافته-های تحقیق حاضر بمنظور انتخاب بهترین تأمین‌کننده و بهبود توان رقابتی سازمان خود استفاده نمایند.

کلمات کلیدی: ارزیابی، رتبه بندی، زنجیره تامین، تاپسیس فازی، ایران خودرو.

۱- مقدمه

زنجیره تأمین و فرآیند انتخاب تأمین‌کننده از موضوعات مهم و قابل توجه سازمان‌ها می‌باشد، به گونه‌ای که طی سال‌های اخیر بسیاری از تولید کنندگان به دنبال ایجاد رابطه اثربخش با تامین کنندگان‌شان، بمنظور بهبود عملکرد و توان رقابتی‌شان هستند. موضوع فرآیند خرید و تأمین بطور فزاینده‌ای بعنوان یک موضوع استراتژیک در سازمان‌ها مطرح گردیده و موجب توجه فراوان به روابط فروشنده و خریدار در سازمان‌های تولیدی شده است. همین موضوع موجب برقراری روابط بسیار قوی در زنجیره تامین گردید، که این روابط به علت ایجاد زنجیره ارزش باعث افزایش توان رقابتی سازمان‌های ذینفع گردیده است.

امروزه یک راه بالقوه برای حفظ مزیت رقابتی و بهبود عملکرد، زنجیره تأمین است. بدین صورت دیگر رقابت بین سازمان‌ها نیست، بلکه بین زنجیره‌های تأمین است و نشان داده می‌شود که عملکرد موثرتر زنجیره تأمین به بهبود کارایی سازمان می‌انجامد. این امر باعث تمرکز بیشتر کارکنان بر فعالیت‌های مهم کسب‌وکار می‌شود (Li, Rao, Ragu-Nathan & Ragu-Nathan, 2005). از طرفی مسئله فرایند انتخاب تامین کننده به عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات برای استقرار یک زنجیره تأمین اثربخش مطرح شده است. هدف از فرایند انتخاب تامین کننده، کاهش ریسک خرید و افزایش کارایی و اثربخشی زنجیره ارزشی است که از طریق فرایند خرید، امکان بوجود آمدن داشته و باعث ایجاد رابطه‌ای قوی، بادوام و طولانی مدت میان خریدار و تامین کننده می‌شود (Chen, Lin & Huang, 2006). اهمیت موضوع انتخاب تامین کنندگان به اندازه ای است که کرازبی معتقد است در حدود ۵۰٪ مشکلات کیفیت شرکت‌ها، ناشی از انتخاب و مدیریت نامناسب منبع تأمین است. بنابراین بسیار مهم است که تنها تامین کنندگانی را انتخاب نمائیم که بتوانند نیازهای خرید را در محدوده‌های اجرایی مختلف تامین نمایند (Monczka, Handfield, Giunipero & Patterson, 2008).

اصطلاح مدیریت زنجیره تأمین اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط اولیور و وبر ابداع شد (Oliver & Webber, 1982). این مفهوم در بدو پیداش عمدتاً برای تبیین منافع یکپارچه‌سازی حوزه‌های کارکردی درونی یک سازمان هم‌چون: خرید، تولید، لجستیک و بازاریابی به کار گرفته می‌شد. اما تاریخ‌چه ظهور آن به سال‌هایی در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ بر می‌گردد. در این دهه‌ها بیشتر تولیدکنندگان سرمایه‌گذاری زیادی در موجودی در جریان ساخت انجام می‌دادند. در دهۀ ۱۹۷۰ برنامه‌ریزی منابع تولید (MRPII) معرفی گردید. با تشدید رقابت جهانی در دهۀ ۱۹۸۰ مفهوم مدیریت مواد یک مرحله به جلو رفته و عملیات توزیع و حمل و نقل به آن اضافه شده و در نهایت منجر به ایجاد مفهوم پشتیبانی یکپارچه شد، که به عنوان مدیریت زنجیره تأمین شناخته می‌شود. تکامل مدیریت زنجیره تامین در دهۀ ۱۹۹۰ نیز با معرفی سه فرآیند عمده آن شامل مدیریت لجستیک، مدیریت روابط و مدیریت اطلاعات ادامه یافت. هفت اصل در نظام مدیریت زنجیره تأمین شامل تقسیم‌بندی مشتریان براساس خدمات مورد نیاز آن‌ها، تنظیم شبکۀ پشتیبانی با توجه به نیازهای مشتریان و اصل سوددهی، برنامه‌ریزی تقاضا با استفاده از پیش‌بینی‌های مستمر و تخصیص بهینه منابع، طراحی و تولید محصول با گرایش به نظرات و خواسته‌های مشتری و بالابردن سرعت پذیرش تغییرات، مدیریت راهبردی منابع تأمین به منظور کاهش هزینه مواد و قطعات و خدمات مرتبط با آن، طراحی راهبرد زنجیره تامین به گونه‌ای که قادر به پشتیبانی سطوح مختلف تصمیم‌گیری بوده و بتواند نمائی شفاف از جریان محصولات، خدمات و اطلاعات را ارائه دهد، انتخاب معیارهای جامع عملکرد برای سنجش میزان موفقیت در دستیابی کارآمد و مؤثر به خواسته‌های مصرف‌کننده نهائی، مطرح گردید (Giannoccaro, Albino & Carbonara, 2002).

زنجیره تأمین، زنجیره ای است که همه فعالیت های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد از مرحله ی ماده ی اولیه تا مرحله ی تحویل کالای نهایی به مصرف کننده را شامل می شود. در کنار جریان کالا دو جریان دیگر که یکی جریان اطلاعات و دیگری جریان منابع مالی و اعتبارات است نیز حضور دارد (McCormack, Bronzo Ladeira & Paulo Valadares de Oliveira, 2008). مدیریت زنجیره تأمین عبارت است از: مجموعه رویکردهایی که بطور موثر در جهت یکپارچه سازی تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، انبارداران و توزیع کنندگان و به منظور تولید و توزیع کالا در مقدار مورد نیاز و در محل و زمان صحیح بکار می رود تا هزینه های سیستم را در راستای تأمین سطح خدمات مورد نیاز کمینه نماید (Simchi-Levi, Kaminsky &

Simchi-Levi, 2004). بر این اساس هدف مدیریت زنجیره تأمین یکپارچه سازی واحدهای سازمانی در طول زنجیره تأمین و هماهنگ سازی جریان مواد، اطلاعات و مالی به منظور برآوردن تقاضای مشتری و بهبود رقابت پذیری است.

زنجیره تأمین شامل شبکه ای از مشارکت کنندگان و کانال های متفاوت عملیاتی از درون و بیرون سازمان است که روی مطلوبیت ستاده های زنجیره تأمین تاثیر می گذارند (Eng, 2006). هدف اصلی فعالیت های مربوط به مدیریت زنجیره تأمین، ارضای تقاضای مشتریان است، به طوری که بتواند محصول مورد نظر را با حداکثر کیفیت، حداقل قیمت، و در زمان مورد نظر به مشتریان تحویل دهد. در زنجیره تأمین، به منظور بهینه کردن فرایندهای درونی زنجیره، هر عضو باید با دیگر اعضای زنجیره هماهنگ شود (Manthou, Vlachopoulou & Folinas, 2004).

اولین مطالعات در خصوص معیارهای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان از سال۱۹۶۶ و بوسیله دیکسون انجام شده است. وی خلاصه‌ای شامل حداقل ۵۰ عامل مختلف را که توسط نویسندگان دیگر بیان شده بودند معرفی کرده است (Dickson, 1996). شین و همکاران سه دسته از معیارها شامل مالی، تاکتیکی و خدمات را بر فرآیند انتخاب تأمین‌کننده مؤثر دانسته‌اند (Shin, Collier & Wilson, 2000). وبر قیمت خالص را مهم‌ترین معیار برای انتخاب تامین کننده می‌داند (Weber, 1999). دمپسی بیست معیار ارزیابی تأمین کننده را معرفی و معتقد است که اهمیت معیارهای انتخاب، مهم‌تر از سایر بخش‌های فرایند تأمین کنندگان است. وی معیارهای ارزیابی و انتخاب فروشندگان را به دو دسته معیارهای صریح و ضمنی تقسیم‌بندی نموده است (Dempsey, 1978). معیارها در مطالعات دیگر به ۶۰ مورد و در شش طبقه (Ghodsypour, & OBrien, 1998)، ۶۴ مورد و در ۱۲ گروه شامل اطلاعات عمومی شرکت، توانایی مدیریت، توانایی‌های پرسنلی، ساختار هزینه، فلسفه مدیریت کیفیت جامع، توانایی تکنولوژیکی، پذیرش و اجابت قوانین و مقررات عدم آلودگی محیط زیست، توانایی مالی، سیستم-های زمان‌بندی وکنترل تولید، توانایی سیستم‌های اطلاعاتی، پتانسیل رابطه بلند مدت، استراتژی‌ها و سیاست‌ها (Monczka , Handfield, Giunipero & Patterson, 2008)، ۸ مورد شامل پیشینه تأمین کننده، مدیریت هزینه /توانایی مالی، تجربه خدمت به مشتری، روابط و قراردادها، توانایی عملیاتی، برنامه‌های تضمین کیفیت، توانایی فنی، وبرنامه‌های مدیریت مواد (Banfield, 1999)، ۲۳ مورد شامل قیمت خالص، تحول به موقع، کیفیت و .... سیاست‌های تضمین کالا (Weber, 1999)، ۱۴ مورد شامل کیفیت، قابلیت اطمینان تحویل به موقع، پاسخ تأمین کنندگان به تغییرات، سهولت ارتباط با تأمین کننده، رضایت تأمین کننده در برقراری ارتباط همکاری، قیمت‌گذاری رقابتی، ثبات مالی تأمین کننده، مهارت‌های فنی تأمین کننده، بکارگیری کنترل آماری فرآیند توسط تأمین کننده، تعداد دقیق محموله، دفعات تحویل، فعالیت تأمین کننده در طراحی محصول، سرمایه-گذاری عمده تأمین کننده، نزدیکی/ هم‌جواری تأمین کننده (Astom & Golhar, 1993)، هفت مورد مرتبط با شرکت پژو فرانسه شامل: سازمان، فرآیند، کنترل کیفیت ورودی‌ها در حین تولید و محصولات نهایی، خدمات پس از فروش، سیستم انگیزشی، سطح دانش و مهارت پرسنل، عملکرد گذشته یا سابقه کمی و کیفی تأمین کننده (Lin & Wen-Ling, 2007)، ۱۱ مورد در چهار طبقه شامل: نشانه‌های همکاری، رفتار ارتباطاتی، تکنیک‌های حل مسئله، و فرایندهای انتخاب تأمین کننده کالا، و ۱۹ مورد و سه طبقه شامل: مالی، تاکتیکی، خدمت (Aghajani & Ahmadpour, 2011)، ۵۱ مورد و در هشت گروه شامل: کیفیت، برنامه‌ریزی، تسهیلات (ماشین آلات)، کنترل، تمایل و علاقه‌مندی فروشنده، ابزار تأمین کننده، سازمان و مدیریت تأمین کننده، تعهد، و مسئولیت (Bache, Carr, Parnaby & Tobias, 1987)، ۱۰ مورد در چهار گروه شامل: تحویل، کیفیت محصولات، خدمات، و قیمت (Bharadwaj, 2004)، یک مدل شش ضلعی مربوط به شرکت فرانسوی سوژداک شامل کیفیت، لجستیک، رقابت‌پذیری، توانایی تحقیق و توسعه، روابط بین‌الملل، پایداری، پنج مورد شامل هماهنگی و درصد تعارضات، روابط نزدیک همکاری، موقعیت خریدار، درصد ریسک حساب‌های غیر قابل وصول، درصد فسخ بدون توافق سفارشات و نیز استفاده از روش‌های فازی برای ارائه مدلی جهت خرید یا ساخت (Lin & Wen-Ling, 2007)، ۲۹ مورد و استفاده از مدلی با رویکرد چند منظوره (Hoha & Krishnan, 2007)، پنج مورد شامل سودآوری تامین کننده، درصد تعارضات، توانایی تکنولوژیکی، کیفیت، ارتباطات موثر و نیز استفاده از یک مدل ریاضی تصمیم‌گیری فازی (Chen, Lin &

Huang, 2006)، چهار مورد شامل: قابلیت اعتماد، قیمت رقابتی، توانایی‌های تکنولوژیکی، و خدمات و پشتیبانی (Constantine, Katsikeas, & Paparoidamis, 2004)، ۲۹ مورد و در پنج گروه و با توجه به سطح یکپارچگی خریدار و فروشنده (Ghodsypour, & OBrien, 1998)، تقسیم‌بندی شدند.

هامپریس و همکاران، ضمن بررسی و توسعه سیستم‌های دانش محور یکپارچه کننده عوامل محیطی مؤثر بر فرآیند انتخاب تامین کننده، آن‌ها را به عوامل اصلی و فرعی تقسیم نموده‌اند (Humphreys, Ronan & Felix, 2003). دلمین و مینینو ضمن ارائه یک روش ریاضی تصمیم‌گیری چند هدفه، به هر دو جنبه کیفی و کمی در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان توجه کردند (Dulmin & Valeria, 2003). بمنظور بهینه کردن عواید ناشی از زنجیره تامین با استفاده از انتخاب صحیح تامین کنندگان، می‌بایست با دیدی کاملاً اقتضایی نسبت به انتخاب معیارها و مدل جهت اخذ تصمیم در خصوص خرید یا ساخت و پس از آن در خصوص انتخاب تامین کننده مناسب اقدام نمود. در عین حال می‌توان به کمک یک مدل عدد صحیح غیر خطی مختلط برای بهینه‌کردن عوامل ناشی از استقرار زنجیره تأمین و یا انتخاب تأمین‌کنندگان پرداخت (Kheljani, Ghodsypour & O'Brien, 2009).

جونیور و همکاران (۲۰۱۴)، برای انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تولید خودرو یک شرکت از روش TOPSIS فازی و AHP فازی (فرایند سلسله مراتبی تحلیلی فازی استفاده نمودند. محققان نوزده معیار را برای انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تولید انتخاب کردند. برخی از این شاخص‌ها عبارتند از: خدمات و ضمانت پس از فروش، موقعیت جغرافیایی، هزینه‌های محیط زیستی، تحویل در زمان مقرر و تعهد به کیفیت (Junior, Osiro & Carpinetti, 2014).

راجش و راوی (۲۰۱۵)، در تحقیقی با عنوان انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین انعطاف پذیر: رویکرد تحلیل رابطه‌ای خاکستری، با استفاده از سیزده معیار، شش تامین کننده را رتبه‌بندی نمودند. وزن دهی متغیرها با استفاده از سه روش ANP، AHP فازی و در نهایت رویکرد تحلیل رابطه‌ای خاکستری پیشنهادی در تحقیق انجام شد. سپس براساس اوزان بدست آمده تامین کنندگان رتبه‌بندی شدند (Rajesh, & Ravi, 2015).

در تحقیقی بویکوژان و سیفی (۲۰۱۲) به بررسی و رتبه‌بندی تامین کنندگان سبز در زنجیره تامین پرداختند. محققان با استفاده از ترکیب تکنیک‌های دیمتل فازی و ANP فازی به تعیین اهمیت متغیرها پرداختند و با استفاده از نسخه فازی تکنیک تاپسیس تامین کنندگان را رتبه‌بندی نمودند. در این تحقیق پنج تامین کننده براساس پنج معیار معرفی شده رتبه‌بندی شدند (Buyukozkan, & Cifci, 2012).

تبدیل به یک فعالیت بسیار مهم برای عملکرد سازمان ها و زنجیره های عرضه شده است. مطالعاتی که در ادبیات ارائه شده، پیشنهاد استفاده از روش TOPSIS فازی (تکنیک فازی برای ترتیب اولویت را با شباهت به راه حل ایده آل) و AHP فازی (فرایند سلسله مراتبی تحلیلی فازی) برای کمک به فرایند تصمیم گیری تامین کننده ارائه می دهند. با این وجود، مطالعات تطبیقی در مورد این دو روش در هنگام استفاده از مشکل انتخاب تامین کننده وجود ندارد. بنابراین، این مقاله، تحلیل تطبیقی این دو روش را در چارچوب انتخاب تصمیم گیری عرضه کننده ارائه می دهد. مقایسه بر مبنای عوامل: کفایت به تغییرات جایگزین یا معیارها انجام شد؛ چابکی در فرآیند تصمیم گیری؛ پیچیدگی محاسباتی؛ کفایت برای حمایت از تصمیم گیری گروهی؛ تعدادی از تامین کنندگان جایگزین و معیارها؛ و مدل سازی عدم قطعیت. به عنوان مثال، هر دو روش به انتخاب تامین کنندگان یک شرکت در زنجیره تولید خودرو اعمال می شود. علاوه بر این، آزمایش های محاسباتی با توجه به چند سناریو انتخاب تامین کننده صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که هر دو روش مناسب برای مشکل انتخاب تامین کنندگان هستند، به ویژه برای حمایت از تصمیم گیری گروهی و مدل سازی عدم قطعیت. با این حال، تجزیه و تحلیل تطبیقی نشان داده است که روش TOPSIS فازی بهتر است به مشکل انتخاب انتخاب کنندگان در ارتباط با تغییرات جایگزین و معیارها، چابکی و تعداد معیارها و تامین کنندگان جایگزین مناسب است. بنابراین، این مطالعه تطبیقی کمک می کند تا محققان و متخصصان را به انتخاب روش های موثر تر برای انتخاب تامین کننده کمک کند. پیشنهادات کارهای بعدی نیز پیشنهاد می شود تا این روش ها را برای مشکل انتخاب انتخاب کنندگان مناسب تر سازند.

همان‌گونه که بیان شد، تاکنون مطالعات مختلفی در مورد مدیریت زنجیره تأمین صورت گرفته است، اما ارزیابی این موضوع در صنعت خودروسازی ایران هنوز نیازمند کار و مطالعه بیشتر است. بر این اساس، هدف از اجرای تحقیق حاضر، تعیین معیارهای ارزیابی تامین کنندگان برای صنعت خودروی ایران، و ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین کنندگان باطری در صنعت مذکور می‌باشد.
مستند به مرور ادبیات و پیشینه پژوهش، در تحقیق به این سؤالات پاسخ داده خواهند شد: معیارهای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان صنعت خودرو ایران کدام‌اند؟ و با توجه به معیارهای فوق، تأمین‌کننده برتر باطری در صنعت خودرو ایران کدام است؟

۲- مواد و روش‌ها

اساساً روش‌های تحقیق را می‌توان با توجه به دو ملاک هدف تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها تقسیم نمود، براین اساس پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها تحقیقی- توصیفی است. و ازطرفی نیز دارای ماهیتی میدانی می‌باشد و جامعه آن را کارشناسان و خبرگان تشکیل می‌دهند. نمونه آماری تحقیق حاضر را تعداد ۱۲۷ نفر از کارشناسان و خبرگان صنعت خودرو در ایران (ایران‌خودرو، سایپا و گروه بهمن) تشکیل داده‌اند. در نمونه مذکور ۶۵ درصد لیسانس و بقیه فوق لیسانس و دکترا، و ۹۴ درصد دارای سابقه کاری بیش از ۱۰ سال بوده‌اند. نمونه مذکور طی چهار مرحله، از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها، مصاحبه‌های تخصصی و نیز تشکیل تیم‌های کاری، داده‌های مورد نیاز را تأمین نموده‌اند. داده‌های مورد نیاز طی چهار مرحله و هر کدام با روشی جداگانه جمع‌آوری شده‌اند. در مرحله اول: مستند به مرور ادبیات، تعداد ۳۲ معیار ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شناسایی و از طریق پرسشنامه‌ای با اجزاء استاندارد (براساس مطالعات قبلی قید شده)، در اختیار نمونه آماری قرار گرفت تا از مرتبط بودن معیارها با توجه به صنعت مورد ارزیابی اطمینان حاصل شود. در پایان این مرحله، تعداد ۲۷ معیار برای ادامه کار مناسب و مرتبط تشخیص داده شدند.
در مرحله دوم: معیارهای ۲۷ گانه مذکور بوسیله خبرگان ارزیابی و اهمیت آن‌ها در مقیاس لیکرت با بازه (۵-۱) اندازه‌گیری شده، آنگاه با استفاده از آزمون‌های تحلیل عاملی و کشف روابط بین آن‌ها، به شش عامل تقلیل داده شده‌اند. در مرحله سوم: با تشکیل جلسات حضوری و هم‌اندیشی متشکل از خبرگان بر روی ضرائب اهمیت هر کدام از این شش معیار مرکب تصمیم‌گیری شد.
و بالاخره در مرحله چهارم: بمنظور ارزیابی تامین کنندگان بر اساس معیارهای منتخب، فرم‌هایی طراحی گردید که تیم تصمیم‌گیرنده با تخصیص اعداد فازی و زبانی ذوذنقه‌ای در خصوص وزن دهی و ارزیابی تامین کنندگان اقدام نموده‌اند.
تصمیم‌گیری را می‌توان بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن دانست. ازطرفی نیز کیفیت مدیریت تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آن‌ها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته‌است به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. این روش‌ها برای تصمیم گیری در شرایطی که معیارهای متضاد، انتخاب بین گزینه ها را با مشکل مواجه سازد، مورد استفاده قرار می گیرد و کاربردهای متعددی در علوم مختلف دارد. در بین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نیز باید به این مسئله اشاره نمود که در حوزه رتبه‌بندی تامین کنندگان، تصمیم‌گیری در فضای قطعی قابل طرح نمی‌باشد. درواقع در تصمیم‌گیری چندمعیاره کلاسیک، وزن معیارها کاملا شناخته شده است، اما به دلایل وجود ابهام و عدم قطعیت در اظهارات تصمیم‌گیرنده بیان داده‌ها به صورت قطعی نامناسب است. برای پاسخ‌گویی به این ابهام و عدم قطعیت در سالیان اخیر از تئوری مجموعه‌های فازی در این تصمیم‌گیری‌ها استفاده می‌گردد. پرفسور زاده در سال ۱۹۶۵ این مفاهیم را به عنوان یک مفهوم کاربردی در محیط‌های علمی به عنوان نظریه مجموعه‌های فازی نام نهاد. اما یک اصل مهم در بکارگیری تئوری فازی کارایی محاسباتی آن است. کار کردن با اعداد فازی مختلف دشواری‌های زیادی دارد. اَشکال بسیار زیادی برای اعداد و

توابع عضویت فازی وجود دارند. با این حال سه نوع شایع و مورد کاربرد این اعداد فازی عبارتند از: اعداد فازی یکنواخت، اعداد فازی مثلثی و اعداد فازی ذوزنقه‌ای. اعداد فازی ذوزنقه‌ای از اعداد پرکاربرد و مهم مجموعه‌های فازی است.

روایی محتوی: بمنظور معتبرسازی پرسشنامه تحقیق، از رویه استخراج اجزاء متغیرهای مورد اندازه‌گیری از ادبیات موضوعی تحقیق، و آنگاه بومی‌سازی آن با بهره‌گیری از نظرات متخصصان و نیز نمونه‌ای مقدماتی استفاده شده است (Hult, & Ferrell, 1997). بدین منظور، پرسشنامه طراحی شده، بصورت پیش‌آزمون در اختیار تعداد ۱۱ نفر از خبرگان دانشگاهی قرار گرفت آنگاه پس از اخذ نظرات اصلاحی و تعدیل موادی از آن‌ها، مجدداً در اختیار تعداد ۲۸ نفر از خبرگان نمونه آماری بعنوان نمونه مقدماتی قرار گرفت و طبق نظرات اصلاحی این گروه نیز از مرتبط بودن سؤالات اطمینان حاصل شد. در نهایت، پرسشنامه نهایی طراحی و برای جمع‌آوری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

بمنظور تعیین قابلیت اعتماد ابزار اندازه‌گیری نیز روش‌های مختلف و متعددی وجود دارد که یکی از آنها سنجش سازگاری درونی آن است. سازگاری درونی ابزار اندازه‌گیری می‌تواند با ضریب آلفای کرونباخ اندازه‌گیری شود. اگر چه حداقل مقدار قابل قبول برای این ضریب باید ۰/۷ باشد اما مقادیر ۰/۶ و حتی ۰/۵۵ نیز قابل قبول و پذیرش است (Nunnally, 1978; Van de ven & Ferry, 1979). در تحقیق حاضر، قابلیت اعتماد ابزار اندازه‌گیری ۰/۸۹ بوده است.

همان‌گونه که بیان شد، مستند به مرور ادبیات تحقیق از ۳۲ معیار، تعداد ۲۷ مورد برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بدین شرح استخراج شدند: ۱- کیفیت ۲- قابلیت اطمینان تحویل (تحویل به موقع) ۳- دفعات تحویل ۴- تعداد دقیق محموله‌های تحویل ۵- سطح دانش منابع انسانی ۶- روابط همکاری ۷- مهارت فنی (توانایی فنی) ۸- قیمت‌گذاری رقابتی ۹- کنترل آماری فرایند ۱۰- قابلیت طراحی محصول ۱۲- ارتباطات (سیستم ارتباطی) ۱۳- انعطاف‌پذیری ۱۴- ظرفیت و امکانات تولید ۱۵- مطلوبیت برای انجام معامله با تامین کننده ۱۶- مدیریت و سازمان تامین کننده ۱۶- خدمات پس از فروش ۱۷- توانایی بسته-بندی ۱۸- شهرت و اعتبار ۱۹- موقعیت جغرافیایی (نزدیکی و هم‌جواری) ۲۰- دورنمای آینده ۲۱- محموله‌های کوچک ۲۲- روش حمل و نقل ۲۳- تعهد ۲۴- عملکرد گذشته ۲۵- سیاست‌ها و ضمانت‌های تضمین کالا ۲۶- وضعیت مالی (سرمایه‌گذاری عمده) ۲۷- سیستم انگیزشی.

این معیارها در قالب پرسشنامه‌ای بمنظور تعیین اهمیت‌شان بین افراد نمونه آماری توزیع شد. پس از جمع آوری و تحلیل اطلاعات حاصله، سه معیار که از اهمیت بسیار پایینی برخوردار بودند (کمتر از اهمیت کم یا امتیاز ۲) حذف شدند. آنگاه بوسیله آزمون تحلیل عاملی به شش مورد کیفیت، تحویل به موقع، توانایی فنی، وضعیت مالی، قابلیت طراحی، و خدمات پس از فروش تقلیل داده شده‌اند.

جمع‌آوری داده‌ها: بمنظور استفاده از این معیارها جهت ارزیابی و رتبه‌بندی تامین کنندگان می‌بایست اطلاعات هر کدام از تامین‌کنندگان درباره هر کدام از این معیارها جمع‌آوری شوند، به گونه‌ای که بتوان هر تامین‌کننده را بر اساس این معیارها ارزیابی نمود. بنابراین پس از تهیه اقلام اطلاعاتی مورد نیاز، درخواست دریافت اطلاعات برای تامین کنندگان ارسال، و پس از دریافت و بررسی اطلاعات ارسالی از سوی آن‌ها، مکاتبات مرتبط بازدید شده، و مصاحبه‌هایی با برخی از تامین کنندگان انجام شد. ضمناً، بطور همزمان کارشناسان فنی مشغول بررسی سیستم‌های هر کدام از تامین کنندگان بودند. پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز جلسه‌ای حضوری با مدیران ارشد تشکیل و خواسته شد در قالب فرم طراحی شده به هر یک از معیارها وزن اختصاص دهند و با توجه به اطلاعات اخذ شده و استفاده از اعداد زبانی فازی هر یک از تامین کنندگان را در هر یک از معیارها ارزیابی نمایند. برای انجام این کار فرمی در اختیار آن‌ها قرار گرفت، در قالب این فرم مدیران می‌بایست هر کدام از تامین کنندگان را با توجه به شش معیار انتخاب شده با اعداد زبانی فازی ارزیابی کنند. حاصل این کار تشکیل ماتریس فازی تصمیم‌گیری بوده است.

امروزه در ما در زندگی روزمره از کلماتی مانند: "بسیار روشن است"، "احتمالاً" و "به احتمال بسیار زیاد" برای بیان نظرات شخصی خود استفاده می‌کنیم. در واقع این نظرات حاکی از درجه‌ای از عدم اطمینان در اندیشه‌های انسانی است. پرفسور زاده در سال ۱۹۶۵ این مفاهیم را به عنوان یک مفهوم کاربردی در محیط‌های علمی به عنوان نظریه مجموعه‌های فازی نام نهاد. بر این اساس نظریه فازی به یک ابزار بسیار مفید جهت اتوماسیون فعالیت‌های انسانی با اطلاعات مبتنی بر عدم قطعیت تبدیل شده

است (Mikaeil, Ozcelik, Yousefi, Ataei & Hosseini, 2013). در منطق فازی هر عددی بین صفر و یک (۰ و ۱) یک حقیقت نسبی را نشان می‌دهد. درصورتی که مجموعه غیرفازی با منطق دودوئی مطابقت دارد، صفر یا یک (۰ یـا ۱) (Wu & Lee, 2007). در این تحقیق از عدد فازی ذوزنقه‌ای برای سیستم استنتاج فازی استفاده شده است.

عـدد فـازی ذوزنقـه‌ای $\tilde{A} = (a_1, a_2, (a_1, a_2, a_3, a_4), a_1 \le a_2 \le a_3 \le a_4, (if\ a_2 = a_3, i$ و تـابع عضویت آن به صورت زیر تعریف می‌شود (Cheng & Lin, 2002):

$$\mu_{\tilde{A}(x)=}\begin{cases} 0, & x < a_1, \\ \dfrac{(x-a_1)}{(a_2-a_1)}, & a_1 \le x \le a_2 \\ 1, & a_2 \le x \le a_3 \\ \dfrac{(x-a_4)}{(a_3-a_4)}, & a_3 \le x \le a_4 \\ 0, & x > a_4. \end{cases}$$

درنظر بگیرید $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ و $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ هر دو عـدد فـازی ذوزنقـه‌ای مثبـت اسـت. تعریـف عملکردهای عملیاتی برای عدد فازی ذوزنقه‌ای هم به‌صورت زیر تعریف می‌شود (Sadi-Nezhad & Damghani, 2010):

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4)$$
$$\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) - (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1)$$
$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) \times (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3, a_4 b_4)$$
$$\tilde{A} \div \tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4) \div (b_1, b_2, b_3, b_4) = \left(\frac{a_1}{b_4}, \frac{a_2}{b_3}, \frac{a_3}{b_2}, \frac{a_4}{b_1}\right)$$
$$k\tilde{A} = (ka_1, ka_2, ka_3, ka_4)$$
$$(\tilde{A})^{-1} = \left(\frac{1}{a_4}, \frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1}\right)$$

اگر $\tilde{A}$ یا $\tilde{B}$ یا هردو یک عدد فازی ذوزنقه‌ای منفی باشند، برخی از محاسبات ریاضی به صورت زیر تغییر خواهد کرد:

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = \begin{cases} (a_1, a_2, a_3, a_4) \times (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 b_4, a_2 b_3, a_3 b_2, a_4 b_1) \\ \qquad if\ \tilde{A} < 0, \tilde{B} > 0 \\ (a_1, a_2, a_3, a_4) \times (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_4 b_4, a_3 b_3, a_2 b_2, a_1 b_1) \\ \qquad if\ \tilde{A} < 0, \tilde{B} < 0 \end{cases}$$

$$\tilde{A} \div \tilde{B} = \begin{cases} (a_1, a_2, a_3, a_4) \div (b_1, b_2, b_3, b_4) = \left(\frac{a_4}{b_4}, \frac{a_3}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_1}{b_1}\right) \\ \qquad if\ \tilde{A} < 0, \tilde{B} > 0 \\ (a_1, a_2, a_3, a_4) \div (b_1, b_2, b_3, b_4) = \left(\frac{a_4}{b_1}, \frac{a_3}{b_2}, \frac{a_2}{b_3}, \frac{a_1}{b_4}\right) \\ \qquad if\ \tilde{A} < 0, \tilde{B} < 0 \end{cases}$$

$$k\tilde{A} = (ka_4, ka_3, ka_2, ka_1), \forall k < 0, k \in \Re$$

تکنیک TOPSIS معروف ترین روش جهت رتبه بندی عوامل خانواده ی مدل های تصمیم گیـری چنـد معیـاره (MCDM) است. روش TOPSIS در سال ۱۹۸۱ توسط هوآهنگ و یون (۱۹۸۱) ارائه شده و یکی از بهترین مدل های تصمیم گیری چند شاخصه است.این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایـده آل مثبـت (بهتـرین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. در این روش، مـاتریس m×n کـه دارای m گزینه و n شاخص می باشد مورد ارزیابی قرار می گیرد (Tzeng & Huang, 2011). از امتیـازات مهـم ایـن روش آن است که به طور همزمان می توان از شاخص ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده نمود و خروجی آن می تواند ترتیب اولویت

گزینه ها را مشخص و این اولویت را به صورت کمی بیان کند. نتایج این مدل کاملا منطبق با روش های تجربی است. بمنظـور استفاده از مدل تاپسیس فازی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان چهار مجموعه به شرح زیر تعریف می‌شوند:

۱. مجموعه تصمیم‌گیرندگان:

$$D = \{D_1, D_2, \dots, D_k\}$$

۲. مجموعه تامین‌کنندگان حائز شرایط و در دسترس(گزینه‌ها):

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$$

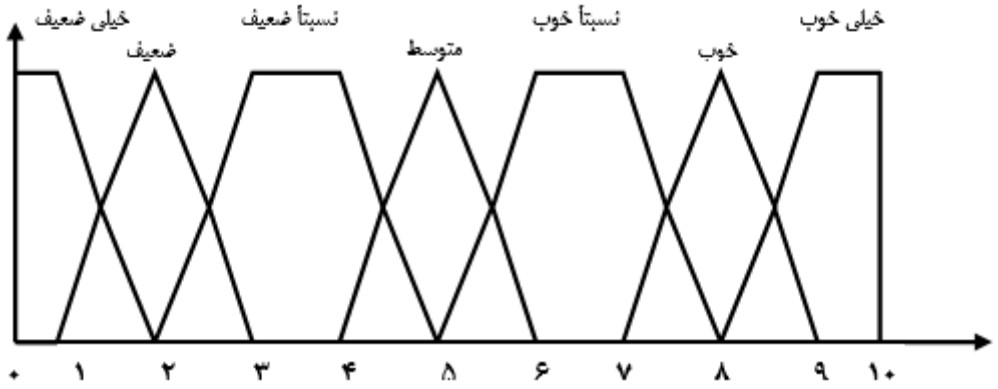
۳. معیارهایی که هر تامین کننده بر اساس آن ارزیابی خواهد شد:

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$

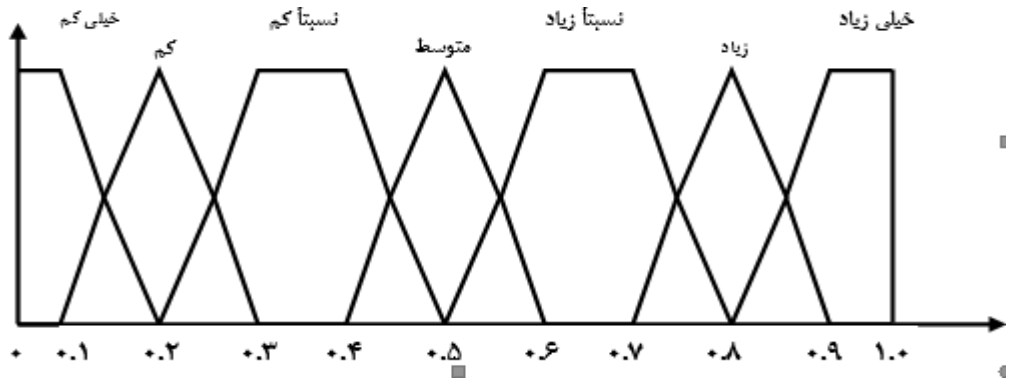
۴. مجموعه نتایج ارزیابی تامین کننده $\mathbf{A_i}$ با معیار $\mathbf{C_j}$:

$$X = \{X_{ij}, i = 1,2, \dots, m \ , j = 1,2, \dots, n\}$$

بمنظور تشکیل ماتریس فازی تصمیم و تبدیل اعداد فازی زبانی به اعداد فازی ذوذنقه ای جهت وزن‌دهی بـه معیارهـا و ارزیـابی گزینه ها، اعداد فازی ذوذنقه ای به شرح نمودارهای ذیل تعریف شده‌اند:



شکل شماره (۱): متغیرهای زبانی و اعداد فازی ذوذنقه‌ای متناظر با آن برای ارزیابی تأمین‌کنندگان



شکل شماره (۲): متغیرهای زبانی و اعداد فازی ذوذنقه‌ای متناظر با آن برای بیان وزن معیارها

و گام‌های استفاده از تکنیک تاپسیس فازی عبارتند از:

گام اول: تشکیل ماتریس فازی تصمیم پس از ترکیب نظرات تصمیم گیرندگان با استفاده از اعداد ذوذنقه‌ای فازی و تعریـف وزن هر معیار.

گام دوم: نرمال کردن ماتریس فازی تصمیم، که برای این کار ابتدا می‌بایست معیارها را به معیارهایی با عملکـرد مثبـت و منفـی تقسیم نمود. سپس با استفاده از رابطه زیر ماتریس فازی تصمیم حاصل خواهد شد.

$$R = [r_{ij}]_{m\times n}$$

طبق رابطه بالا، B مجموعه معیارها با عملکرد مثبت و C مجموعه معیارها با عملکرد منفی می‌باشند:

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{d_{ij}}, \frac{b_{ij}}{d_{ij}}, \frac{c_{ij}}{d_{ij}}, \frac{d_{ij}}{d_{ij}}\right) \quad , j \notin B \qquad d_j^+ = max\, d_{ij} \quad , \quad j \notin B$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j^*}{d_{ij}}, \frac{a_j^*}{c_{ij}}, \frac{a_j^*}{b_{ij}}, \frac{a_j^*}{a_{ij}}\right) \quad , j \notin C \qquad a_j^* = min\, a_{ij} \quad , \quad j \notin c$$

گام سوم: وزن‌دار کردن ماتریس فازی تصمیم و تشکیل ماتریس فازی وزین با استفاده از رابطه‌های زیر

$$V = [v_{ij}]_{m\times n}, i = 1,2,\dots,n \quad v_{ij} = r_{ij}(.)W_{ij}$$

گام چهارم: تعریف نقاط ایده‌آل مثبت فازی (FPIS) و ایده‌آل منفی فازی (FNIS) با استفاده از رابطه‌های زیر:

$$A^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+) \qquad v_j^+ = max\{v_{ij}4\}$$

$$A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-) \qquad v_j^- = min\{v_{ij}1\}$$

$$i = 1,2,\dots,m, \qquad j = 1,2,\dots,n$$

گام پنجم: محاسبه فاصله تامین کنندگان در هر شاخص از ایده‌آل‌های مثبت و منفی با استفاده از رابطه‌های زیر:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^{n} d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \qquad i = 1,2,\dots.m$$

$$d_j^- = \sum_{j=1}^{n} d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \qquad i = 1,2,\dots.m$$

گام ششم: محاسبه ضریب نزدیکی هر تامین کننده با استفاده از رابطه زیر:

$$CC_i = \frac{d_{\bar{i}}}{d_i^* + d_{\bar{i}}} \qquad i = 1,2,\dots.m$$

گام هفتم: ضریب نزدیکی محاسبه شده بصورت نزولی مرتب می‌گردد. تامین کننده‌ای که دارای بزرگترین ضریب نزدیکی اسـت به عنوان بهترین گزینه انتخاب خواهد شد.

۳- نتایج و بحث

مطالعه موردی: آزمون مدل طراحی شده تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان بر اساس داده‌هـای جمع‌آوری شده در صنعت خودرو سازی ایران و همکاری نزدیک شرکت ساپکو به‌عنوان یکی از شرکت‌های بـزرگ و تخصصـی کشـور در این امر بدین‌شرح انجام شده است. تأمین‌کنندگان در تحقیق حاضر شرکت‌های تـوان بـاطری (A_1)، برنـا بـاطری (A_2)، صـبا باطری (باطری نیرو) (A_3)، و نیرو گستران (A_4) بوده‌اند.

گام اول: تشکیل ماتریس فازی تصمیم با استفاده از داده‌های جداول شماره‌های یک و دو که حاصل در جدول شش آمده است.

جدول شماره (۱): ماتریس تعیین اهمیت و وزن‌های معیارها

معیارها	وزن اهمیت	تصمیم گیرندگان		
		$D_۱$	$D_۲$	D_j

کیفیت	C۱	خیلی زیاد	خیلی زیاد
تحویل به موقع	C۲	خیلی زیاد	زیاد
توانایی فنی	C۳	زیاد	نسبتا کم
وضعیت مالی	C۴	خیلی زیاد	متوسط
قابلیت طراحی	C۵	زیاد	نسبتا کم
خدمات پس از فروش	C۶	خیلی زیاد	نسبتا زیاد

جدول شماره (۲): ماتریس ارزیابی تامین کنندگان

معیارها	شناسه معیارها	شناسه تامین کنندگان	تصمیم گیرندگان		
			$D_۱$	$D_۲$	D_j
کیفیت	$C_۱$	$A_۱$	متوسط	نسبتا ضعیف	
		$A_۲$	نسبتا خوب	متوسط	
		$A_۳$	متوسط	ضعیف	
		$A_۴$	ضعیف	ضعیف	
تحویل به موقع	$C_۲$	$A_۱$	خوب	نسبتا خوب	
		$A_۲$	خیلی خوب	نسبتا خوب	
		$A_۳$	متوسط	نسبتا ضعیف	
		$A_۴$	نسبتا خوب	نسبتا ضعیف	
توانایی فنی	$C_۳$	$A_۱$	متوسط	نسبتا ضعیف	
		$A_۲$	نسبتا خوب	متوسط	
		$A_۳$	نسبتا خوب	متوسط	
		$A_۴$	ضعیف	ضعیف	
وضعیت مالی	$C_۴$	$A_۱$	خوب	نسبتا خوب	
		$A_۲$	خوب	متوسط	
		$A_۳$	نسبتا خوب	متوسط	
		$A_۴$	خوب	نسبتا خوب	
قابلیت طراحی	$C_۵$	$A_۱$	متوسط	نسبتا ضعیف	
		$A_۲$	خوب	نسبتا ضعیف	
		$A_۳$	متوسط	نسبتا ضعیف	
		$A_۴$	نسبتا ضعیف	ضعیف	
خدمات پس از فروش	$C_۶$	$A_۱$	نسبتا خوب	نسبتا خوب	
		$A_۲$	خوب	متوسط	
		$A_۳$	متوسط	ضعیف	
		$A_۴$	نسبتا ضعیف	ضعیف	

گام دوم: نرمال کردن ماتریس فازی تصمیم. همه معیارهای مورد استفاده در این پژوهش دارای عملکرد مثبت می‌باشند، لذا ماتریس مذکور در جدول شماره هفت آمده است.

گام سوم: وزن‌دار کردن ماتریس فازی تصمیم و تشکیل ماتریس فازی وزین به شرح جدول شماره هشت.

گام چهارم: تعریف نقاط ایده‌آل مثبت فازی (FPIS) و ایده آل منفی فازی (FNIS) به شرح زیر:

$A^+ = [(1,1,1,1), (1,1,1,1),(0.9,0.9,0.9,0.9), (1,1,1,1),(0.9,0.9,0.9,0.9), (1,1,1,1)]$

$A^- = [(0.09,0.09,0.09,0.09), (0.08,0.08,0.08,0.08),(0.03,0.03,0.03,0.03), (0.18,0.18,0.18,0.18), (0.02,0.02,0.02,0.02), (0.06,0.06,0.06,0.06)]$

گام پنجم: محاسبه فاصله تامین کنندگان در هر شاخص از ایده آل های مثبت و منفی به شرح جداول زیر.

جدول شماره (۳): فاصله A_i (i=1, 2,3,4) از A^+ برای هر معیار

	کیفیت	تحویل به موقع	توانایی فنی	وضعیت مالی	قابلیت طراحی	خدمات پس از فروش
	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_٤$	$C_٥$	$C_٦$
$d(A_۱,A^+)$	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۶۴	۰/۴۶
$d(A_۲,A^+)$	۰/۳۹	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۰
$d(A_۳,A^+)$	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۶۳
$d(A_۴,A^+)$	۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۵۱	۰/۷۱	۰/۷۵

جدول شماره (۴): فاصله Ai (i=1, 2,3,4) از A^- برای هر معیار

	کیفیت	تحویل به موقع	توانایی فنی	وضعیت مالی	قابلیت طراحی	خدمات پس از فروش
	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$
$d(A_۱,A^-)$	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۵۸
$d(A_۲,A^-)$	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۴۶	۰/۵۰	۰/۶۰
$d(A_۳,A^-)$	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۴۰	۰/۳۴	۰/۴۹
$d(A_۴,A^-)$	۰/۱۵	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۲۸

گام ششم: محاسبه ضریب نزدیکی هر تأمین کننده

جدول شماره (۵): ضریب نزدیکی برای هر تامین کننده

	d^+	d^-	$d^+ + d^-$	CC_i
$A_۱$	۳/۳۲	۲/۸۰	۶/۱۲	۰/۴۶
$A_۲$	۳/۰۳	۳/۳۰	۶/۳۴	۰/۵۲
$A_۳$	۳/۶۷	۲/۵۱	۶/۱۸	۰/۴۱
$A_٤$	۴/۰۹	۱/۸۸	۵/۹۷	۰/۳۱

جدول شماره (۶): ماتریس فازی تصمیم و وزن‌های هر معیار

**	خدمات پس از فروش	قابلیت طراحی	وضعیت مالی	توانایی فنی	تحویل به موقع	کیفیت
**	$C_۶$	$C_۵$	$C_۴$	$C_۳$	$C_۲$	$C_۱$
$A_۱$	(۲/۰ ،۴/۳ ،۴/۷ ،۶/۰)	(۴/۰ ،۶/۳ ،۶/۷ ،۹/۰)	(۲/۰ ،۴/۷ ،۵/۳ ،۸/۰)	(۵/۰ ،۶/۷ ،۷/۳ ،۹/۰)	(۲/۰ ،۳/۷ ،۴/۳ ،۶/۰)	(۵/۰ ،۶/۰ ،۷/۰ ،۸/۰)
$A_۲$	(۴/۰ ،۶/۳ ،۶/۷ ،۹/۰)	(۵/۰ ،۷/۰ ،۸/۰ ،۹/۰)	(۴/۰ ،۵/۷ ،۶/۳ ،۸/۰)	(۴/۰ ،۶/۳ ،۶/۷ ،۹/۰)	(۲/۰ ،۵/۳ ،۵/۷ ،۹/۰)	(۴/۰ ،۶/۰ ،۶/۰ ،۹/۰)
$A_۳$	(۱/۰ ،۳/۳ ،۳/۷ ،۶/۰)	(۲/۰ ،۴/۷ ،۵/۳ ،۸/۰)	(۴/۰ ،۵/۳ ،۵/۷ ،۸/۰)	(۴/۰ ،۵/۷ ،۶/۳ ،۸/۰)	(۲/۰ ،۳/۷ ،۴/۳ ،۶/۰)	(۱/۰ ،۴/۳ ،۴/۷ ،۸/۰)
$A_۴$	(۱/۰ ،۲/۰ ،۲/۰ ،۳/۰)	(۲/۰ ،۴/۷ ،۵/۳ ،۸/۰)	(۱/۰ ،۲/۳ ،۲/۷ ،۵/۰)	(۵/۰ ،۷/۳ ،۷/۷ ،۹/۰)	(۱/۰ ،۲/۳ ،۲/۷ ،۵/۰)	(۱/۰ ،۲/۳ ،۲/۷ ،۵/۰)
W_j	۰/۹۰، ۱/۰، ۱/۰) (۰/۸۰	۰/۷۳، ۱/۰، ۰/۷۷، ۱/۰) (۰/۴۰	۰/۵۷، ۰/۶۳، ۰/۹۰) (۰/۲۰	۰/۶۳، ۰/۶۷، ۱/۰) (۰/۴۰	۰/۵۷، ۰/۶۳، ۰/۹۰) (۰/۲۰	۰/۸۰، ۰/۹۰، ۱/۰) (۰/۵۰

جدول شماره (۷): ماتریس فازی نرمال وزین تصمیم

**	خدمات پس از فروش	قابلیت طراحی	وضعیت مالی	توانایی فنی	تحویل به موقع	کیفیت
**	$C_۶$	$C_۵$	$C_۴$	$C_۳$	$C_۲$	$C_۱$
$A_۱$	(۰/۵، ۰/۵، ۰/۷) (۰/۲)	(۰/۶، ۰/۷، ۰/۹) (۰/۴)	(۰/۶، ۰/۷، ۱/۰) (۰/۳)	(۰/۷، ۰/۸، ۱/۰) (۰/۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۷) (۰/۲)	(۰/۷، ۰/۸، ۰/۹) (۰/۶)
$A_۲$	(۰/۷، ۰/۷، ۱/۰) (۰/۴)	(۰/۷، ۰/۸، ۱/۰) (۰/۵)	(۰/۷، ۰/۸، ۱/۰) (۰/۵)	(۰/۷، ۰/۷، ۱/۰) (۰/۴)	(۰/۶، ۰/۶، ۱/۰) (۰/۲)	(۰/۷، ۰/۷، ۱/۰) (۰/۴)
$A_۳$	(۰/۴، ۰/۴، ۰/۷) (۰/۱)	(۰/۵، ۰/۵، ۰/۸) (۰/۲)	(۰/۷، ۰/۷، ۱/۰) (۰/۵)	(۰/۶، ۰/۷، ۰/۹) (۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۷) (۰/۲)	(۰/۵، ۰/۵، ۰/۹) (۰/۱)
$A_۴$	(۰/۲، ۰/۲، ۰/۳) (۰/۱)	(۰/۵، ۰/۵، ۰/۸) (۰/۲)	(۰/۳، ۰/۳، ۰/۶) (۰/۱)	(۰/۸، ۰/۹، ۱/۰) (۰/۶)	(۰/۳، ۰/۳، ۰/۶) (۰/۱)	(۰/۳، ۰/۳، ۰/۶) (۰/۱)

گام هفتم: با توجه به ضریب نزدیکی محاسبه شده، تامین کننده‌ای که دارای بزرگترین ضریب است به عنوان بهترین گزینه انتخاب خواهد شد. در تحقیق حاضر ضرائب نزدیکی چهار تأمین‌کننده عبارتند از: ($A_1 = 0.46$)($A_2 = 0.52$)($A_3 = 0.41$)($A_4 = 0.31$). بدین ترتیب گزینه A_2 به عنوان مناسب‌ترین منبع تامین باطری شرکت شناسایی گردید و پس از آن A_1، A_3 و A_4 به ترتیب اولویت جهت تامین باطری انتخاب گردیدند.

در بازارهای جهانی امروز، عوامل متعددی هستند که شرکت‌هایی را که به دنبال کسب مزیت رقابتی از طریق تمرکز بر زنجیره تامین خود هستند، تحت تاثیر قرار می‌دهد. هدف نهایی زنجیره تامین کسب بیشترین سود، که محققان آن را تفاوت بین درآمد کسب شده از مشتریان و هزینه تمام شده زنجیره تامین تعریف کرده اند، است. مسئله انتخاب تامین کننده شامل تجزیه و تحلیل و اندازه‌گیری عملکرد مجموعه‌ای از تامین کنندگان به منظور رتبه‌بندی آن‌ها با هدف بهبود وضعیت رقابتی در کل سیستم تامین است. راهبردی‌ترین فعالیت در میان فعالیت‌های متعدد زنجیره تامین، خرید؛ و اساسی‌ترین تصمیم در مرحله مدیریت خرید، انتخاب تامین کننده است. برای بسیاری از شرکت‌ها در بازار رقابتی امروز، منبع‌یابی جهانی، موفقیت در کسب و کار بستگی به انتخاب تامین کننده دارد. براین اساس، در این تحقیق پس از بررسی ادبیات موضوعی، معیارهایی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی تامین کنندگان به منظور انتخاب بهترین تامین کننده، متناسب با شرایط محیطی و محاطی صنعت خودرو ایران ارائه گردید و پس از آن مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس فازی به منظور رتبه‌بندی و انتخاب تامین کنندگان باطری در صنعت مذکور معرفی و به اجرا گذاشته شد.

تحقیق حاضر ضمن پرداختن به معیارهای جامع و بومی‌شده ارزیابی تأمین‌کنندگان، همزمان از مدل ریاضی تصمیم‌گیری نیز جهت انجام رتبه‌بندی استفاده کرده است. در مجموع به دلیل این‌که معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان در کشورهای صنعتی و توسعه یافته با مقتضیات و شرایط اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی خاص آن کشورها ارائه و توسعه یافته است و مقتضیات و شرایط محیطی و محاطی ایران در آن لحاظ نگردیده بود در این تحقیق سعی شد تا معیارهای مذکور بر اساس شرایط اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی ایران و صنعت خوردو استخراج و بومی گردد. این معیارها از ۳۲ مورد اولیه به شش مورد نهایی و بومی‌شده تقلیل یافتند.

در خصوص مقایسه پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌های مشابه می‌توان گفت که اکثر پژوهش‌های مرتبط با حوزه معیارها نظیر مطالعه دیکسون، فقط اقدام به معرفی تنها معیارهای ارزیابی نموده‌اند، در حالی‌که پژوهش حاضر علاوه بر معرفی معیارها، تکنیک ارزیابی را نیز معرفی نموده است. بررسی ادبیات تحقیق فقط معیارهای محققین قبلی را معرفی نموده است در حالیکه پژوهش حاضر معیارهای بومی صنعت خودرو ایران را معرفی نموده است. چن و دیگران، با معرفی چهار عامل بطور فرضی جهت

ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین سعی در ارائه روشی به منظور استفاده از تکنیک تاپسیس فازی را داشته است، در حالی‌که پژوهش حاضر با استخراج معیارهای ارزیابی خاص صنعت خودرو ایران، تکنیک را در محیط واقعی بکاربرده است.
در شرکت‌های خودرو ساز می‌توان فرآیند پیشنهاد شده در این تحقیق را بکار گرفت. با انجام این کار و انتخاب بهترین تامین کنندگان، مدیران شرکت می‌توانند از حسن انتخاب و اثرات آتی این انتخاب اطمینان حاصل نمایند. سایر شرکت‌هایی که ممکن است در بحث انتخاب تامین کننده درگیر شوند نیز می‌توانند روش‌ها و معیارهای پیشنهاد شده در این تحقیق را به همراه تغییراتی که ممکن است استراتژی سازمان برای آن‌ها ایجاب کند مورد استفاده قرار دهند. سایر پیشنهادات کاربردی عبارتند از: ۱. تعریف دقیق فرایند ارزیابی، انتخاب و رتبه‌بندی تامین کنندگان در قالب دستورالعمل‌های لازم. ۲. تدوین معیارهای ارزیابی و رتبه‌بندی تامین کنندگان بر اساس استراتژی‌های سازمان و بازنگری دوره‌ای آن‌ها. ۳. تشکیل تیم‌های تخصصی ارزیابی و رتبه‌بندی و استفاده از تکنیک‌های اشاره شده در این تحقیق جهت ارزیابی و رتبه‌بندی تامین کنندگان.
با توجه به مطالب اشاره شده در متن مقاله، موارد زیر بعنوان پیشنهاداتی بمنظور انجام تحقیقات آتی در ارتباط با موضوع تحقیق حاضر می‌تواند ارائه گردد: ۱. بررسی مجدد معیارهای ارزیابی به منظور به روزرسانی آن‌ها با توجه به تغییرات محیطی و بازارهای جهانی. ۲. رتبه‌بندی تامین کنندگان با استفاده از مدل‌های دیگر و مقایسه نتایج با مدل حاضر بمنظور یافتن یک بهترین مدل.

٤- منابع

1. Astom, K., & Golhar, D. Y. (1993). JIT purchasing: Attribute classification and literature review, Prod. Planning Control. 4(3), 273-282.
2. Aghajani, H., & Ahmadpour, M. (2011). Application of fuzzy topsis for ranking suppliers of supply chain in automobile manufacturing companies in Iran. *Fuzzy Information and Engineering*, *3*(4), 433-444.
3. Banfield, H. (1999). Harnessing Value In The Supply Chain Strategic Sourcing In Action, John Wiley & Sons Inc.
4. Bache, J., R. Carr, J. Parnaby, and A. M. Tobias. (1987). Supplier development systems." *International Journal of Technology Management*. 2(2), 219-228.
5. Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, *39*(3), 3000-3011.
6. Bharadwaj, N. (2004). Investigating the decision criteria used in electronic components procurement, Industrial Marketing Management. 33. 317– 323.
7. Chen C. T., & Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, Int. j. Production Economics. 102. 289-301.
8. Cheng, C. H., & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European journal of operational research*, *142*(1), 174-186.
9. Constantine, S., & Katsikeas, N. G., & Paparoidamis, E. K. (2004). Supply source selection criteria: The impact of supplier performance on distributor performance. Industrial Marketing Management. 33. 755–764.
10. Dickson, G.W. (1996). An Analysis of vender selection system and decision. journal of purchasing. 2(1). 5-17
11. Dempsey, W. A. (1978). Vender selection and buying. Process Industrial Marketing Management. 7. 257-267.
12. Dulmin, R., & Valeria, . (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. Journal of Purchasing & Supply Management. 9. 177–187.

13. Eng, T. Y. (2006). Mobile supply chain management: Challenges for implementation. *Technovation*, 26(5), 682-686.
14. Giannoccaro, I., & Albino, V., & Carbonara, N. (2002). Supply chain cooperation in industrial districts: A simulation analysis. European Journal of Operational Research. 9(2). 1-19.
15. Ghodsypour S. H., & OBrien, C. (1998). A Decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming, International Journal of Production Economics. 196-212.
16. Hoha, S., & Krishnan, R. (2007). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. Expert Systems with Applications. 25. 207-216.
17. Humphreys, P., & Ronan, M., & Felix, C. (2003). Using case-based reasoning to evaluate supplier environmental management performance, Expert Systems with Applications. 25. 141–153.
18. Hult, G.M.T., & Ferrell, O. C. (1997). A global learning organization structure and market information processing, Journal of Business Research. 40. 155–166.
19. Junior, F. R. L., & Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, *21*, 194-209.
20. Kheljani, J. G., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2009). Optimizing whole supply chain benefit versus buyer's benefit through supplier selection. *International Journal of Production Economics*, *121*(2), 482-493.
21. Lin, H-T., & Wen-Ling, C. (2007). Order selection and pricing methods using flexible quantity and fuzzy approach for buyer evaluation, Production. Manufacturing and Logistics. 52. 215-226.
22. Li, S., Rao, S. S., Ragu-Nathan, T. S., & Ragu-Nathan, B. (2005). Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices. Journal of operations management, 23(6), 618-641.
23. Monczka, R. M., & Handfield, R. B., & Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2008). Purchasing and Supply Chain Management, South Western. CENGEGE Learning.
24. McCormack, K., Bronzo Ladeira, M., & Paulo Valadares de Oliveira, M. (2008). Supply chain maturity and performance in Brazil. *Supply Chain Management: An International Journal*, *13*(4), 272-282.
25. Manthou, V., Vlachopoulou, M., & Folinas, D. (2004). Virtual e-Chain (VeC) model for supply chain collaboration. *International Journal of Production Economics*, *87*(3), 241-250.
26. Mikaeil, R., Ozcelik, Y., Yousefi, R., Ataei, M., & Hosseini, S. M. (2013). Ranking the sawability of ornamental stone using Fuzzy Delphi and multi-criteria decision-making techniques. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, *58*, 118-126.
27. Nunnally, J. C. (1978). Psychometric theory. Second ed., McGraw-Hill, New York.
28. Oliver, R. K., & Webber, M. D. (1982). Supply-chain management: logistics catches up with strategy. *Outlook*, *5*(1), 42-47.
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. Sadi-Nezhad, S., & Damghani, K. K. (2010). Application of a fuzzy TOPSIS method base on modified preference ratio and fuzzy distance measurement in assessment of traffic police centers performance. *Applied soft computing*, *10*(4), 1028-1039.
31. Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2004). *Managing The Supply Chain: Definitive Guide*. Tata McGraw-Hill Education.

32. Shin, H., Collier, D. A., & Wilson, D. D. (2000). Supply management orientation and supplier/buyer performance. *Journal of operations management*, *18*(3), 317-333.
33. Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2011). *Multiple attribute decision making: methods and applications*. CRC press.
34. Van de ven, A., & Ferry, D. (1979). Measuring and assessing organizations, John Wiley, New York.
35. Weber, C. A. (1999). A multiobjective approach to vendor selection, Eur. J. Oper. Res. 68. 173-184.
36. Wu, W. W., & Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert systems with applications*, *32*(2), 499-507.

Evaluation and Ranking Suppliers in Supply Chain Network with Using MCDM Fuzzy Trapezoidal System

Hassanali Aghajani
Associate Professor, Industrial Management, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
Hossein Samadi-Miarkolaei (Corresponding Author)
Master of Public Administration, Member of Young Researcher Club, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.
Email: hossein_samadi_m@yahoo.com
Hamzeh Samadi-Miarkolaei
Department of Public Administration, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Mehdi Sohanian
Master Degree of Industrial Management, University of Mazandaran, , Babolsar, Iran.

Abstract
Nowadays, organizations are well aware of their need to an efficient supply chain, so that they can compete with their rivals in today's global market and in the network and interconnected economy. Reducing the costs of production is the most important factor for survival in this competitive environment. Thus, selecting the appropriate supplier could have a great deal of influence on reducing the production costs and increasing the organization competitiveness ability. The aim of this paper is the determination and customization of the criteria, ranking and selecting the suppliers of SCM in Automobile Manufacturing Companies of Iran. This study, in terms of purpose, is an applied study and in terms of nature, is a descriptive study. In order to collection of data to test the proposed framework, it is conducted a case study in the automobile industry. In this study, the confirmatory factor analysis is used for selection and customization of the variables, and the fuzzy inference system is applied for determination of the weights of decision-making criteria, and the fuzzy TOPSIS method employed for evaluation and ranking the suppliers. The contribution of this study in the relevant literature to this field is usage and combination of three aforementioned methods. By means of literature review, the criteria categorized in 6 categories: Quality, Delivery, Technical skills, Services, Investment, and Product Design, and then, the selected supplier companies including Tavan, Borna, Saba, and Niroo-Gostaran have been analyzed and ranked. The results of study revealed that the Borna-Battery company was the first and best supplier (0.52), and Tavan (0.45), Sabaa (0.41), and Niroo-Gostaran (0.31) companies were ranked as second, third, and fourth companies, respectively. Finally, it is suggested to the managers how they could select the best supplier and improve their organization competitiveness ability using the findings of this study.
Keywords: Evaluation, Ranking, Supply Chain, Fuzzy Topsis, Iran Khodro