



مدل ترکیبی تاپسیس فازی و برنامه ریزی آرمانی برای انتخاب تأمین کننده و تخصیص سفارشات

ابراهیم نوری رج (نویسنده مسؤول)

کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، گروه مهندسی صنایع، فیروزکوه، ایران

Email: ebrahimmory@yahoo.com

محمد رضا لطفی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، گروه مهندسی صنایع، فیروزکوه، ایران

علیرضا رشیدی کمیجان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، گروه مهندسی صنایع، فیروزکوه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۱ * تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۲۲

چکیده

در مسأله انتخابتأمینکننده نمی توان قیمت را به عنوان تنها ملاک انتخابتأمینکنندگان دانست بلکه مسأله انتخابتأمینکننده یک مسأله ی تصمیم گیری چندمعیاره است که شامل معیارهای کمی و کیفی مانند قیمت، کیفیت کالا و خدمات، زمان تحویل و غیره است که این معیارها نیز ممکن است خود شامل زیر معیارهایی باشند. در دنیای واقعی به دلیل وجود اطلاعات نادقیق تصمیم گیری براساس اطلاعات نادقیق و واژه های زبانی بیان می شود، بنابراین برای تصمیم گیری نزدیک به واقعیت می توان در این موارد از تئوری مجموعه های فازی استفاده کرد. در این پژوهش به ارائه مدل ترکیبی تاپسیس فازی (که معیارهای تصمیم گیری دارای زیر معیار می باشند) و برنامه ریزی آرمانی برای مسأله انتخابتأمینکننده و همچنین تخصیص سفارشات بهتأمینکنندگان پرداخته ایم. در قسمت اول مدل به دلیل استفاده از اطلاعات نادقیق و مبهم مانند واژه های زبانی، از کاربرد ترکیب تئوری مجموعه های فازی و تصمیم گیری گروهی با تاپسیس بهره برده ایم و وزن های بدست آمده از قسمت اول به عنوان ورودی برای ضرایب اولین هدف در مدل چند هدفه به کار گرفته شده و در قسمت دوم مدل با استفاده از کاربرد برنامه ریزی چند هدفه آرمانی که شامل اهدافی مانند: حداکثر نمودن ارزش کل خرید، حداقل نمودن هزینه کل خرید، حداقل کردن ارقام معیوب و حداقل کردن زمان تحویل کل می باشد و نیز در نظر گرفتن محدودیت هایی مانند ظرفیتتأمینکنندگان و برآورده کردن تقاضای خریدار تخصیص سفارشات انجام شده است. با توجه به نتایج حاصله از حل مدل دو مرحله ای، می توان ادعا نمود که مدل ارائه شده قادر است با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی و نیز محدودیت های موجود به طور همزمان به حل مسأله ی انتخابتأمینکننده و تخصیص سفارشات به آنها بپردازد به گونه ای که سطوح رضایت بخش برای دسترسی به اهداف چندگانه را ارضا نماید. در آخر رویکرد ترکیبی مذکور برای روشن شدن و تفسیر مدل در کارخانه زمزم تهران به کار گرفته شده است؛ برای حل مدل آرمانی چند گزینه ای از برنامه LINGO8 استفاده شده است.

کلمات کلیدی: انتخابتأمینکننده، برنامه ریزی آرمانی، تصمیم گیری چند معیاره، تخصیص سفارشات، تاپسیس فازی.

۱- مقدمه

امروزه کارخانجات و مؤسسات تولیدی و خدماتی برای ادامه حیات خود نیازمند به همکاری باتأمینکنندگان مختلف می باشند. در صنایع تولیدی موادخام و اجزای تشکیل دهنده آنها می توانند بیش از ۷۰٪ هزینه های تولید را شامل شوند، در چنین شرایطی بخش خرید می تواند نقش کلیدی در کاهش هزینه ها ایفا کند و انتخابتأمینکننده یکی از وظایف بسیار مهم مدیریت خرید است (Ghodsypour & O'Brien, 1998). و همچنین بخش خرید؛ به دلیل تأثیرتأمینکننده بر قیمت، کیفیت، تحویل و سرویس در دستیابی به اهداف یک زنجیره تأمین؛ نقش کلیدی در میزان کارایی و اثر بخشی سازمانها ایفا خواهد نمود. بنابراین انتخابتأمینکننده یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره می باشد که از فاکتورهای متعددی که گاهی باهم در تضادند متأثر است در نتیجه مدیر خرید باید به موازنه و تعادل بین این فاکتورها برای تصمیم گیری پردازد (Amid & Ghodsypour, 2008). تصمیم گیرندگان می توانند به کمک تکنیکهای مختلف تصمیم گیری چند معیاره در ارزیابی گزینه های مختلف برای انتخابتأمینکننده، تصمیم گیری نمایند. در دنیای واقعی در مسائل انتخابتأمینکننده وزن معیارها با هم متفاوت است و به استراتژی خرید در زنجیرهتأمینبستگی دارد. (Wang, Hang & Dismukes, 2004)

اساساً دو نوع مسئله انتخابتأمینکننده وجود دارد. در نوع اول یکتأمینکننده قادر است تمامی نیازهای خریدار را برآورده کند (تأمین کننده تنها) در این مواقع مدیریت تنها باید یک تصمیم بگیرد: « کدامتأمینکننده بهترین گزینه است؟ ». در نوع دوم (تأمین کننده چند تایی) هیچتأمینکننده ای به تنهایی قادر به بر آورده کردن تمامی نیازهای خریدار نمی باشد، در چنین شرایطی مدیریت به علت دلایلی مانند ایجاد محیط با ثبات رقابتی تمایل به تقسیم سفارشات بینتأمینکنندگان دارد (Ghodsypour & O'Brien, 1998). با ظهور زنجیره تامین، واحدهای صنعتی و خدماتی، ذهن خود را معطوفتأمینکنندگان خود کردند و با پیشرفت صنایع و خدمات به این نکته دست یافتند که قیمت پیشنهادیتأمینکنندگان تنها ملاک انتخاب و همکاری با آنان نیست. از دیگر فاکتورهای مؤثر می توان به طول مدت زمان دریافت سفارش، کیفیت کالا و خدمات، حسن سابقه همکاری و ... اشاره کرد (Faeza, Ghodsypour & O'Brien, 2009).

در این پژوهش در قسمت اول مدل به دلیل استفاده از اطلاعات نادقیق و مبهم مانند واژه های زبانی، از کاربرد ترکیب تئوری مجموعه های فازی و تصمیم گیری گروهی با تاپسیس بهره برده ایم و وزن های بدست آمده از قسمت اول به عنوان ورودی برای ضرایب اولین هدف در مدل چند هدفه در قسمت دوم مدل به کار گرفته شده و در قسمت دوم مدل با استفاده از کاربرد برنامه ریزی چند هدفه آرمانی که شامل اهدافی مانند: حداکثر نمودن ارزش کل خرید، حداقل نمودن هزینه کل خرید، حداقل کردن اقلام معیوب و حداقل کردن زمان تحویل کل می باشد و با در نظر گرفتن محدودیتهایی مانند ظرفیت های تأمین کننده و برآورده کردن تقاضای خریدار به تخصیص سفارشات به تأمین کنندگان پرداخته ایم. امتیاز روش به کار گرفته شده آن است که علاوه بر در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی اعم از مشهود یا غیر مشهود به طور همزمان به خریدار اجازه می دهد تا سطوح رضایت بخشی برای دسترسی به اهداف چندگانه راتعیین کند. در آخر رویکرد ترکیبی مذکور برای روشن شدن و تفسیر مدل در کارخانه زمزم تهران به کار گرفته شده است؛ برای حل مدل آرمانی چند گزینه ای از برنامه LINGO8 استفاده شده است.

در این قسمت با مروری بر ادبیات تحقیق معیارهای ارائه شده برای انتخابتأمینکننده مورد بحث قرار می گیرد. فرآیند انتخابتأمینکننده شامل ارزیابی فاکتورهای متنوع و متفاوت از ویژگی هایتأمینکنندگان می باشد دیکسون^{۳۳} معیار متفاوت برای ارزیابی و انتخابتأمینکننده ارائه کرد (Dickson, 1996) که بر مبنای آن وبر و همکاران فاکتورهایی همچون: قیمت، تحویل، کیفیت، توانایی فنی، سودمندی، مدیریت سازمانی، شهرت، مکان، ثبات مالی، جایگاه شرکت در صنعت، سوابق عملکرد و ماندگاری را برای ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان پیشنهاد نمودند (Weber, Current & Benton, 1991). اونس سه فاکتور قیمت، کیفیت و تحویل را به عنوان مهمترین عوامل در صنعت بری ارزیابی تأمین کنندگان معرفی نمود (Evans, 1980). الرام به کارخانجات پیشنهاد نمود که برای تأمین تقاضای سازمانی خود فاکتورهای کیفیت محصول، قیمت پیشنهادی، زمان تحویل و کیفیت سرویس دهی را مورد توجه قرار دهند (Ellram, 1990). ونگ و همکاران با در نظر گرفتن

۱۲ معیار در مدل مرجع زنجیره تأمین (SCOR) که شامل چهار طبقه: ۱- اعتبار زمان تحویل ۲- مسئولیت وانعطاف پذیری ۳- قیمت ۴- دارایی ها می باشند، به ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان پرداخته اند (Wang et al, 2004).
چن و همکاران برای ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان در زنجیره تأمین پنبه عامل سودمندی شامل: سود مندیت تأمین کننده، روابط دوستانه، توانایی فنی، تطابق کیفیت و عملکرد رقابتی را پیشنهاد نموده اند (Chen, Lin & Huang, 2006). لین و چنگ ادعا نموده اند که ارتباطات، شهرت، جایگاه در صنعت، روابط نزدیک، پاسخگویی به مشتری و توانایی حل مسائل متعارض از فاکتورهای مهم برای انتخاب اند (Lin & Chang, 2008).

به برخی از مدل های استفاده شده برای حل مسأله ی انتخاب تأمین کننده در زیر اشاره کوتاهی می شود:
قدسی پور و ابیرین با ترکیب AHP و برنامه ریزی خطی روشی برای انتخاب تأمین کننده ارائه کردند که هم معیارهای کمی و هم معیارهای کیفی را مورد توجه قرار داده اند (Ghodsypour & O'Brien, 1998). ونگ و همکارانش با ترکیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه ریزی آرمانی به حل مسأله ی انتخاب تأمین کننده پرداخته اند به این ترتیب که با در نظر گرفتن معیارهای مدل مرجع زنجیره تأمین (SCOR) به عنوان معیارهای تصمیم گیری و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به تعیین وزن یا اهمیت تأمین کنندگان پرداخته و ضرایب به دست آمده به عنوان ضرایب تابع هدف برای هدف ماگزیمم کردن ارزش کل خرید در برنامه ریزی آرمانی به کار گرفته شده است و با در نظر گرفتن دو هدف ماگزیمم کردن ارزش کل خرید و مینیمم کردن هزینه کل خرید و محدودیتهای تقاضا و ظرفیت به تخصیص سفارشات به تأمین کنندگان پرداخته اند (Wang et al, 2004). استون و همکاران با ترکیب فرآیند تجزیه و تحلیل شبکه ای (ANP) و برنامه ریزی عدد صحیح مختلط چند هدفه به انتخاب تأمین کننده با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی به صورت همزمان با اهداف چندگانه پرداخته اند (Ustun et al, 2007). ازگن و همکاران با ترکیب AHP و برنامه ریزی چند هدفه احتمالی خطی به ارائه مدلی دو مرحله ای برای تخصیص سفارشات به تأمین کنندگان منتخب اقدام نموده اند که در مدل چند هدفه شامل اهداف: مینیمم کردن هزینه کل خرید، مینیمم کردن اقلام برگشتی و ماگزیمم کردن ارزش کل خرید که ضرایب تابع هدف یعنی: قیمت های خرید، درصد اقلام برگشتی از هر تأمین کننده، ضرایب به دست آمده از روش AHP و همچنین مقادیر تقاضا به صورت اعداد فازی مثلثی در نظر گرفته شده اند و با استفاده از تئوری مجموعه های فازی مدل چند هدفه به مدل خطی تبدیل و حل شده است (Ozgen et al, 2008). فامویاوا و همکارانش بر این باورند که با وجود تجربه های فراوانی که برای انتخاب تأمین کننده وجود دارد هنوز ۶۰ تا ۷۰ درصد این رویکردها در همان سال اول اجرا به دلیل ناتوانیت تأمین کنندگان با شکست روبرو می شوند و برای رفع این مشکل به ارائه ی چهارچوبی براساس برنامه ریزی آرمانی فازی؛ برای حل مشکل وجود اطلاعات غیر دقیق و مبهم که ناشی از ناتوانی سیستم های موجود است؛ مبادرت ورزیده و به انتخاب تأمین کننده مناسب در آمریکا پرداخته اند (Famuyiwa, Monplaisir & Nepal, 2008). شاهانقی و یزدیان با استفاده از تصمیم گیری توسط تاپسیس گروهی فازی روش جدیدی برای انتخاب تأمین کننده پرداخته اند که برای رفع این مشکل که اطلاعات تصمیم گیری مبهم و غیر دقیق می باشند از کاربرد مجموعه های فازی در تاپسیس بهره جسته اند (Shahanaghi & Yazdian, 2009). یانگ و همکارانش به معرفی یک مدل ترکیبی تصمیم گیری چندگانه فازی با روابط مستقل و وابسته به هم ارائه داده اند و با ایجاد مدلی پنج مرحله ای نشان دادند که روش ارائه شده توسط آنها که از AHP فازی استفاده کرده اند نسبت به روشهای سنتی بهتر بوده و قادر است فاصله بین ارزش عملکرد واقعی و ایده آل را پر کند (Yang et al., 2008).

جدیدی و همکارانش با ترکیب تاپسیس و یک مدل چند هدفه فازی که شامل حداقل کردن هزینه کل و اقلام برگشتی با ارضای محدودیتهای تقاضا و ظرفیت است به رتبه بندی و سپس تخصیص سفارشات به هر یک از تأمین کنندگان پرداخته اند (Jadidi et al, 2008). فائز و همکاران با استفاده از ترکیب استدلال موردگرا (CBR) و برنامه ریزی چندهدفه با در نظر گرفتن سه هدف: ماگزیمم کردن ارزش کل خرید، مینیمم کردن هزینه کل خرید و مینیمم کردن اقلام برگشتی و در نظر گرفتن محدودیت های ظرفیت و تقاضا به انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارشات به آنها پرداخته اند (Faeza et al., 2009).

منتظر، سارمی و رضانی با در نظر گرفتن ۶ معیار: قیمت، کیفیت، زمان تحویل، خدمات پس از فروش، انعطاف پذیری و سیاستهای اعمالی و با استفاده از روش الکترونیک فازی به حل مسأله ی انتخابتأمینکنندگان در شرکتی ایرانی اقدام کرده اند (Montazer, Saremi & Ramezani, 2009). دلالت و همکاران به ارائه یک مدل ترکیبی فازی تصمیم گیری با معیارهای چند گانه برای مسأله ی انتخابتأمینکننده پرداخته اند، به این ترتیب که ابتدا با استفاده از DEMATEL فازی معیارهای تصمیم گیری را به دو دسته: علت و معلول دسته بندی کرده و به تعیین اهمیت معیارها پرداخته اند و بعد از آن با استفاده از تاپسیس فازی نظر تصمیم گیرندگان درباره تأمینکنندگان با توجه به هر معیار تعیین شده است (Dalalah, Hayajneh & Batieha, 2011). چن و یانگ با ترکیب AHP فازی و تاپسیس فازی به حل مسأله انتخابتأمینکننده پرداخته اند به این ترتیب که با استفاده از AHP فازی ابتدا به تعیین اهمیت معیارهای تصمیم گیری اقدام نموده و در آخر با استفاده از تاپسیس فازی به رتبه بندی تأمین کنندگان پرداخته اند (Chen & yang, 2011). ژو ویان برای مسأله انتخابتأمینکننده ۳ هدف: مینیمم کردن هزینه کل، مینیمم کردن تعداد اقلام برگشتی و مینیمم کردن تأخیر در تحویل را تعریف کرده و با در نظر گرفتن محدودیتهای مسأله ابتدا مدل چند هدفه عدد صحیح برای مسأله تعریف می کنند، سپس اهداف و محدودیتها را به صورت فازی در نظر گرفته و سپس مدل فازی را به مدلی قطعی تبدیل کرده و در آخر به حل مسأله با استفاده از الگوریتم بهینه سازی (PSO) پرداخته اند (Xu & Yan, 2011).

در این قسمت مدل تاپسیس فازی برای انتخابتأمینکننده معرفی می گردد:

گام اول - شناسایی معیارها و زیرمعیارها برای ارزیابی گزینه‌ها و تخصیص متغیرهای زبانی مناسب برای وزن دهی به معیارها و زیر معیارها و تشکیل ماتریس تصمیم گیری فازی
گام دوم - تشکیل ماتریس نرمال شده تصمیم گیری فازی.
گام سوم - تشکیل ماتریس تصمیم نرمال وزن دهی شده فازی.
گام چهارم - مشخص نمودن راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی فازی.
گام پنجم - رتبه بندی و تعیین وزن گزینه‌ها
در برنامه ریزی آرمانی^۱ (GP) متغیرهای تصمیم همانند برنامه ریزی خطی^۲ (LP) میباشند ولی محدودیتها به دودسته تقسیم می شوند:

۱. محدودیتهای سیستمی: همانند محدودیت های LP می باشند که به آنها محدودیتهای hard نیز می گوئیم.
۲. محدودیتهای آرمانی: سطوح انحراف مورد نظر از هر آرمان را تعیین میکنند که به آنها محدودیتهای soft گوئیم.
محدودیتهای سیستمی آن دسته از محدودیتها می باشند که باید حتماً ارضاشوند و آنها را در مسأله همانند برنامه ریزی خطی در نظر خواهیم گرفت ولی محدودیتهای آرمانی شامل آن دسته از محدودیتها می باشند که ممکن است ارضا نشوند و از حدود خود تجاوز کنند و مدل سعی خواهد کرد که میزان انحرافات نامطلوب از هر یک از این محدودیتها را به حداقل برساند (Azaiez & Al sharif, 2005)
مفهوم توابع چند هدفه اولین بار توسط کان و تاکر با استفاده از مفهوم بهینه سازی برداری معرفی و پس از آن تحقیقات بسیاری در رابطه با توسعه مدل های تصمیم گیری با اهداف چندگانه انجام گردید. (Liao & Kao, 2011)
برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه^۳ (MCGP)

روش استفاده شده توسط (chang, 2008) که برای کاهش متغیرهای باینری در MCGP ارائه شده و در ۲ نوع است:
نوع اول: هرچه بیشتر بهتر^۴:

¹ Goal programming

² Linear programming

³ Multi choice goal programming

⁴ The more the better

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \sum_{i=1}^n (w_i(d_i^+ + d_i^-) + \alpha_i(e_i^+ + e_i^-)) \\
 & \text{s.t. : } f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, i = 1, \dots, n \\
 & y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\max}, i = 1, \dots, n \\
 & g_{i,\min} \leq y_i \leq g_{i,\max} \\
 & d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, i = 1, \dots, n \\
 & x \in F
 \end{aligned} \tag{1}$$

که در آن x متغیر آزاد در علامت است و d_i^+ و d_i^- انحرافات مثبت و منفی در رسیدن به هدف $|f_i(x) - y_i|$ است و e_i^+ و e_i^- به ترتیب انحراف مثبت و منفی از $|y_i - g_{i,\max}|$ و α_i وزن مجموع انحرافات از مقدار $|y_i - g_{i,\max}|$ است. نوع دوم: هرچه کمتر بهتر^۵

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \sum_{i=1}^n (w_i(d_i^+ + d_i^-) + \alpha_i(e_i^+ + e_i^-)) \\
 & \text{s.t. : } f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, i = 1, \dots, n \\
 & y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\max}, i = 1, \dots, n \\
 & g_{i,\min} \leq y_i \leq g_{i,\max} \\
 & d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, i = 1, \dots, n \\
 & x \in F
 \end{aligned} \tag{2}$$

۲- مواد و روش ها

مرحله اول مدل: روش تاپسیس فازی برای مسأله ی انتخاب تأمین کننده است که در زیر توضیح داده می شود. در این بخش به معرفی تاپسیس در محیط فازی و نادقیق می پردازیم. در این روش، اهمیت معیارها و زیر معیارها براساس واژه های زبانی مناسب و همچنین اهمیت هر گزینه با توجه به هر معیار و زیر معیار توسط تصمیم گیرندگان بیان می شود سپس با استفاده از اعداد ذوزنقه ای به اعداد فازی تبدیل و وارد مراحل تاپسیس فازی خواهند شد.

در نهایت، یک الگوریتم پنج مرحله ای که توسط شاهانقی و یزدیان(۲۰۰۹) ارائه شده، برای مرحله اول ارائه می شود:

گام اول- شناسایی معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی و متغیرهای زبانی مناسب و تشکیل ماتریس تصمیم گیری فازی فرض کنید کمیت‌های متشکل از t تصمیم گیرنده $D = (D_1, D_2, \dots, D_t)$ مسؤل ارزیابی m گزینه (A_1, A_2, \dots, A_m) بر اساس n معیار (C_1, C_2, \dots, C_n) هستند. فرض کنید که:

$D = (D_1, D_2, \dots, D_t)$: مجموعه t تصمیم گیرنده

$A = (A_1, A_2, \dots, A_m)$: مجموعه m گزینه یا تأمین کنندگان

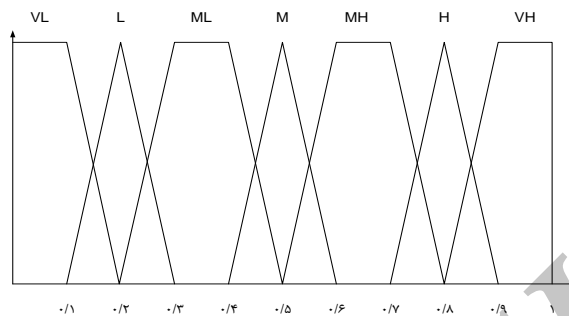
$C = (C_1, C_2, \dots, C_n)$: مجموعه n معیار برای ارزیابی تأمین کنندگان

$S_j = (S_{j1}, S_{j2}, \dots, S_{jm})$: مجموعه l_j زیرمعیار برای معیار j ام به گونه ای که $\sum_{j=1}^n l_j = 1$

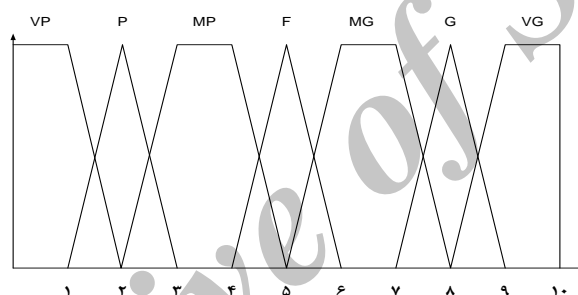
⁵ The less the better

برای هر $i = 1, 2, \dots, m$ و $j = 1, 2, \dots, n$ و $k = 1, 2, \dots, l$ و $t = 1, 2, \dots, T$ عدد فازی دوزنقه ای بیانگر ارزش گزینه \tilde{x}_{ijk}^t با توجه به معیار $C_j (j = 1, \dots, n)$ وزیر معیار $S_{jk} (j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, l)$ از نظر تصمیم گیرنده $D_t (t = 1, \dots, T)$ می باشد.

شکل شماره (۱) بیانگر واژه های زبانی واعداد دوزنقه ای متناظر برای بیان اهمیت معیارها وشکل شماره (۲) نشان دهنده واژه های زبانی واعداد دوزنقه ای متناظر برای بیان امتیاز اختصاصی به هر گزینه از لحاظ معیار می باشد.



شکل شماره (۱): واژه های زبانی برای بیان اهمیت معیارها



شکل شماره (۲): واژه های زبانی برای بیان امتیاز اختصاصی به هر گزینه از لحاظ معیار

که براساس واژه های زبانی اظهار شده توسط تصمیم گیران به اعداد فازی دوزنقه ای متناظر با نمودار های بالا تبدیل می شوند. وزن اهمیت فازی زیر معیار $S_{jk} (j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, l)$ معیار C_j که توسط تصمیم گیرنده $D_t (t = 1, \dots, T)$ تعیین شده است، میباشند.

بنابراین وزن کل اهمیت فازی هر معیار یعنی \tilde{w}_j و وزن کل اهمیت فازی هر زیر معیار k از معیار j یعنی \tilde{u}_{jk} و همچنین ارزش فازی بیانگر هر گزینه (آلترناتیو) یعنی \tilde{x}_{ijk}^t که به ترتیب با مجموعه های $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$ و $\tilde{u}_{jk} = (u_{jk1}, u_{jk2}, u_{jk3}, u_{jk4})$ و $\tilde{x}_{ijk}^t = (a_{ij} \& b_{ij} \& c_{ij} \& d_{ij})$ که همگی اعداد فازی دوزنقه ای می باشند به ترتیب زیر بدست می آیند:

طبق روابط برای معیارهای اصلی یعنی $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$ به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} w_{j1} &= \min\{w_{jt}^1\}, j = 1, 2, \dots, n \\ w_{j2} &= \sum_{t=1}^T w_{jt}^2 / T, j = 1, 2, \dots, n \\ w_{j3} &= \sum_{t=1}^T w_{jt}^3 / T, j = 1, 2, \dots, n \\ w_{j4} &= \max\{w_{jt}^4\}, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

برای محاسبه وزن کل اهمیت فازی هر زیر معیار k از معیار j یعنی $\tilde{u}_{jk} = (u_{jk1}, u_{jk2}, u_{jk3}, u_{jk4})$ خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}
 u_{jk^1} &= \min_t \{u_{jk^t}\}, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \\
 u_{jk^2} &= \sum_{t=1}^T u_{jk^t} / T, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \\
 u_{jk^3} &= \sum_{t=1}^T u_{jk^t} / T, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \\
 u_{jk^4} &= \max_t \{u_{jk^t}\}, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j
 \end{aligned} \tag{۴}$$

و در نهایت برای محاسبه ارزش فازی بیانگر هر گزینه (آلترناتیو) یعنی \tilde{x}_{ijk}^t که با $(a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}, d_{ijk}) = \tilde{X}_{ijk}$ نشان می دهیم به ترتیب زیر عمل می کنیم:

$$\begin{aligned}
 a_{ijk} &= \min_t \{a_{ijk^t}\}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \\
 b_{ijk} &= \sum_{t=1}^T b_{ijk^t} / T, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \\
 c_{ijk} &= \sum_{t=1}^T c_{ijk^t} / T, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \\
 d_{ijk} &= \max_t \{d_{ijk^t}\}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j
 \end{aligned} \tag{۵}$$

گام دوم- ایجاد ماتریس نرمال شده تصمیم گیری فازی (\tilde{R})

و در نهایت برای محاسبه هر عضو از ماتریس تصمیم نرمالیزه شده فازی طبق رابطه زیر خواهیم داشت:

$$\tilde{r}_{ijk} = \left(\frac{a_{ijk}}{\max_i \{d_{ijk}\}}, \frac{b_{ijk}}{\max_i \{d_{ijk}\}}, \frac{c_{ijk}}{\max_i \{d_{ijk}\}}, \frac{d_{ijk}}{\max_i \{d_{ijk}\}} \right), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \tag{۶}$$

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ijk}]_{m \times l}$$

با توجه به روش نرمال سازی ذکر شده، بازه اعداد دوزنقه ای فازی که محدود به $[0, 1]$ می باشد، حفظ خواهد شد.

گام سوم- ایجاد ماتریس تصمیم نرمال موزون فازی (V)

با توجه به ارائه کانونی عملگر ضرب سه عدد فازی که توسط چو (۲۰۰۳) ارائه شده است. ماتریس تصمیم نرمالیزه شده فازی را می توان از روابط زیر بدست آورد:

$$v_{ijk} = P(\tilde{r}_{ijk} \otimes \tilde{u}_j \otimes \tilde{w}_i) = \frac{1}{6} (a_{ijk} + 2b_{ijk} + 2c_{ijk} + d_{ijk}) \times \frac{1}{6} (u_{jk^1} + 2u_{jk^2} + 2c_{jk^3} + d_{jk^4}) \times \frac{1}{6} (w_{j1} + 2w_{j2} + 2w_{j3} + w_{j4})$$

$$i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \sum_{j=1}^n l_j = 1 \tag{۷}$$

در نتیجه ماتریس نرمال شده فازی به صورت زیر خواهد بود:

$$\sum_{j=1}^n l_j = 1 \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j \quad V = [v_{ijk}]_{m \times l}$$

گام چهارم- مشخص نمودن راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی فازی می دانیم که \tilde{v}_{ij} ها اعداد فازی دوزنقه ای مثبت نرمال شده هستند و محدوده آنها در بازه بسته $[0, 1]$ است. بنابراین پس از تعیین ماتریس نرمال شده فازی راه حل های ایده آل مثبت و منفی فازی عبارتند از:

$$A^+ = (v_{11}^+, v_{12}^+, \dots, v_{n1}^+) \tag{۹}$$

$$A^- = (v_{11}^-, v_{12}^-, \dots, v_{n1}^-)$$

به طوری که v_{jk}^+ و v_{jk}^- از روابط زیر بدست می آیند:

$$v_{jk}^+ = \max_i \{v_{ijk}\}, v_{jk}^- = \min_i \{v_{ijk}\}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l_j$$

گام پنجم - رتبه بندی گزینه‌ها

با استفاده از ضریب نزدیکی خواهیم داشت :

در این روش فاصله گزینه‌ها از A^+ و A^- به این صورت محاسبه می‌شود:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{l_j} (v_{ijk} - v_{jk}^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{l_j} (v_{ijk} - v_{jk}^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m$$

که D_i^+ فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل مثبت و D_i^- فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل منفی است.

سپس برای رتبه‌بندی گزینه‌ها، ضریب نزدیکی آنها بر اساس D_i^+ و D_i^- و بترتیب زیر محاسبه می‌شود.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

گزینه‌هایی که دارای ضریب نزدیکی بیشتری باشند، رتبه بالاتری خواهند داشت. (Chou, 2003)

مرحله دوم مدل : برنامه ریزی آرمانی چندهدفه

برای تخصیص نهایی سفارشات به تأمین‌کنندگان از روش حل مدل برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه که توسط Chang (2008) ارائه شده است، استفاده خواهیم نمود :

اندیس‌ها و پارامترهای مدل :

i : تعداد تأمین‌کنندگان $i = 1, 2, \dots, m$

P : تعداد آرمان‌ها $p = 1, 2, \dots, P$

cap_i : بیانگر ظرفیتی است که تأمین‌کننده i ام قادر به تأمین آن است.

D : بیانگر تقاضای کل شرکت است.

CC_i : ضرایب نزدیکی بدست آمده از مرحله اول مدل یعنی تاپسیس فازی است.

g_p, \min و g_p, \max : به ترتیب بیانگر حداکثر و حداقل آرمان p ام می‌باشند.

P_i : بیانگر قیمت خرید هر واحد کالا از تأمین‌کننده i ام می‌باشد.

t_i : بیانگر مدت زمان تحویل سفارش توسط تأمین‌کننده i ام می‌باشد.

dr_i^* : بیانگر درصد اقلام معیوب (برگشتی) برای تأمین‌کننده i ام می‌باشد

متغیرهای مدل :

X_i : متغیر تصمیم و مقدار سفارش تخصیصی به تأمین‌کننده i ام می‌باشد.

y_p : متغیر کمکی برای حل برنامه ریزی آرمانی

Z_i : متغیر صفر و یک که در صورت تأمین تقاضا از تأمین‌کننده i ام مقدار یک و در غیر این صورت صفر خواهد بود.

d_p^+ و d_p^- : به ترتیب بیانگر انحراف مثبت و منفی از آرمان p ام می‌باشند.

e_p^+ و e_p^- : متغیرهای کمکی برای حل که به ترتیب بیانگر انحراف مثبت و منفی از $|y_p - g_p, \max|$ می‌باشند (جز آرمان اول)

همانطور که در بخش دوم اشاره شد برای تخصیص نهایی سفارشات به تأمین‌کنندگان از مدل برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه که توسط Chang (2008) ارائه شده است، استفاده خواهیم نمود :

هدف عبارت از مینیمم کردن مجموع انحرافات از اهداف است (که برای تمامی اهداف وزن یکسان قائل شدیم) یعنی :

$$\text{Min} \sum_{p=1}^P (d_p^+ + d_p^-) \quad (12)$$

محدودیت‌های سیستمی برای مسأله عبارتند از :

➤ محدودیت های ظرفیت تأمین کنندگان که به صورت زیر می باشد:

$$x_i \leq (\text{cap})z_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

- محدودیت تقاضای خریدار که به صورت زیر بیان می شود:

$$\sum_{i=1}^m x_i = D \quad (14)$$

➤ محدودیت‌های مثبت بودن متغیرهای تصمیم و انحرافات از آرمان ها:

$$x_i \geq 0, d_p^+, d_p^- \geq 0, z_i = 0 \text{ or } 1, i = 1, 2, \dots, m \text{ for } x_i, p = 1, \dots, P \text{ for } d_p^+, d_p^- \quad (15)$$

ر. یت‌های آرمانی نیز عبارتند از :

➤ حداکثر کردن ارزش کل خرید (TVP)^۷

براساس مقادیر به دست آمده از مرحله اول مدل (تاپسیس فازی) خواهیم داشت :

$$\sum_{i=1}^m (CC_i \times x_i - d_v^+ + d_v^-) \geq g_v, \text{min} \quad (16)$$

➤ محدودیت بودجه کل^۸

$$g_r, \text{min} \leq \sum_{i=1}^m (P_i \times x_i - d_r^+ + d_r^-) \leq g_r, \text{max} \quad (17)$$

➤ محدودیت زمان تحویل^۹

$$g_r, \text{min} \leq \sum_{i=1}^m (t_i \times z_i - d_r^+ + d_r^-) \leq g_r, \text{max} \quad (18)$$

➤ محدودیت تعداد کل کالای برگشتی یا معیوب

$$g_f, \text{min} \leq \sum_{i=1}^m (df_i \times x_i - d_f^+ + d_f^-) \leq g_f, \text{max} \quad (19)$$

در بخش زیر که مطالعه موردی و اجرای مدل می باشد به معرفیتأمین کنندگان (آلترناتیوها)^{۱۰} و ارزیابی اولیه آنها می پردازیم. برای مطالعه مدل دو مرحله ای به مطالعه موردی برایتأمین ماده اولیه ای به نام پریفرم برای استفاده در خط تولید کارخانه زمزم تهران (زمزم غرب) پرداخته ایم . بعد از ارزیابی اولیه از تأمین کنندگان موجود در بازار برای تهیه این ماده ۷ تأمین کننده شناسایی شدند که به این ترتیب می باشند : ۱- ستاره کالی شرق ۲- صنایع غذایی دارا ۳- یاس پلاست شمال ۴- شرکت کیپ درب ۵- صنایع فردان آریان ۶- شرکت مینای قزوین ۷- شرکت جام پلاست . پس از بررسی های اولیه واستعلام از شرکتهای موجود مشخص شد که ۲ شرکت آخر یعنی شرکت مینای قزوین و جام پلاست با توجه به سوابق گذشته و مستندات موجود از لحاظ کیفیت مورد اقبال شرکت نبوده و در همان ابتدا به علت عدم صلاحیت و دارا نبودن کیفیت لازم از لیست خارج می شوند، بنابراین آلترناتیوهای بالقوه ۵ شرکت اول برایتأمین پریفرم مورد نیاز شرکت خواهند بود. تعیین معیارها و عوامل مهم برای انتخاب تأمین کننده

⁷ Total value of purchasing

⁸ Budget constraint

⁹ Delivery constraint

¹⁰ alternatives

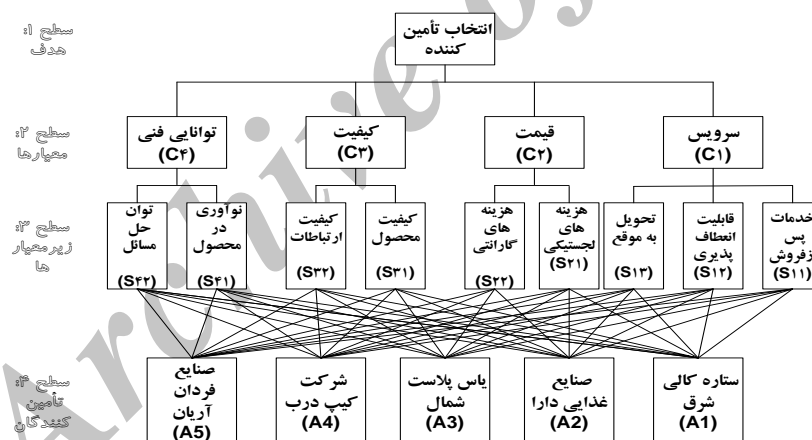
همان طور که اشاره شد محققان عوامل و معیارهای متعددی را برای مسأله انتخابتأمینکننده در نظر گرفته اند که می توان از یک دیدگاه آنها را به دو دسته : عوامل کمی و کیفی تقسیم نمود . در تحقیق پیشرو معیارها برای انتخابتأمینکننده با توجه به تحقیقات گذشته و همچنین مقالات موجود(براساس مطالعات انجام شده است اهمیت معیارهای قیمت، زمان تحویل و کیفیت برای خریدار و براساس نظر نویسندگان ۷۴ مقاله که از سال ۱۹۶۶ گردآوری شده است، به ترتیب ۵۴ و ۵۹،۸۰ درصد بوده است)، به قرار جدول زیر می باشد که البته این معیارها به تأیید کارشناسان و متخصصان شرکت مورد مطالعه نیز (زمزم تهران) نقش کلیدی در انتخابتأمینکننده را دارند:

معیارها	سرویس (خدمات)	قیمت	کیفیت	توانایی فنی
زیر معیارها	خدمات پس از فروش قابلیت انعطاف پذیری تحویل به موقع	هزینه های گارانتی هزینه های مدیریت لجستیکی کل	کیفیت محصول کیفیت ارتباطات با مشتری	نوآوری در محصول توان حل مسائل فنی

جدول شماره (۱): معیارها و زیر معیارها برای ارزیابتأمینکنندگان

مرحله اول مدل شامل روش تاپسیس فازی است.

گام اول- شناسایی معیارها و زیر معیارهای ارزیابی و متغیرهای زبانی مناسب و تشکیل ماتریس تصمیم گیری فازی: با توجه به معیارها و زیر معیارهای در نظر گرفته شده که در بخش های قبل برای مسأله انتخابتأمینکننده برای ماده اولیه مورد نیاز، در نظر گرفته شد درخت تصمیم مسأله برای مرحله اول یعنی مدل تاپسیس فازی به شکل زیر خواهد بود:



شکل شماره (۳): درخت تصمیم برای مسأله

که در این مرحله براساس واژه های زبانی اظهار شده توسط تصمیم گیران به اعداد فازی متناظر با نمودارهای بالا تبدیل شده و ماتریس تصمیم گیری فازی را تشکیل می دهند :

با استفاده از توضیحاتی که در بخش دوم در مورد معیارهای تصمیم گیری و تأمینکنندگان کالای مورد نیاز آورده شد، برای اجرای مدل تاپسیس فازی نیاز به نظرات تصمیم گیرندگان درباره معیارهای تصمیم گیری و همچنین نظرات آنها درباره تأمینکنندگان از لحاظ معیارهای تصمیم گیری خواهیم داشت به همین منظور پرسشنامه ای تنظیم و بین مدیران ارشد شرکت توزیع گردید و نظر ۳ مدیر ارشد شرکت که شامل : مدیر تدارکات و بخش خرید و مدیر تولید و مدیر کنترل کیفی طبق پرسش نامه ۲ و ۱ به ترتیب زیر می باشد :

پرسش نامه اول که به برای ارزیابی اهمیت معیارها براساس نظر تصمیم گیرندگان براساس واژه های بانی مذکور به شرح زیر است:

معیارها وزیر معیارها	تصمیم گیرندگان		
	مدیر تدارکات (D1)	مدیر تولید (D2)	مدیر کنترل کیفی (D3)
سرویس (c₁)	VH	VH	VH
خدمات پس از فروش (S ₁₁)	VH	VH	VH
قابلیت انعطاف پذیری (S ₁₂)	VH	H	H
تحويل به موقع (S ₁₃)	VH	VH	VH
قیمت (c₂)	H	M	VH
هزینه های لجستیکی (S ₂₁)	H	M	VH
هزینه گارانتی (S ₂₂)	H	M	VH
کیفیت (c₃)	VH	VH	H
کیفیت محصول (S ₃₁)	VH	VH	H
کیفیت ارتباطات (S ₃₂)	VH	H	MH
توانایی فنی (c₄)	VH	VH	H
نوآوری در محصول (S ₄₁)	H	VH	H
توانایی حل مسائل فنی (S ₄₂)	VH	H	H

جدول شماره (۲): پرسش نامه اول: نظر تصمیم گیرندگان درباره اهمیت هر یک از معیارها وزیر معیارها

پرسشنامه دوم که برای ارزیابی نظرات تصمیم گیرندگان درباره هر یک از تأمین کنندگان و هر بار با در نظر گرفتن یک معیار انجام شده بر اساس واژه های زبانی به شرح زیر است:

معیار	C ₁			C ₂		C ₃		C ₄	
تأمین کننده زیر معیار	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₂₁	S ₂₂	S ₃₁	S ₃₂	S ₄₁	S ₄₂
A ₁	VG	VG	G	VG	VG	VG	VG	VG	VG
A ₂	VG	G	VG	G	VG	G	VG	VG	G
A ₃	VG	VG	G	VG	G	VG	G	G	VG
A ₄	M	MG	VG	VG	G	G	G	G	G
A ₅	MG	M	G	G	MG	MG	G	MG	MG

جدول شماره (۳): نظر تصمیم گیرنده اول درباره تأمین کنندگان از نظر هر زیر معیار: پرسش نامه دوم

معیار	C ₁			C ₂		C ₃		C ₄	
تأمین کننده زیر معیار	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₂₁	S ₂₂	S ₃₁	S ₃₂	S ₄₁	S ₄₂
A ₁	G	VG	VG	VG	VG	G	VG	VG	G
A ₂	VG	G	VG	MG	G	G	G	G	G
A ₃	G	VG	VG	VG	VG	VG	G	VG	VG
A ₄	MG	MG	G	M	M	MG	MG	G	MG
A ₅	M	M	MP	VG	G	MG	G	MG	MG

جدول شماره (۴): نظر تصمیم گیرنده دوم درباره تأمین کنندگان از نظر هر زیر معیار: پرسش نامه دوم

معیار	C ₁			C ₂		C ₃		C ₄	
تأمین کننده زیر معیار	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₂₁	S ₂₂	S ₃₁	S ₃₂	S ₄₁	S ₄₂
A ₁	VG	G	VG	VG	VG	VG	VG	VG	VG
A ₂	VG	G	VG	MG	G	G	G	G	G

A ₃	VG	G	VG	VG	G	G	G	G	VG
A ₄	G	MG	MG	MG	MG	MG	G	MG	MG
A ₅	G	MG	MG	VG	G	MG	MG	G	MG

جدول شماره (۵): نظر تصمیم گیرنده سوم درباره تأمین کنندگان از نظر هر زیر معیار: پرسش نامه دوم

بنابراین براساس روابط ۳ و ۴ و ۵ پس از انجام محاسبات ماتریس فازی تصمیم گیری به قرار زیر خواهد بود:

معیار (وزن)	C ₁ (۰/۸, ۰/۹, ۱, ۱)			C ₂ (۰/۴, ۰/۷۳, ۰/۷۷, ۱)		C ₃ (۰/۷, ۰/۸۷, ۰/۹۳, ۱)		C ₄ (۰/۷, ۰/۸۷, ۰/۹۳, ۱)	
زیرمعیار (وزن)	S ₁₁ (۰/۹, ۱, ۱)	S ₁₂ (۰/۸۷, ۱)	S ₁₃ (۰/۹, ۱, ۱)	S ₂₁ (۰/۷۷, ۱)	S ₂₂ (۰/۸۳, ۱)	S ₃₁ (۰/۹۳, ۱)	S ₃₂ (۰/۸۳, ۱)	S ₄₁ (۰/۸۷, ۱)	S ₄₂ (۰/۸۷, ۱)
A ₁	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)
A ₂	(۷, ۸, ۸, ۹)	(۸/۶۷, ۱۰) (۷, ۸/۳۳)	(۸/۶۷, ۱۰) (۷, ۸/۳۳)	(۸, ۸, ۹) (۷)	(۸/۶۷, ۱۰) (۷, ۸/۳۳)	(۷/۳۳, ۹) (۵, ۶/۶۷)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۸, ۸, ۹) (۷)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)
A ₃	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۸/۶۷, ۱۰) (۷, ۸/۳۳)	(۷, ۸, ۸, ۹)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۸/۶۷, ۱۰) (۷, ۸/۳۳)	(۸, ۹, ۱۰, ۱۰)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)
A ₄	(۷/۳۳, ۹) (۵, ۶/۶۷)	(۷/۶۷, ۹) (۵, ۷/۳۳)	(۷/۶۷, ۹) (۵, ۷/۳۳)	(۷/۳۳, ۹) (۵, ۶/۶۷)	(۶/۶۷, ۹) (۴, ۶/۳۳)	(۷/۳۳, ۱۰) (۴, ۶/۶۷)	(۸/۳۳, ۱۰) (۵, ۷/۶۷)	(۶, ۷, ۸) (۵)	(۶/۶۷, ۹) (۴, ۶/۳۳)
A ₅	(۵, ۶, ۷, ۸) ()	(۵, ۶, ۷, ۸) ()	(۷/۶۷, ۹) (۵, ۷/۳۳)	(۶, ۷, ۸) (۵)	(۷/۶۷, ۹) (۵, ۷/۳۳)	(۹/۳۳, ۱۰) (۷, ۸/۶۷)	(۶/۳۳, ۹) (۲, ۵/۶۷)	(۵/۶۷, ۸) (۴, ۵/۳۳)	(۶/۶۷, ۹) (۴, ۶/۳۳)

جدول شماره (۶): ماتریس فازی برای تصمیم گیرندگان

گام دوم - ایجاد ماتریس نرمال شده تصمیم گیری فازی (\tilde{R})

براساس رابطه (۶) خواهیم داشت:

معیار (وزن)	C ₁ (۰/۸, ۰/۹, ۱, ۱)			C ₂ (۰/۴, ۰/۷۳, ۰/۷۷, ۱)		C ₃ (۰/۷, ۰/۸۷, ۰/۹۳, ۱)		C ₄ (۰/۷, ۰/۸۷, ۰/۹۳, ۱)	
زیرمعیار (وزن)	S ₁₁ (۰/۹, ۱, ۱)	S ₁₂ (۰/۸۷, ۱)	S ₁₃ (۰/۹, ۱, ۱)	S ₂₁ (۰/۷۷, ۱)	S ₂₂ (۰/۸۳, ۱)	S ₃₁ (۰/۹۳, ۱)	S ₃₂ (۰/۸۳, ۱)	S ₄₁ (۰/۸۷, ۱)	S ₄₂ (۰/۸۷, ۱)
A ₁	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۰/۸۷, ۰/۹۳, ۱) (۰/۷)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)
A ₂	(۰/۸, ۰/۹) (۰/۷, ۰/۸)	(۰/۸۷, ۱) (۰/۷, ۰/۸۳)	(۰/۸۷, ۱) (۰/۷, ۰/۸۳)	(۰/۸, ۰/۹) (۰/۷, ۰/۸)	(۰/۸۷, ۱) (۰/۷, ۰/۸۳)	(۰/۷۳, ۰/۹) (۰/۵, ۰/۶۷)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۸, ۰/۸, ۰/۹) (۰/۷)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)
A ₃	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۸۷, ۱) (۰/۷, ۰/۸۳)	(۰/۸, ۰/۹) (۰/۷, ۰/۸)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۰/۸۷, ۱) (۰/۷, ۰/۸۳)	(۰/۹, ۱, ۱) (۰/۸)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۷, ۰/۸۷, ۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)
A ₄	(۰/۹) (۰/۷۳, ۰/۶۷, ۰/۵)	(۰/۷۷, ۰/۹) (۰/۵, ۰/۷۳)	(۰/۷۷, ۰/۹) (۰/۵, ۰/۷۳)	(۰/۷۳, ۰/۹) (۰/۵, ۰/۶۷)	(۰/۶۷, ۰/۹) (۰/۴, ۰/۶۳)	(۰/۷۳, ۱) (۰/۴, ۰/۶۷)	(۰/۸۳, ۱) (۰/۵, ۰/۷۷)	(۰/۶, ۰/۷, ۰/۸) (۰/۵)	(۰/۶۷, ۰/۹) (۰/۴, ۰/۶۳)
A ₅	(۰/۷, ۰/۸) (۰/۵, ۰/۶)	(۰/۷, ۰/۸) (۰/۵, ۰/۶)	(۰/۷۷, ۰/۹) (۰/۵, ۰/۷۳)	(۰/۷, ۰/۸) (۰/۵, ۰/۶)	(۰/۷۷, ۰/۹) (۰/۵, ۰/۷۳)	(۰/۹۳, ۱) (۰/۷, ۰/۸۷)	(۰/۶۳, ۰/۹) (۰/۲, ۰/۵۷)	(۰/۵۷, ۰/۸) (۰/۴, ۰/۵۳)	(۰/۶۷, ۰/۹) (۰/۴, ۰/۶۳)

جدول شماره (۷): ماتریس فازی نرمال برای تصمیم گیرندگان

گام سوم- ایجاد ماتریس تصمیم نرمال وزن دهی شده فازی (V)

براساس رابطه (۷) خواهیم داشت :

C_j	C_1	C_2	C_3	C_4
S_{jk}	S_{11}	S_{12}	S_{22}	S_{31}
A_1	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۴۸	۰/۷۳
A_2	۰/۷	۰/۶۷	۰/۴۳	۰/۵۵
A_3	۰/۸۱	۰/۶۷	۰/۴۸	۰/۷۳
A_4	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۳۸	۰/۵۵
A_5	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۴۹

جدول شماره (۸): ماتریس فازی نرمال شده موزون برای تصمیم گیرندگان - گام سوم مدل تاپسیس فازی

گام چهارم- تعیین جواب ایده آل مثبت و جواب ایده آل منفی فازی

براساس روابط (۸) و (۹) خواهیم داشت:

A^+ راه حل ایده آل مثبت	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۴۸	۰/۷۳	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۷
A^- راه حل ایده آل منفی	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۵۵	۰/۴	۰/۴۳	۰/۴۹

جدول شماره (۹): راه حل های ایده آل مثبت و منفی

گام پنجم- رتبه بندی نهایی تأمین کنندگان

براساس روابط (۱۰) و (۱۱) خواهیم داشت:

رتبه	Cc_i	D^- فاصله گزینه ها از راه حل ایده آل منفی	D^+ فاصله گزینه ها از راه حل ایده آل مثبت
۱	۰/۸۸۹	۰/۵۵۲۶۳۰۰۷۵	۰/۰۶۹۲۸۲۰۳۲
۳	۰/۶۳۸	۰/۴۴۱۹۲۷۵۹۶	۰/۲۵۰۷۹۸۷۲۴
۲	۰/۷۷۳	۰/۵۱۲۷۳۷۷۵	۰/۱۵۰۶۶۵۱۹۲
۴	۰/۲۴۴	۰/۱۶۱۵۵۴۹۴۴	۰/۵۰۰۸۹۹۱۹۱
۵	۰/۲۱	۰/۱۴۸۶۶۰۶۸۷	۰/۵۵۷۹۴۲۶۴۹

جدول شماره (۱۰): رتبه بندی نهایی تأمین کنندگان با استفاده از روش تاپسیس فازی

مرحله دوم مدل : تخصیص سفارشات به تأمین کنندگان با استفاده از برنامه ریزی چند هدفه آرمانی

همانطور که اشاره شد برای تخصیص نهایی سفارشات به تأمین کنندگان از رویکرد حل مدل برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه که توسط چنگ ارائه شده است (Chang, 2008)، استفاده می کنیم لازم به ذکر است که تمامی اهداف دارای وزن یکسان اند:

با توجه به آنکه ظرفیت تأمین کنندگان به ترتیب برابر ۴۵۰۰۰۰، ۳۰۰۰۰۰، ۳۵۰۰۰۰، ۳۰۰۰۰۰، ۲۵۰۰۰۰ عدد و تقاضای مورد نیاز شرکت ۱۰۰۰۰۰۰ عدد برای یک دوره سفارش و قیمت هر واحد پرفرم خریداری شده از شرکتهای مذکور که به ترتیب برابر ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۰۸، ۱۰۹ و ۱۰۹ است و بودجه اختصاصی طبق نظر شرکت باید حداکثر ۱۰۰۰۰۰۰۰ و حداقل ۶۰۰۰۰۰۰۰ تومان باشد و طبق سیاست های در نظر گرفته شده هرچه کمتر هزینه کنیم بهتر است، طبق نظر شرکت تمام پرفرم های مورد نیاز

می توانند بین ۲ تا ۵ روز به شرکت تحویل داده شوند و هرچه این زمان کمتر باشد بهتر است و زمان تحویل سفارش برای شرکتهای مذکور به ترتیب برابر ۱/۵، ۱، ۲ و ۲ روز می باشند شرکت اعلام می کند که ارزش کل برای خرید حداقل باید ۳۵۰۰۰ باشد و اگر هم بیشتر بود بهتر است، مجموع تعداد اقلام معیوب برگشتی از خط تولید طبق نظر شرکت می تواند بین ۱ تا ۳ درصد باشد و هرچه این درصد کمتر باشد بهتر خواهد بود، درصد اقلام معیوب توسط هر تأمینکننده به ترتیب برابر ۱، ۱/۵، ۱، ۲ و ۳ درصد می باشند: (البته لازم به ذکر است که در آرمان نهایی اعداد در ۱۰۰ ضرب شده اند)، بنابراین با در نظر گرفتن محدودیت های بالا برای حل مدل برنامه ریزی آرمانی چند گزینه ای مدل نهایی که با در نظر گرفتن سیاستهای شرکت و مدل پیشنهادی برای حل مدل به شرح زیر خواهد شد:

$$\text{Min}Z = d_1^+ + d_1^- + d_2^+ + d_2^- + d_3^+ + d_3^- + d_4^+ + d_4^- + e_1^+ + e_1^- + e_2^+ + e_2^- + e_3^+ + e_3^-$$

S.t:

$$0.089x_1 + 0.0648x_2 + 0.073x_3 + 0.094x_4 + 0.210x_5 - d_1^+ + d_1^- = 35000$$

$$1.09x_1 + 1.10x_2 + 1.08x_3 + 1.10x_4 + 1.09x_5 - d_2^+ + d_2^- = y_1$$

$$y_1 - e_1^+ + e_1^- = 6000000 \quad 6000000 \leq y_1 \leq 10000000$$

$$1/5z_1 + 1/5z_2 + 1z_3 + 2z_4 + 2z_5 - d_3^+ + d_3^- = y_2$$

$$y_2 - e_2^+ + e_2^- = 2 \quad 2 \leq y_2 \leq 5$$

$$1x_1 + 1/5x_2 + 1x_3 + 2x_4 + 3x_5 - d_4^+ + d_4^- = y_3$$

$$y_3 - e_3^+ + e_3^- = 1000000 \quad 1000000 \leq y_3 \leq 3000000$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 1000000$$

$$x_1 \leq 450000 z_1, x_2 \leq 300000 z_2, x_3 \leq 350000 z_3, x_4 \leq 300000 z_4, x_5 \leq 250000 z_5$$

$$x_i \geq 0, d_p^+, d_p^- \geq 0, z_i = 0 \text{ OR } 1, i = 1, 2, \dots, 5 \text{ for } x_i, p = 1, \dots, 4 \text{ for } d_p^+, d_p^-$$

خلاصه ای از برخی داده های حاصل از خروجی نرم افزار به قرار جدول زیر است:

نام	مقدار حاصل شده
مقدار تابع هدف	0/48885E+0/8
d_2^+	0/4865E+0/8
e_2^+	2/5
x_1	450000
x_3	300000
x_4	200000
y_1	0/6E+0/8
y_2	4/5
y_3	1200000

جدول شماره (۱۱): خروجی های حاصل از حل مدل در مرحله دوم با نرم افزار LINGO8

شایان ذکر است که در جدول بالا سایر متغیرها که ذکر نشده اند برابر صفر می باشند و z_1 ، z_2 و z_3 برابر ۱ می باشند.

۳- نتایج و بحث

با استفاده از نتایج به دست آمده از مرحله اول مدل تاپسیس فازی، در صورت انتخاب یکتأمینکننده و نداشتن محدودیت شرکت ستاره کالی شرق به عنواتأمینکننده انتخاب خواهد شد ولی به دلیل محدودیتهای موجود یعنی تأمینتقاضای شرکت و همچنین محدودیت ظرفیتتأمینکننده ناچار به حل مدل با استفاده از برنامه ریزی چند هدفه یعنی مرحله دوم مدل خواهیم شد. نرم افزار LINGO8 بعد از ۱۳ تکرار مدل بالا که شامل ۲۰ محدودیت، ۲۷ متغیر می باشد؛ را حل کرده و مقادیر نهایی بعد از حل مدل مشخص گردید.

نتایج به دست آمده از خروجی های نرم افزار LINGO8 :

(۱) با توجه به مقادیر به دست آمده نتایج حاکی از آن است که تأمینکننده اول وسوم یعنی ستاره کالی شرق و یاس پلاست شمال با حداکثر ظرفیت خود یعنی به ترتیب ۴۵۰۰۰۰ و ۳۵۰۰۰۰ عدد از تقاضای مورد نیاز را تأمین می کنند و باقیمانده تقاضا از شرکت کیپ درب به میزان ۲۰۰۰۰۰ عدد تأمین گردیده است و با توجه به اعداد به دست آمده خرید از دو شرکت صنایع غذایی دارا و صنایع فردان آریان مقرون به صرفه نمی باشد.

(۲) مقدار $y_2 = 4/5$ بیانگر این مسأله است که سفارش مورد نیاز پس از ۴/۵ روز یا ظرف مدت ۱۰۸ ساعت پس از سفارش تحویل شرکت می گردد.

(۳) مقدار $y_3 = 1200000$ بیانگر آن است که مقدار کل اقلام معیوب برابر $1/2\% = \frac{1200000}{10000000}$ خواهد بود.

در مدل بالا اگر قیمت خرید از شرکت کیپ درب و قیمت خرید از صنایع فردان آریان یکسان باشد یعنی $C_1 = C_2 = 109$ آنگاه مقادیر نهایی که از حل مجدد مدل با LINGO8 حاصل می شود به ترتیب زیر تغییر خواهند کرد:

نام شرکت مقدار سفارشی ظرفیت باقیمانده

ستاره کالی شرق	۴۵۰۰۰۰	۰
صنایع غذایی دارا	۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
یاس پلاست شمال	۳۵۰۰۰۰	۰
شرکت کیپ درب	۰	۳۰۰۰۰۰
صنایع فردان آریان	۰	۴۵۰۰۰۰

جدول شماره (۱۲): نتیجه تحلیل حساسیت برای قیمت خرید

با توجه به نتایج حاصله از حل مدل دو مرحله ای، می توان ادعا نمود که مدل ارائه شده قادر است با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان به حل مسأله ی انتخابتأمینکننده و تخصیص سفارشات به آنها پردازد؛ زیرا در مرحله اول مدل یعنی روش تاپسیس فازی، عوامل و معیارهای کیفی و ذهنی و مبهم که نمی توان آنها را به صورت کمی بیان کرد، در مسأله وارد شده و در مرحله دوم نیز با استفاده از مدل سازی چند هدفه و رویکرد برنامه ریزی آرمانی تمام عوامل کمی را نیز در مدل وارد نموده ایم و به جواب نهایی، یعنی مقادیر سفارشات نهایی برایتأمینکالای مورد نیاز شرکت، دست یافته ایم .

با توجه به نتایج مقدار سفارش از شرکت ستاره کالی شرق و یاس پلاست شمال که بر اساس نتایج حاصله از مرحله اول مدل یعنی تاپسیس فازی، به ترتیب دارای رتبه ۱ و ۳ می باشند، سفارش با حداکثر ظرفیتتأمینکننده انجام گرفته است و مابقی سفارش از شرکت کیپ درب که با توجه به نتایج حاصل از روش تاپسیس فازی در رتبه چهارم قرار داشته انجام شده است و از شرکت صنایع غذایی دارا علی رغم آنکه دارای رتبه ۲ می باشد خریدی انجام نشده است که همانگونه که در بخش قبل توضیح داده شد، یکی از دلایل آن قیمت بالا تر این شرکت نسبت به شرکت کیپ درب بوده است؛ بنابراین با حل مدل دو مرحله ای ثابت شد که صرفاً نمی توان به دلیل داشتن رتبه بالا در مدل تاپسیس فازی به تخصیص سفارشات پرداخت و باید محدودیتهای اعمال شده در مسأله مانند ظرفیتتأمینکننده ... را نیز در نظر گرفت تا بتوان به نتیجه ای مطلوب که هم معیارهای کمی و هم کیفی و ذهنی را همزمان با هم در نظر گرفته و با در نظر گرفتن همه اهدافی که گاهی با هم در تضادند (یعنی بهینه نمودن یک هدف ممکن است باعث بدتر شدن هدفی دیگر شود) به حل مسأله پردازد.

برای مطالعات آتی به محققان در زمینه مورد مطالعه پیشنهاد می شود که:

- ۱- مدل ارائه شده در این تحقیق فقط برای یک دوره سفارش و تأمین مواد به صورت تک دوره ای انجام شد و تقاضا نیز به گونه ای ثابت در نظر گرفته شد، می توان مطالعه اخیر را با وارد کردن پارامتر زمان در مسأله با در نظر گرفتن سفارشات به صورت چند دوره ای و همچنین تقاضا به طور متغیر و احتمالی، با استفاده از مدل‌های کنترل موجودی بسط و توسعه داد و به ارائه مدل کلی تر برای مسأله پرداخت.
- ۲- در پژوهش اخیر قیمت خرید ثابت فرض شد که در صورت وجود تخفیف باید با استفاده از مدل‌های کنترل موجودی دوباره قیمت‌ها محاسبه و وارد مدل شوند.
- ۳- در این تحقیق به آرمانها وزن یکسانی داده شده، توصیه می شود به بررسی این مسأله هنگامی که آرمانها دارای وزن یکسانی نمی باشند نیز پرداخته شود.

۴- منابع

1. Amid A. and Ghodsypour S.H.(2008). An Additive Weighted Fuzzy Programming for Supplier Selection Problem in a supply chain. *International Journal of Industrial Eng. & Production Research*,19(4):1-8.
2. Azaiez M.N. & Al Sharif S.S. (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling . *Computers & Operations Research*, 32,491-507.
3. Chang, C. T. (2008). Revised multi-choice goal programming. *Applied Mathematical Modeling*, 32, 2587-2595.
4. Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102, 289-301.
5. Chen Z. and Yang W. (2011). An MAGDM based on constrained FAHP and FTOPSIS and its application to supplier selection. *Mathematical and Computer Modeling*, 54, 2802-2815.
6. Chou, C.C. (2003). The canonical representation of multiplication operation on triangular fuzzy numbers. *International Journal of Computers and Mathematics with Applications*, 45,1601-1610.
7. Dalalah D., Hayajneh M. and Batieha, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 38, 8384-8391.
8. Dickson, G. W. (1966). An analysis of supplier selection system and decision. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
9. Ellram, L. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships. *Journal of Purchasing and Material Management*, 26(1), 8-14.
10. Evans, R. H. (1980). Choice criteria revisited. *Journal of Marketing*, 44(1): 55-56.
11. Faeza, F., Ghodsypour, S. H., & O'Brien C. (2009). Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model . *Int. J. Production Economics*, 121, 395-408.
12. Famuyiwa O., Monplaisir L., & Nepal, B. (2008). An integrated fuzzy-goal-programming-based framework for selecting suppliers in strategic alliance formation , *Int. J. Production Economics*,113, 862-875.
13. Ghosypour S.H. & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 199-212:56-7.

14. Jadidi O., Hong T.S., Firouzi F., Yusuf, R. M. & Zulkifli, N. (2008). TOPSIS and fuzzy multi-objective model integration for supplier selection problem. *Journal of Achievements in Materials*, 31(2).
15. Liao S.N. & Kao H.P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38, 10803–10811.
16. Lin, H. T., & Chang, W. L. (2008). Order selection and pricing methods using flexible quantity and fuzzy approach for buyer evaluation. *European Journal of operational Research*, 187(2), 415–428.
17. Montazer G.A., Saremi H.Q. & Ramezani M. (2009). Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection. *Expert Systems with Applications*, 36, 10837–10847.
18. Ozgen D. , Onut S., Gulsun B., Rifat U. and Tuzkaya G. (2008). A two-phase possibility linear programming methodology for multi-objective supplier evaluation and order allocation problems. *Information Sciences*, 178, 485–500
19. Shahanaghi K. abd Yazdian S.A. (2009). Vendor Selection Using a New Fuzzy Group TOPSIS Approach. *Journal of Uncertain Systems*, 3(3), 221-231.
20. Ustun O. and Demirtas E.A. (2008). An integrated multi-objective decision-making process for multi-period lot-sizing with supplier selection. *the int. Journal of management science- Omega*, 36, 509 – 521.
21. Wang G., Hang S.H. and Dismukes J.P.(2004). Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision making methodology. *International Journal of Production Economics*, 91 1-15.
22. Weber, C. L., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2–18.
23. Xu J. and Yan F. (2011). A multi-objective decision making model for the vendor selection problem in a bi fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 38, 9684–9695.
24. Yang J.L., Chiu H.N., Tzeng G.H. & Yeh R.H. (2008). Vendor selection by integrated fuzzy MCDM techniques with independent and interdependent relationships. *Information Sciences*, 178, 4166–4183.