

## ارزیابی و اولویت‌بندی تامین‌کنندگان با استفاده از روش تلفیقی تاپسیس فازی و برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه (مطالعه موردی: شرکت نفت)

سیدحیدر میرفخرالدینی<sup>۱</sup>، ایمان نوربخش<sup>۲\*</sup>، اکرم ربیعی<sup>۳</sup>، محمد امین بردبار<sup>۴</sup>

۱- دانشیار، دانشگاه یزد، گروه مدیریت، یزد، ایران

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، گروه مدیریت، یزد، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت، اصفهان، ایران

۴- دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد یزد، گروه مدیریت، یزد، ایران

رسید مقاله: ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۴

پذیرش مقاله: ۱ آبان ۱۳۹۴

### چکیده

در مساله انتخاب تامین‌کننده نمی‌توان قیمت را به عنوان تنها ملاک انتخاب تامین‌کنندگان دانست؛ بلکه مساله انتخاب تامین‌کننده، یک مساله‌ی تصمیم‌گیری چند معیاره است که شامل معیارهای کمی و کیفی مانند قیمت، کیفیت کالا و خدمات، زمان تحویل و غیره است که این معیارها نیز ممکن است خودشان شامل زیر معیارهایی باشند. در دنیای واقعی به دلیل وجود اطلاعات نادقیق تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات نادقیق و واژه‌های زبانی بیان می‌شود؛ بنابراین برای تصمیم‌گیری نزدیک به واقعیت می‌توان در این موارد از تئوری مجموعه‌های فازی استفاده کرد. در این مقاله به ارائه مدل ترکیبی تاپسیس فازی و برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه برای مساله انتخاب تامین‌کننده و همچنین تخصیص سفارش‌های به تامین‌کنندگان پرداخته‌ایم. در قسمت اول مدل به دلیل استفاده از اطلاعات نادقیق و مبهم مانند واژه زبانی، از کاربرد ترکیب تئوری مجموعه فازی و تصمیم‌گیری گروهی با تاپسیس بهره‌برده‌ایم و وزن‌های به دست آمده از قسمت اول به عنوان ورودی برای ضرایب اولین هدف در مدل چند هدفه به کار گرفته شده و در قسمت دوم با استفاده از کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه آرمانی و به کارگیری نرم‌افزار LINGO10، تخصیص سفارش به تامین‌کنندگان انجام شده است. با توجه به نتایج حاصله از حل مدل دو مرحله‌ای می‌توان ادعا نمود که مدل ارائه شده قادر است با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی و نیز محدودیت‌های موجود به طور همزمان به حل مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش‌های به آن‌ها پردازد به گونه‌ای که سطوح رضایت‌بخش برای دسترسی به اهداف چندگانه را ارضا نماید. در آخر رویکرد ترکیبی مذکور برای روشن شدن و تفسیر مدل در شرکت نفت به کار گرفته شده است.

**کلمات کلیدی:** تصمیم‌گیری چندشاخصه، انتخاب تامین‌کننده، تاپسیس فازی، برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه.

\* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: noubakhshiman@yahoo.com

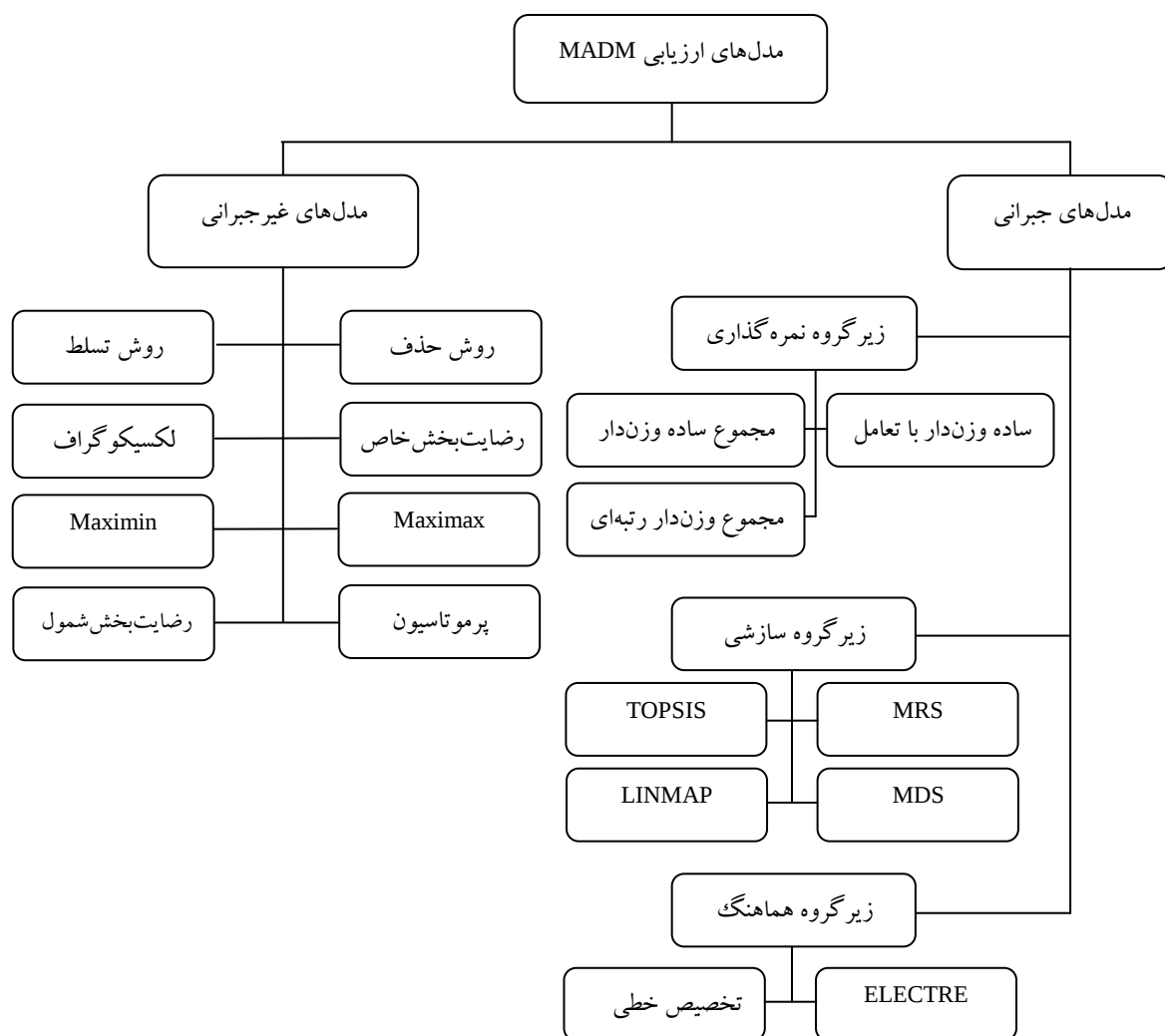
## ۱ مقدمه و ادبیات تحقیق

از عوامل مهم بقا در محیط پر رقابت امروزی، کاهش هزینه‌های تولید محصول می‌باشد. انتخاب تامین‌کنندگان مناسب می‌تواند به شکل قابل ملاحظه‌ای هزینه‌های خرید را کاهش و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد، زیرا در بیش‌تر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام شده محصول را دربر می‌گیرد. امروزه زنجیره‌های تامین، تا آنجا اهمیت یافته که رقابت از سطح شرکت‌ها به سطح زنجیره‌های تامین سوق یافته است [۱]. شرکت‌ها تلاش می‌کنند تا توان خود را در فعالیتهای اصلی خود متمرکز نمایند و سایر فعالیتهای را از طریق برون سپاری به انجام رسانند [۲]. ارزیابی، رتبه‌بندی و انتخاب صحیح تامین‌کنندگان سازمان‌ها به عنوان عاملی مهم در کسب سود برای سازمان‌ها تلقی می‌شود و به عنوان عاملی اثرگذار در کیفیت تولید محصول، ارایه خدمات و انجام فعالیتهای بازرگانی مورد توجه است. از سویی افزایش رقابت و تحولات بازار و محیط کسب و کار، روش‌های تامین اقلام و ارتباط با خریداران و تامین‌کنندگان را تغییر داده است. در شرایط جدید افزایش روابط با تامین‌کنندگان و توسعه روابط مشارکتی و پایدار با آن‌ها برای کاهش هزینه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری در برابر تغییرات بازار ضروری است. شرکت‌ها باید بتوانند برای افزایش سود، در حداقل زمان ممکن، تامین‌کنندگان مناسب را انتخاب نموده، روابط استراتژیک را با تامین‌کنندگان افزایش دهند و به صورت مؤثر با آن‌ها در تعامل باشند [۳]. بر اساس آمار حدود ۷۰٪ ارزش محصول نهایی کارخانه‌ها را هزینه خرید مواد اولیه و خدمات دریافتی تشکیل داده است [۴]. علاوه بر این تولیدکنندگان باید برای ارایه محصول مورد نظر مشتری، مواد با کیفیت را در زمان مناسب در اختیار داشته باشند [۵]. تحقیقات گوناگون حاکی از آن است که بسیاری از مشکلات کیفی مربوط به مواد خام ورودی به چرخه تولید می‌باشد [۶ و ۴]. با در نظر گرفتن وظایف مختلف مدیریت شامل برنامه‌ریزی، سازماندهی، کنترل و نظارت، رهبری و انگیزش، به وضوح مشاهده می‌شود که جوهر تمامی فعالیتهای مدیریت، تصمیم‌گیری است [۷]. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تامین‌کننده یکی از گلوگاه‌های فرایند برون‌سپاری و یک تصمیم‌گیری چند معیاره است، زیرا تصمیم‌گیرنده باید معیارهای مختلفی را در نظر بگیرد. در بسیاری از مواقع این معیارها متضاد هستند به گونه‌ای که بهینه شدن یک معیار منجر به دور شدن از حالت مطلوب معیار دیگر می‌شود [۸]. ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان فرایندی است که در طی آن تامین‌کنندگان، به عنوان یک جز از زنجیره تامین، مورد تحلیل، ارزیابی و انتخاب قرار می‌گیرند [۹]. انتخاب تامین‌کنندگان امری حیاتی برای موفقیت سازمان‌ها می‌باشد که مسئولیت مهمی برای مدیران به‌شمار می‌رود. دلیل این امر تاثیرات گسترده‌ای است که این تصمیم‌گیری بر عناصر مربوط به محصول نهایی می‌گذارد [۲ و ۱۰]. توجه به مطالب ذکر شده الزام تصمیم‌گیری صحیح در انتخاب تامین‌کنندگان را بیش از پیش مشخص می‌نماید. در تصمیم‌گیری باید به دو نکته اساسی توجه شود: اول معیارهای سنجش و دوم روش‌های مقایسه تامین‌کنندگان [۱۱]. تاکید این پژوهش بر مورد دوم بوده و هدف ارایه مدل تلفیقی جهت مقایسه و ارزیابی تامین‌کنندگان می‌باشد. تصمیم‌گیرندگان ناچار به تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده می‌باشند. عدم قطعیت و نیاز به واکنش سریع عناصری هستند که در اکثر تصمیم‌گیری‌ها ما با آن‌ها مواجه هستیم. روش تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از متداول‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری به‌شمار

می‌رود. روش‌های گوناگون برای حل مسایل MADA وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به تحلیل سلسله‌مراتبی [۱۲]، TOPSIS [۱۰]، Electre [۱۳]، Promett [۱۴] اشاره نمود. در مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان از تکنیک‌های متعددی استفاده شده است که به چند طریق می‌توان آن‌ها را دسته‌بندی نموده، مورد بررسی قرار داد. برای نمونه روش‌ها و مدل‌های موجود در این زمینه شامل دو گروه کلی می‌باشد. مدل‌های مسطح و مدل‌های سلسله‌مراتبی، در مدل‌های مسطح ساختار مدل به صورت یک سطحی بوده و تعریف تمامی معیارها در یک سطح صورت می‌پذیرد؛ ولی در مدل‌های سلسله‌مراتبی معیارها بر مبنای اهمیت و یا سایر ویژگی‌ها در سطوح مختلفی تعریف می‌شود که یکی از معروف‌ترین آن‌ها فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است. همچنین تکنیک‌های موجود را می‌توان بر مبنای رویکردشان به سه گروه تقسیم کرد. تکنیک‌های با رویکرد کمی مانند: برنامه‌ریزی خطی با اهداف چندگانه، هزینه کل مالکیت و روش‌های آماری، تکنیک‌های ادغامی که در این تکنیک‌ها روش‌های کیفی و کمی با هم ادغام شده است مانند به کارگیری AHP و برنامه‌ریزی خطی و سومین گروه تکنیک‌های ابتکاری که روش‌های ابتکاری بوده و بر مبنای تکنیک‌های هوش مصنوعی است مانند: استفاده از شبکه‌های عصبی [۱۵].

## ۲ مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

فرایند گزینش در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) به این صورت است که تعداد محدود و قابل شمارشی از گزینه‌های از پیش تعیین شده از طریق معیارهای چندگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. گزینه برتر با توجه به میزان ارضای هر چه بیش‌تر معیارها انتخاب می‌شود. از روی اطمینان نمی‌توان گفت که آیا این تکنیک‌ها کمی هستند یا خیر. در روش‌های چند شاخصه، داده‌های اولیه براساس نظرات تصمیم‌گیرندگان در قالب ماتریس تصمیم‌گیری جمع‌آوری شده و مبنای تصمیم‌گیری نهایی و به عبارتی تلفیق نظرات افراد مذکور می‌شود. روش‌های MADM بر پایه استدلال‌های ریاضی، بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود با اولویت‌بندی آن‌ها تعیین می‌کند [۱۶]. تکنیک‌های متعددی در قالب روش‌های MADM قرار می‌گیرد. در شکل (۱) فقط به نام برخی از این روش‌ها در دو دسته روش‌های جبرانی و غیرجبرانی اشاره شده است. مدل‌های غیرجبرانی شامل روش‌هایی از MADM می‌شود که در آن‌ها بده-بستان در بین معیارها صورت نمی‌گیرد. به این معنی که نقطه ضعف موجود در یک معیار توسط مزیت موجود در معیار دیگر جبران نمی‌شود و هر معیار به تنهایی و جدا از دیگر معیارها مبنای ارزیابی گزینه‌های موجود برای انتخاب قرار می‌گیرد. در مقابل، مدل‌های جبرانی شامل روش‌هایی از MADM است که در آن‌ها بین معیارها بده - بستان صورت می‌گیرد و تغییر در یک معیار توسط تغییری مخالف آن در معیار یا معیارهای دیگری قابل جبران است. از میان روش‌های متنوع MADM انتخاب روش مناسب در مراحل مختلف تصمیم‌گیری، اغلب به تجربه و سلیقه محقق مربوط می‌شود. هر چند دسته‌بندی‌هایی نیز جهت راهنمایی در انتخاب آن‌ها وجود دارد؛ اما باز هم نمی‌توان به طور قطع گفت که چه روشی برای چه مسأله‌ای مناسب است [۱۷].



شکل ۱. مدل های ارزیابی تصمیم گیری چندشاخصه [۱۷]

با توجه به اهمیت مدیریت زنجیره تامین تا کنون در این زمینه پژوهش های بسیاری انجام شده است. با وجود محدودیت دسترسی پژوهشگر به پایگاه های داده علمی، تلاش شد تا بررسی جامعی در زمینه پیشینه پژوهش های انجام گرفته در این حوزه انجام شود که نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه ای از پژوهش های انجام گرفته

| موضوع                                                                                                                                                | سال انتشار | نویسنده / نویسندگان      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------|
| فرایند انتخاب تامین کنندگان مساله تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است که هدف آن انتخاب تامین کنندگان مناسب بر اساس معیارهای از پیش تعیین شده می باشد. | ۲۰۰۲       | باتا و هاك [۳]           |
| استفاده از روش برنامه ریزی آرمانی برای انتخاب تامین کنندگان و میزان سرمایه گذاری مشترک                                                               | ۲۰۰۲       | هاجیدیمتریس و جورجیو [۹] |

| موضوع                                                                                                                                                     | سال انتشار | نویسنده / نویسندگان          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------|
| ارایه مدل ریاضی بهینه با در نظر گرفتن زمانبندی تولید قطعات جهت رفع مشکل تعامل مناسب با تامین کنندگان در شرکت هایی با حجم بالای تنوع محصولات               | ۲۰۰۸       | چه و وانگ [۹]                |
| استفاده از روش AHP در انتخاب تامین کنندگان                                                                                                                | ۲۰۰۳       | کارامن و دیگران [۹]          |
| استفاده از روش AHP در انتخاب تامین کنندگان                                                                                                                | ۲۰۰۶       | هاک و کانن [۹]               |
| استفاده از روشی جدید بر اساس توابع زیان Taguchi و AHP و رتبه بندی تامین کنندگان بر اساس زیان و انتخاب کم زیان ترین تامین کننده                            | ۱۳         | پای و لو [۱۸]                |
| استفاده از روش DEA برای ارزیابی و کاهش تامین کنندگان                                                                                                      | ۲۰۰۱       | نارازیمان [۹]                |
| استفاده از مدلی مبتنی بر فرایند تحلیل شبکه ای فازی برای گزینش تامین کننده در موقعیت های راهبردی                                                           | ۱۳۸۹       | عالم تبریز و باقرزاده [۱۹]   |
| روشی ترکیبی (DEA/AHP) برای انتخاب تامین کنندگان                                                                                                           | ۱۳۸۹       | امیری و جهانی [۹]            |
| استفاده از یک مدل برنامه ریزی غیرخطی عدد صحیح به عنوان مدلی چند هدفه با سه هدف از جنس هزینه، کیفیت و تحویل به موقع                                        | ۱۳۸۹       | جاذمی و همکاران [۲۰]         |
| استفاده از مدلی چند هدفه و تحلیل پوششی داده های چند معیاره برای انتخاب تامین کننده                                                                        | ۱۳۸۸       | محبعلی زاده و فائز [۲۱]      |
| استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی برای در نظر گرفتن عوامل کمی و کیفی در انتخاب تامین کننده | ۱۳۸۸       | سلیمانی شیر [۲۲]             |
| طراحی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) و برنامه ریزی خطی چند هدفه صحیح مختلط                                                                      | ۱۳۸۵       | هوشمندی [۲۳]                 |
| ارایه روشی مبتنی بر استدلال مبتنی بر مورد (CBR) بر پایه تکنیک های داده کاوی برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان                                           | ۲۰۱۱       | ژائو و یو [۲۴]               |
| به کارگیری روش SWOT فازی و برنامه ریزی خطی فازی برای تعیین میزان خرید از هر تامین کننده                                                                   | ۲۰۱۱       | حسن زاده امین و همکاران [۲۵] |
| استفاده از وزن دهی و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای انتخاب بهترین تامین کننده                                                                           | ۲۰۱۱       | کیلینسی و انال [۲۶]          |
| ارایه مدل برنامه نویسی چند هدفه فازی برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان                                                                                  | ۲۰۱۰       | وو و همکاران [۲۷]            |
| به کارگیری رویکردی فازی برای انتخاب تامین کنندگان                                                                                                         | ۲۰۱۰       | چامودراکاس و همکاران [۲۸]    |
| ارایه مدل ترکیبی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها (DEA)، درخت تصمیم گیری (DT) و شبکه های عصبی (NNs) برای ارزیابی تامین کنندگان                           | ۲۰۰۹       | وو [۲۹]                      |
| استفاده از روش AHP فازی برای انتخاب تامین کنندگان                                                                                                         | ۲۰۰۹       | لی [۳۰]                      |
| ارایه روشی برای رتبه بندی تامین کنندگان با استفاده از توابع زیان Taguchi و روش AHP                                                                        | ۲۰۰۶       | پی و لو [۱۸]                 |

| موضوع                                                                                                                             | سال انتشار | نویسنده / نویسندگان      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------|
| ارزیابی تامین کننده با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای (ANP) و روش TOPSIS اصلاح شده                                                | ۲۰۰۶       | شیور و شی [۶]            |
| استفاده از برنامه ریزی آرمانی فازی برای حل مساله انتخاب تامین کننده                                                               | ۲۰۰۴       | کومار و همکاران [۳۱]     |
| ارایه مدل تحلیل پوششی داده‌های دو سطحی در مدیریت ریسک زنجیره تامین برای انتخاب تامین کننده                                        | ۱۳۹۲       | شفیعا و همکاران [۳۲]     |
| روش ویکور برای انتخاب تامین کنندگان                                                                                               | ۲۰۱۳       | جهان و ادواردس [۳۳]      |
| انتخاب مواد بر اساس روش AHP و QFD                                                                                                 | ۲۰۱۳       | راجش و مالیگا [۳۲]       |
| ارایه مدلی برای حل مساله انتخاب تامین کنندگان با استفاده از تصمیم گیری خاکستری و تحلیل عاملی (مطالعه موردی: شرکت سازه گستر سایپا) | ۱۳۹۱       | امیری، صابری و حاله [۳۴] |
| توسعه مدل انتخاب تامین کنندگان با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چندمعیاره فازی با فرض وابستگی معیارها                               | ۱۳۹۲       | امانی و همکاران [۳۵]     |
| اولویت بندی تامین کنندگان با روش ترکیبی TOPSIS فازی و MCGP                                                                        | ۲۰۱۴       | دانشور و ساپوترو [۳۴]    |

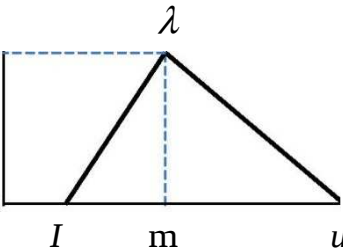
با افزایش پیچیدگی در شرایط تصمیم گیری، این عمل نسبت به گذشته دشوارتر شده است. به همین دلیل روش های جدید از قبیل تصمیم گیری فازی، تئوری سیستم های خاکستری، برنامه ریزی آرمانی و ... توسعه داده شده است [۳۱ و ۳۲]. به دلیل پیچیدگی عوامل تصمیم گیری و فرایند تفکر انسان ها، در دریافت نظرات تصمیم گیرندگان از برچسب های زبانی استفاده بسیاری می شود که این خود جزئی از فرایند تصمیم گیری بر مبنای روش های همراه با عدم قطعیت می باشد. با توجه به ویژگی های هر روش و ماهیت مسایل، تلفیق روش ها در جهت حل مسایل همراه با عدم قطعیت، از کارایی بیش تری نسبت به روش های مجرد برخوردار است [۳۲]. روش تاپسیس فازی یکی از روش های مناسب برای تصمیم گیری چند معیاره و انتخاب تامین کنندگان می باشد. در این پژوهش سعی شده تا کارایی روش تاپسیس فازی را با تلفیق روش برنامه ریزی آرمانی چند هدفه افزایش دهیم.

در این پژوهش در قسمت اول مدل به دلیل استفاده از اطلاعات نادقیق و مبهم مانند واژه زبانی، از کاربرد ترکیب تئوری مجموعه های فازی و تصمیم گیری گروهی با تاپسیس فازی بهره برده ایم و وزن های به دست 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 محدودیت هایی مانند ظرفیت های تامین کننده و برآورده کردن تقاضای خریدار به تخصیص سفارش ها به تامین 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 را برای دسترسی به اهداف چندگانه تعیین کند. در آخر رویکرد ترکیبی مذکور برای روشن شدن

و تفسیر مدل در شرکت نفت به کار گرفته شده است. برای حل مدل آرمانی چند گزینه‌ای از برنامه LINGO10 استفاده شده است.

### ۳ تاپسیس فازی

تئوری فازی توسط زاده [۳۴] در سال ۱۹۶۵ به عنوان یک فرمت از مفهوم کلاسیک از مجموعه معرفی شد. در میان اشکال مختلف از عدد فازی، اعداد فازی مثلثی (TFN) یکی از محبوب‌ترین است. TFN عدد فازی است که نشان دهنده سه نقطه به شرح زیر است که  $\tilde{A} = (l, m, u)$  می‌تواند در شکل زیر رسم شود. این نشان‌دهنده تفسیر به عنوان توابع عضویت می‌باشد و دارای شرایط زیر:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & x < l \text{ or } x > u \\ \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \end{cases}$$


شکل ۲. اعداد فازی مثلثی

تاپسیس به عنوان یکی از روش‌های جبرانی کلاسیک در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره برای حل مسایل اولویت‌بندی براساس شباهت با راه حل ایده‌آل مثبت توسط هونگ و یون [۳۴] در سال ۱۹۸۱ ارایه شد. برای استفاده از این روش، به ماتریس تصمیم‌گیری نیاز است که سطرهای این ماتریس گزینه‌ها و ستون‌های آن معیارهاست که بار رویکرد سیستمی می‌توان روش تصمیم‌گیری تاپسیس را به فضای فازی توسعه داد. گزینه انتخاب شده از این روش باید دارای کوتاه‌ترین فاصله از ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن،  $A^+$ ) و از طرف دیگر دارای بیش‌ترین فاصله از ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن،  $A^-$ ) باشد. استفاده از این رویکرد به ویژه در زمانی که هدف حل مساله تصمیم‌گیری به صورت گروهی است، بسیار کارسازتر است.

امروزه برای اولویت‌بندی در تصمیم‌گیری مدل‌های متعددی ارایه شده است. در این میان به نظر می‌رسد که کاربرد تکنیک تاپسیس به علت فضای فازی آن، ارجحیت دارد؛ زیرا اگر عدم اطمینان (فازی بودن) تصمیم‌گیری انسان در نظر گرفته نشود، نتایج ممکن است گمراه‌کننده باشد. از تئوری فازی چهارچوبی جامع برای تشریح و پردازش اطلاعات نادقیق و مبهم در مسایل تصمیم‌گیری ارایه می‌دهد [۳۵].

مراحل تاپسیس فازی به شرح ذیل بیان می گردد:

❖ گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم گیری ارزیابی گزینه ها: این ماتریس در جدول (۲) نشان داده شده است.

❖ گام دوم: بی مقیاس نمودن ماتریس تصمیم گیری: در این گام باید ماتریس تصمیم گیری فازی ارزیابی گزینه ها را به یک ماتریس بی مقیاس فازی ( $\tilde{R}$ ) تبدیل نماییم. برای به دست آوردن ماتریس، کافی است از یکی از روابط زیر استفاده نماید:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$m$ : تعداد گزینه ها       $n$ : تعداد معیارها

اگر اعداد فازی به صورت  $(a, b, c)$  باشند،  $\tilde{R}$  که ماتریس بی مقیاس (نرمالیزه شده) است بدین صورت به دست می آید:

✓ اگر معیار مثبت باشد:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad (2)$$

در این رابطه  $c_j^*$  ماکزیمم مقدار  $c$  در معیار  $j$  در بین تمام گزینه ها است. رابطه شماره (۳) این موضوع را بیان می کند:

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (3)$$

✓ اگر معیار منفی باشد:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^\circ}{c_{ij}}, \frac{a_j^\circ}{b_{ij}}, \frac{a_j^\circ}{a_{ij}} \right) \quad (4)$$

در این رابطه  $a_j^\circ$  مینیمم مقدار  $a$  در معیار  $j$  در بین تمام گزینه ها است. رابطه شماره (۵) این موضوع را بیان می کند:

$$a_j^\circ = \min_i a_{ij} \quad (5)$$

نتایج حاصل از بی مقیاس سازی در جدول (۳) نشان داده شده است.

❖ گام سوم: ایجاد ماتریس بی مقیاس وزین فازی ( $\tilde{V}$ )

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \quad (7)$$

در این رابطه  $\tilde{r}_{ij}$  ماتریس بی مقیاس به دست آمده از گام دوم است و  $\tilde{w}_j$  هم وزن فازی معیار  $j$  ام می باشد. جدول (۴) ماتریس بی مقیاس وزین فازی را نشان می دهد.

❖ گام چهارم: مشخص نمودن ایده آل مثبت فازی  $(FPIS, A^+)$  و ایده آل منفی فازی  $(FPIS, A^-)$ ، برای معیارها.

$$A^+ = (v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*) \quad (8)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (9)$$

گام پنجم: محاسبه مجموع فواصل هر یک از گزینه‌ها از ایده آل مثبت فازی و ایده آل منفی فازی: در صورتی که  $A$  و  $B$  دو عدد فازی به شرح زیر باشد، آنگاه فاصله بین این دو عدد فازی به واسطه رابطه (۱۰) به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} \tilde{A} &= (a_1, a_2, a_3) \\ \tilde{B} &= (b_1, b_2, b_3) \\ D(\tilde{A}, \tilde{B}) &= \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \end{aligned} \quad (10)$$

با توجه به توضیحات فوق در مورد نحوه محاسبه فاصله بین دو عدد فازی، فاصله‌ی هر یک از مؤلفه‌ها را از ایده آل مثبت و ایده آل منفی به دست می‌آوریم:

$$i = 1, 2, \dots, m \quad d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_{ij}^*) \quad (11)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_{ij}^-) \quad (12)$$

❖ گام ششم: محاسبه نزدیکی نسبی گزینه  $i$  ام از راه حل ایده آل؛ این نزدیکی نسبی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

❖ گام هفتم: رتبه‌بندی گزینه‌ها: بر اساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود از مساله را رتبه‌بندی نمود. هر گزینه‌ای که  $CC$  بزرگ‌تری داشته باشد بهتر است. نتایج در جدول (۵) آورده شده است [۲۴].

#### ۴ برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه (MCGP)

در برنامه‌ریزی آرمانی (GP) متغیرهای تصمیم همانند برنامه‌ریزی خطی (LP) می‌باشد؛ ولی محدودیت‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. محدودیت‌های سیستمی: محدودیت‌های LP می‌باشند که به آن‌ها محدودیت‌های *hard* نیز می‌گویند.
۲. محدودیت‌های آرمانی: سطوح انحراف مورد نظر از هر آرمان را تعیین می‌کنند که به آن‌ها محدودیت‌های *soft* می‌گویند.

محدودیت‌های سیستمی آن دسته از محدودیت‌هایی می‌باشند که باید حتماً ارضا شوند و آن‌ها را در مساله همانند برنامه‌ریزی 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 محدودیت ها را به حداقل برساند. مفهوم توابع چند هدفه اولین بار توسط کان و تاکر با استفاده از مفهوم بهینه سازی برداری معرفی و پس از آن تحقیقات بسیاری با توسعه مدل های تصمیم گیری با اهداف چندگانه انجام گردید [۳۴].

برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه (MCGP) روش استفاده شده توسط چانگ [۲۴] در سال ۲۰۰۸، که برای کاهش متغیرهای باینری در MCGP ارائه شده و در ۲ نوع است:

نوع اول؛ هر چه بیش تر بهتر:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{i=1}^n [w_i (d_i^+ + d_i^-) + \alpha(e_i^+ + e_i^-)] \\ \text{s.t.} \quad & f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \\ & Y_i - e_i^+ + e_i^- = G_{i,\max}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \\ & G_{i,\min} \leq Y_i \leq G_{i,\max} \\ & d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad X \in F. \end{aligned}$$

که در آن  $X$  متغیر آزاد در علامت و  $d_i^+$  و  $d_i^-$  انحرافات مثبت و منفی در رسیدن به هدف  $f_i(X) - Y_i$  /  $i$  ام است و  $e_i^+$ ،  $e_i^-$  به ترتیب انحراف مثبت و منفی از  $Y_i - G_{i,\max}$  / و  $\alpha_i$  وزن مجموع انحرافات از مقدار  $Y_i - G_{i,\max}$  / است.

نوع دوم؛ هر چه کم تر بهتر:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n [w_i (d_i^+ + d_i^-) + \alpha(e_i^+ + e_i^-)] \\ \text{s.t.} \quad & f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \\ & Y_i - e_i^+ + e_i^- = G_{i,\min}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \\ & G_{i,\min} \leq Y_i \leq G_{i,\max} \\ & d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad X \in F. \end{aligned}$$

برای تخصیص نهایی سفارش ها به تامین کنندگان از روش حل مدل برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه که توسط چانگ ارائه شده است، استفاده خواهیم نمود:

#### ۴-۱ اندیس ها و پارامترهای مدل

$I$ : تعداد تامین کنندگان  $i = 1, 2, \dots$

$P$ : تعداد آرمان ها  $p = 1, 2, \dots$

$Cap_i$ : بیانگر ظرفیتی است که تامین کننده  $i$  ام قادر به تامین آن است.

$D$ : بیانگر تقاضای کل شرکت است.

$CC_i$ : ضرایب نزدیکی به دست آمده از مرحله اول مدل؛ یعنی تاپسیس فازی است.

$G_{i,min}$  و  $G_{i,max}$  به ترتیب بیانگر حداکثر و حداقل آرمان  $p$  ام می باشند.

$P_i$ : بیانگر قیمت خرید هر واحد کالا از تامین کننده  $i$  ام می باشد.

$t_i$ : بیانگر مدت زمان تحویل سفارش توسط تامین کننده  $i$  ام می باشد.

$dr_i$ : بیانگر درصد اقلام معیوب (برگشتی) برای تامین کننده  $i$  ام می باشد.

## ۴-۲ متغیرهای مدل

$X_i$ : متغیر تصمیم و مقدار سفارش تخصیصی به تامین کننده  $i$  ام می باشد.

$y_p$ : متغیر کمکی برای حل برنامه ریزی آرمانی.

$Z_i$ : متغیر صفر و یک در صورت تامین تقاضا از تامین کننده  $i$  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 می باشند.

$e_p^+$  و  $e_p^-$ : متغیرهای کمکی برای حل که به ترتیب بیانگر انحراف مثبت و منفی از  $Y_i - g_{i,max}$  می باشند (جز آرمان اول).

همان طور که در بخش دوم اشاره شد برای تخصیص نهایی سفارش های تامین کنندگان از مدل برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه که توسط چانگ [۲۴]، ارایه شده است، استفاده خواهیم نمود: هدف عبارت است از مینیم کردن مجموع انحرافات از اهداف (که برای تمامی اهداف وزن یکسانی قایل شده ایم). یعنی:

$$\text{Min} \sum_{p=1}^P (d_p^+ + d_p^-) \quad (14)$$

محدودیت های سیستمی برای مساله عبارت است از:

❖ محدودیت ظرفیت تامین کنندگان که به صورت زیر می باشد:

$$X_i, (Cap_i) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

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

$$\sum_{i=1}^m X_i = D \quad (16)$$

❖ محدودیت های مثبت بودن متغیرهای تصمیم و انحرافات از آرمان ها:

$$X_i \geq 0, d_p^+, d_p^- \geq 0, Z_i = 0 \text{ or } 1, i = 1, 2, \dots, m \text{ for } X_i, p = 1, \dots, P \text{ for } d_p^+, d_p^- \quad (17)$$

#### ۴-۳ محدودیت های آرمانی

❖ حداکثر کردن ارزش کل خرید (TVP)

بر اساس مقادیر به دست آمده از مرحله اول مدل (تاپسیس فازی) خواهیم داشت: [۳۴].

$$\sum_{i=1}^m (CC_i \times X_i - d_i^+ + d_i^-) \geq G_{i,\min} \quad (18)$$

❖ محدودیت بودجه کل

$$G_{r,\min} \leq \sum_{i=1}^m (P_i \times X_i - d_r^+ + d_r^-) \leq G_{r,\max} \quad (19)$$

❖ محدودیت زمان تحویل

$$G_{r,\min} \leq \sum_{i=1}^m (t_i \times X_i - d_r^+ + d_r^-) \leq G_{r,\max} \quad (20)$$

❖ محدودیت تعداد کالای برگشتی یا معیوب

$$G_{f,\min} \leq \sum_{i=1}^m (d_f \times X_i - d_f^+ + d_f^-) \leq G_{f,\max} \quad (21)$$

#### ۵ روش تحقیق

از نظر هدف، این تحقیق در دسته تحقیقات کاربردی جای می گیرد. جامعه آماری این تحقیق شرکت نفت می باشد که شامل معاونین بازرگانی شرکت های زیر مجموعه است. روش جمع آوری اطلاعات پژوهش از نوع پیمایشی و کتابخانه ای است. در این پژوهش در دو مرحله کار ارزیابی، رتبه بندی و تخصیص سفارش به تامین کنندگان انجام گرفته است. مرحله اول ارزیابی معیارهای استخراج شده با استفاده از نظر خبرگان و کارشناسان (معاونین بازرگانی) وزن دهی و رتبه بندی شدند و پس از آن به روش تاپسیس فازی به رتبه بندی شرکت های مهم در عرصه تامین مواد اولیه ی آنها از جمله تلمبه پرداختیم؛ که به دلیل استفاده از اطلاعات نادقیق و مبهم مانند واژه زبانی، از کاربرد ترکیب تئوری مجموعه های فازی و تصمیم گیری گروهی با تاپسیس فازی بهره برده ایم و وزن های به دست 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 محدودیت هایی مانند ظرفیت های تامین کننده و برآورده کردن تقاضای خریدار به تخصیص سفارش ها به تامین کنندگان پرداخته ایم. برای حل مدل آرمانی چند گزینه ای از برنامه LINGO10 استفاده شده است. در این مقاله با استفاده از روش ترکیبی تاپسیس فازی و MCGP به رتبه بندی تامین کنندگان شرکت نفت و تخصیص سفارش به آنها پرداختیم.

## ۶ مطالعه موردی

در بخش زیر که مطالعه موردی و اجرای مدل می‌باشد به معرفی تامین کنندگان (آلترناتیوها) و ارزیابی اولیه آن‌ها می‌پردازیم. برای مدل دو مرحله‌ای به مطالعه موردی برای تامین مواد اولیه‌ای به نام تلمبه برای استفاده در شرکت نفت پرداخته‌ایم. بعد از ارزیابی اولیه از تامین کنندگان موجود در بازار برای تهیه‌ی این ماده ۵ تامین کننده شناسایی شدند که به این ترتیب می‌باشند:

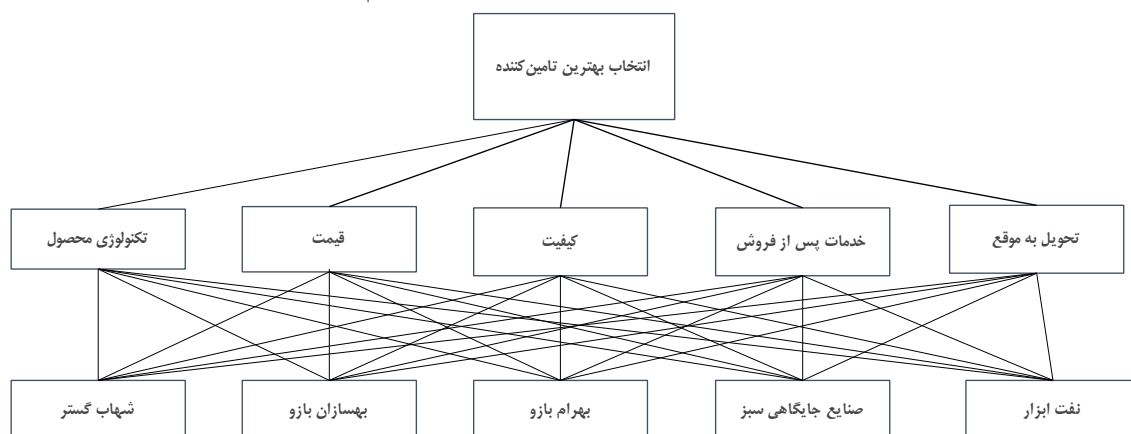
|                             |                        |                      |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| شهاب گستر ( $A_1$ )         | بهسازان بازو ( $A_2$ ) | بهرام بازو ( $A_3$ ) |
| صنایع جایگاهی سبز ( $A_4$ ) | نفت ابزار ( $A_5$ )    |                      |

## ۷ یافته‌های پژوهش

همان‌طور که اشاره شد محققان عوامل و معیارهای متعددی را برای مساله انتخاب تامین کننده در نظر گرفته‌اند که می‌توان از یک دیدگاه آن‌ها را به دو دسته: عوامل کمی و کیفی تقسیم نمود. در تحقیق پیش رو معیارها برای انتخاب تامین کننده با توجه به تحقیقات گذشته و همچنین مقالات موجود (بر اساس مطالعات انجام شده اهمیت معیارهای قیمت، زمان تحویل و کیفیت برای خریدار و بر اساس نظر نویسندگان ۷۴ مقاله که از سال ۱۹۹۶ گردآوری شده است، به ترتیب ۸۰، ۵۹ و ۵۴ درصد بوده است) به قرار موارد زیر می‌باشد که البته این معیارها با استفاده از نظر معاونین بازرگانی و متخصصان شرکت مورد مطالعه (شرکت نفت) تعیین و تایید گردیده و نقش کلیدی در انتخاب تامین کننده دارند. که عبارت است از:

|                |           |           |                  |               |
|----------------|-----------|-----------|------------------|---------------|
| تکنولوژی محصول | قیمت      | کیفیت     | خدمات پس از فروش | تحویل به موقع |
| ( $C_1$ )      | ( $C_2$ ) | ( $C_3$ ) | ( $C_4$ )        | ( $C_5$ )     |

در این قسمت مقاله ساختار سلسله مراتبی انتخاب بهترین تامین کننده ترسیم گردیده است.



شکل ۳. ساختار سلسله مراتب تامین کنندگان شرکت نفت

➤ مرحله اول مدل: اولویت بندی گزینه ها با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی  
در این مقاله از عبارت های کلامی به جای اعداد قطعی برای تعیین وزن شاخص ها و همچنین رتبه بندی گزینه ها استفاده شده است. جدول زیر عبارت های کلامی را برای توصیف اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر ارائه می کند.

**جدول ۲.** ارزیابی معیارها بر اساس واژه های زبانی

| عبارت کلامی   | عدد فازی      |
|---------------|---------------|
| خیلی پایین    | (۰,۰,۰/۱)     |
| پایین         | (۰,۰,۰/۳)     |
| تقریباً پایین | (۰/۱,۰/۳,۰/۵) |
| متوسط         | (۰/۳,۰/۵,۰/۷) |
| تقریباً بالا  | (۰/۵,۰/۷,۰/۹) |
| بالا          | (۰/۷,۰/۹,۱)   |
| خیلی بالا     | (۰/۹,۱,۱)     |

**جدول ۳.** عبارت کلامی برای رتبه بندی تامین کنندگان

| عبارت کلامی  | عدد فازی  |
|--------------|-----------|
| خیلی ضعیف    | (۰,۰,۱)   |
| ضعیف         | (۰,۱,۳)   |
| تقریباً ضعیف | (۱,۳,۵)   |
| متوسط        | (۳,۵,۷)   |
| تقریباً خوب  | (۵,۷,۹)   |
| خوب          | (۷,۹,۱۰)  |
| خیلی خوب     | (۹,۱۰,۱۰) |

نتایج حاصل از ارزیابی گزینه ها براساس معیارها طبق اعداد فازی و عبارات جدول فوق، در جدول (۴) نشان داده شده است. اعداد مندرج در این جدول میانگین فازی نظرات خبرگان می باشد. وزن هریک از معیارها نیز براساس نظر سنجی از خبرگان به دست آمده است.

**جدول ۴.** امتیازات فازی ارزیابی گزینه ها (ماتریس تصمیم گیری)

|                | C <sub>۱</sub> | C <sub>۲</sub> | C <sub>۳</sub> | C <sub>۴</sub> | C <sub>۵</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| نوع معیار      | مثبت           | منفی           | مثبت           | مثبت           | مثبت           |
| A <sub>۱</sub> | (۵/۸,۷/۴,۸/۴)  | (۷/۴,۹,۹/۸)    | (۶/۲,۷/۸,۸/۸)  | (۵/۴,۷/۲,۸/۴)  | (۷,۸/۸,۹/۸)    |
| A <sub>۲</sub> | (۵/۴,۷/۲,۸/۶)  | (۷,۸/۴,۹/۲)    | (۷/۸,۹/۴,۱۰)   | (۷/۸,۹/۲,۹/۸)  | (۸/۲,۹/۶,۱۰)   |
| A <sub>۳</sub> | (۶/۲,۷/۸,۸/۸)  | (۷,۸/۶,۹/۶)    | (۷,۸/۶,۹/۶)    | (۶/۶,۸/۴,۹/۶)  | (۸/۲,۹/۴,۹/۸)  |
| A <sub>۴</sub> | (۶/۶,۸,۸/۸)    | (۷/۴,۹,۹/۸)    | (۷,۸/۴,۹/۲)    | (۶/۲,۷/۸,۸/۸)  | (۷/۸,۹/۲,۹/۸)  |
| A <sub>۵</sub> | (۵/۶,۷/۲,۸/۴)  | (۷/۸,۹,۹/۴)    | (۸/۲,۹/۶,۱۰)   | (۶/۸,۸,۸/۶)    | (۷/۸,۹/۲,۹/۸)  |
| وزن معیار      | (۰/۱,۰/۳,۰/۵)  | (۰/۵,۰/۷,۰/۹)  | (۰/۷,۰/۹,۱)    | (۰/۳,۰/۵,۰/۷)  | (۰/۵,۰/۷,۰/۹)  |

در ادامه به یافته‌های مراحل تکنیک تاپسیس فازی برای اولویت‌بندی گزینه‌های مورد مطالعه می‌پردازیم. گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری ارزیابی گزینه‌ها: این ماتریس در جدول (۴) نشان داده شده است. گام دوم: بی‌مقیاس نمودن ماتریس تصمیم‌گیری: که نتایج حاصل از بی‌مقیاس سازی در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵. ماتریس بی‌مقیاس فازی

|       | $C_1$               | $C_2$               | $C_3$            | $C_4$               | $C_5$            |
|-------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| $A_1$ | (۰/۶۵۹,۰/۸۴۱,۰/۹۵۵) | (۰/۷۱۴,۰/۷۷۸,۰/۹۴۶) | (۰/۶۲,۰/۷۸,۰/۸۸) | (۰/۵۵۱,۰/۷۳۵,۰/۸۵۷) | (۰/۷,۰/۸۸,۰/۹۸)  |
| $A_2$ | (۰/۶۱۴,۰/۸۱۸,۰/۹۷۷) | (۰/۷۶۱,۰/۸۳۳,۱)     | (۰/۷۸,۰/۹۴,۱)    | (۰/۷۹۶,۰/۹۳۹,۱)     | (۰/۸۲,۰/۹۶,۱)    |
| $A_3$ | (۰/۷۰۵,۰/۸۸۶,۱)     | (۰/۷۲۹,۰/۸۱۴,۱)     | (۰/۷,۰/۸۶,۰/۹۶)  | (۰/۶۷۳,۰/۸۵۷,۰/۹۸)  | (۰/۸۲,۰/۹۴,۰/۹۸) |
| $A_4$ | (۰/۷۵,۰/۹۰۹,۱)      | (۰/۷۱۴,۰/۷۷۸,۰/۹۴۶) | (۰/۷,۰/۸۴,۰/۹۲)  | (۰/۶۳۳,۰/۷۹۶,۰/۸۹۸) | (۰/۷۸,۰/۹۲,۰/۹۸) |
| $A_5$ | (۰/۶۳۶,۰/۸۱۸,۰/۹۵۵) | (۰/۷۴۵,۰/۷۷۸,۰/۸۹۷) | (۰/۸۲,۰/۹۶,۱)    | (۰/۶۹۴,۰/۸۱۶,۰/۸۷۸) | (۰/۷۸,۰/۹۲,۰/۹۸) |

گام سوم: ایجاد ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی ( $\tilde{V}$ ): که جدول (۶) ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی را نشان می‌دهد:

جدول ۶. ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی

|       | $C_1$               | $C_2$               | $C_3$              | $C_4$               | $C_5$              |
|-------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| $A_1$ | (۰/۰۶۶,۰/۲۵۲,۰/۴۷۷) | (۰/۳۵۷,۰/۵۴۴,۰/۸۵۱) | (۰/۴۳۴,۰/۷۰۲,۰/۸۸) | (۰/۱۶۵,۰/۳۶۷,۰/۶)   | (۰/۳۵,۰/۶۱۶,۰/۸۸۲) |
| $A_2$ | (۰/۰۶۱,۰/۲۴۵,۰/۴۸۹) | (۰/۳۸,۰/۵۸۳,۰/۹)    | (۰/۵۴۶,۰/۸۴۶,۱)    | (۰/۲۳۹,۰/۴۶۹,۰/۷)   | (۰/۴۱,۰/۶۷۲,۰/۹)   |
| $A_3$ | (۰/۰۷,۰/۲۶۶,۰/۵)    | (۰/۳۶۵,۰/۵۷,۰/۹)    | (۰/۴۹,۰/۷۷۴,۰/۹۶)  | (۰/۲۰۲,۰/۴۲۹,۰/۶۸۶) | (۰/۱,۰/۶۵۸,۰/۸۸۲)  |
| $A_4$ | (۰/۰۷۵,۰/۲۷۳,۰/۵)   | (۰/۳۵۷,۰/۵۴۴,۰/۸۵۱) | (۰/۴۹,۰/۷۵۶,۰/۹۲)  | (۰/۱۹,۰/۳۹۸,۰/۶۲۹)  | (۰/۳۹,۰/۶۴۴,۰/۸۸۲) |
| $A_5$ | (۰/۰۶۴,۰/۲۴۵,۰/۴۷۷) | (۰/۳۷۲,۰/۵۴۴,۰/۸۰۸) | (۰/۵۷۴,۰/۸۶۴,۱)    | (۰/۲۰۸,۰/۴۰۸,۰/۶۱۴) | (۰/۳۹,۰/۶۴۴,۰/۸۸۲) |

گام چهارم: مشخص نمودن ایده‌آل مثبت فازی ( $FPIS, A^+$ ) و ایده‌آل منفی فازی ( $FPIS, A^-$ ), برای معیارها. در این مقاله از مقدار ایده‌آل مثبت فازی و ایده‌آل منفی فازی معرفی شده توسط چن برای تمام معیارها استفاده می‌شود. این مقادیر عبارت است از:

$$v_j^- = (0, 0, 0) \quad v_j^* = (1, 1, 1)$$

گام پنجم: محاسبه مجموع فواصل هر یک از گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت فازی و ایده‌آل منفی فازی.

گام ششم: محاسبه نزدیکی نسبی گزینه  $i$  از راه حل ایده‌آل.

گام هفتم: رتبه‌بندی گزینه‌ها: بر اساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود از مساله را رتبه‌بندی نمود. هر گزینه‌ای که CC بزرگ‌تری داشته باشد بهتر است، که نتایج گام‌های ۴، ۵ و ۶ در جدول (۷) آورده شده است.

جدول ۷. رتبه بندی گزینه ها

| ردیف | گزینه ها       | فاصله تا ایده آل مثبت | فاصله تا ایده آل منفی | CC    | رتبه |
|------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------|------|
| ۱    | A <sub>۱</sub> | ۲/۶۸۱                 | ۲/۷                   | ۰/۵۰۲ | ۵    |
| ۲    | A <sub>۲</sub> | ۲/۴۲۴                 | ۲/۹۹                  | ۰/۵۵۲ | ۱    |
| ۳    | A <sub>۳</sub> | ۲/۵۰۷                 | ۲/۹۰۵                 | ۰/۵۳۷ | ۲    |
| ۴    | A <sub>۴</sub> | ۲/۵۶۵                 | ۲/۸۰۷                 | ۰/۵۲۲ | ۴    |
| ۵    | A <sub>۵</sub> | ۲/۵۰۳                 | ۲/۸۵۸                 | ۰/۵۳۳ | ۳    |

نتایج حاصل از رتبه بندی گزینه ها با تکنیک تاپسیس فازی حاکی از این است که گزینه بهسازان بازو از اولویت برتری نسبت به سایر گزینه ها برخوردار است.

➤ مرحله دوم مدل: تخصیص سفارش ها به تامین کنندگان با استفاده از برنامه ریزی چند هدفه آرمانی.

همان طور که اشاره شد برای تخصیص نهایی سفارشات به تامین کنندگان از رویکرد حل مدل برنامه ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه که توسط چانگ [۳۴]، ارائه شده است، استفاده می کنیم. لازم به ذکر است که تمامی اهداف دارای وزن یکسانی هستند.

با توجه به آنکه ظرفیت تامین کنندگان به ترتیب برابر ۳۰۰۰۰۰، ۴۵۰۰۰۰، ۳۵۰۰۰۰، ۲۵۰۰۰۰ و ۳۰۰۰۰۰ عدد و تقاضای مورد نیاز شرکت ۱۰۰۰۰۰۰ عدد برای یک دوره سفارش و قیمت هر واحد تلمبه خریداری شده از شرکت های مذکور که به ترتیب برابر ۱۱۰، ۱۰۹، ۱۰۸، ۱۰۷ 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 هر چه کم تر هزینه کنیم بهتر است، طبق نظر شرکت تمام تلمبه های مورد نیاز می توانند بین ۲ تا ۵ روز به شرکت تحویل داده شوند و هر چه این زمان کم تر باشد بهتر است و زمان تحویل سفارش برای شرکت های مذکور به ترتیب برابر ۱/۵، 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 بیش تر بود، بهتر است. مجموع تعداد اقلام معیوب برگشتی از خط تولید طبق نظر شرکت می تواند بین ۱ تا ۳ درصد باشد و هر چه این درصد کم تر باشد بهتر خواهد بود، درصد اقلام معیوب توسط هر تامین کننده به ترتیب برابر ۱/۵، ۱، ۱، ۳ و ۲ درصد می باشند، (البته لازم به ذکر است که در آرمان های نهایی اعداد در ۱۰۰ ضرب شده است)؛ بنابراین با در نظر گرفتن محدودیت های بالا برای حل مدل برنامه ریزی آرمانی چند گزینه ای که با در نظر گرفتن سیاست های شرکت و مدل پیشنهادی برای حل مدل به شرح زیر خواهد شد:

$$\text{Min } z = d_1^+ + d_1^- + d_r^+ + d_r^- + d_p^+ + d_p^- + d_f^+ + d_f^- + e_1^+ + e_1^- + e_r^+ + e_r^- + e_p^+ + e_p^-$$

s.t.

$$0/899x_1 + 0/638x_r + 0/733x_p + 0/224x_f + 0/210x_d + d_1^+ + d_1^- = 35000$$

$$110x_1 + 109x_r + 108x_p + 107x_f + 109x_d + d_r^+ + d_r^- = y_1$$

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

$$1/5z_1 + 1/5z_r + 1z_p + 2z_f + 2z_d + d_r^+ + d_r^- = y_r$$

$$Y_r - e_r^+ - e_r^- = 2 \quad 2 \leq y_r \leq 5$$

$$1/5x_1 + 1x_r + 1x_p + 3x_f + 2x_d + d_f^+ + d_f^- = y_p$$

$$y_p - e_p^+ - e_p^- = 1000000 \quad 1000000 \leq y_p \leq 3000000$$

$$x_1 + x_r + x_p + x_f + x_d = 1000000$$

$$x_1 \leq 3000000, z_1, x_r \leq 450000, x_p \leq 350000, z_r, x_f \leq 250000, z_f, x_d \leq 300000, z_d$$

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

خلاصه‌ای از برخی داده‌های حاصل از خروجی نرم‌افزار به قرار جدول زیر است:

جدول ۸. خروجی حاصل از حل مدل در مرحله دوم با استفاده از نرم‌افزار LINGO10

| نام            | مقدار حاصل شده |
|----------------|----------------|
| مقدار تابع هدف | 0/4885 E + 0/8 |
| $d_r^+$        | 0/4865 E + 0/8 |
| $e_r^+$        | 3/5            |
| $X_r$          | 450000         |
| $X_p$          | 350000         |
| $X_f$          | 200000         |
| $Y_1$          | 0/6 E + 0/8    |
| $Y_r$          | 4/5            |
| $Y_p$          | 1200000        |

شایان ذکر است که در جدول بالا سایر متغیرها که ذکر نشده است برابر صفر می‌باشد و  $Z_p$  و  $Z_r$  و  $Z_f$  برابر یک است.

## ۸ بحث و نتیجه‌گیری

با استفاده از نتایج به دست آمده از مرحله اول مدل تاپسیس فازی، در صورت انتخاب یک تامین‌کننده و نداشتن محدودیت شرکت بهسازان بازو به عنوان تامین‌کننده انتخاب خواهد شد، ولی به دلیل محدودیت‌های موجود، یعنی تامین تقاضای شرکت و همچنین محدودیت ظرفیت تامین‌کننده ناچار به حل مدل با استفاده از برنامه‌ریزی

چند هدفه، یعنی مرحله دوم خواهیم شد. نرم افزار LINGO10 بعد از ۱۳ تکرار مدل بالا را حل کرده و مقادیر نهایی بعد از حل مدل مشخص گردید.

نتایج به دست آمده از خروجی نرم افزار LINGO10:

۱. با توجه به مقادیر به دست آمده نتایج حاکی از آن است که تامین کننده ی دوم و سوم، یعنی بهسازان بازو و بهرام بازو با حداکثر ظرفیت خود، یعنی به ترتیب ۴۵۰۰۰۰ و ۳۵۰۰۰۰ عدد از تقاضای مورد نیاز را تامین می کنند و باقیمانده تقاضا از شرکت صنایع جایگاهی سبز به میزان ۲۰۰۰۰۰ عدد تامین گردیده است و با توجه به اعداد به دست آمده خرید از دو شرکت شهاب گستر و نفت ابزار مقرون به صرفه نمی باشد.

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

۳. مقدار  $y_p = 1200000$  بیانگر آن است که مقدار کل اقلام معیوب برابر  $1/2\% = \frac{1200000}{100000000}$  خواهد بود.

در مدل بالا اگر قیمت خرید از شرکت شهاب گستر و نفت ابزار یکسان باشد؛ یعنی  $c_1 = c_7 = 109$  آنگاه مقادیر نهایی که از حل مجدد مدل با LINGO10 حاصل می شود به ترتیب زیر تغییر خواهند کرد:

جدول ۹. نتیجه تحلیل حساسیت برای قیمت خرید

| نام شرکت          | مقدار سفارش | ظرفیت باقیمانده |
|-------------------|-------------|-----------------|
| شهاب گستر         | ۰           | ۳۰۰۰۰۰          |
| بهسازان بازو      | ۴۵۰۰۰۰      | ۰               |
| بهرام بازو        | ۳۵۰۰۰۰      | ۰               |
| صنایع جایگاهی سبز | ۲۰۰۰۰۰      | ۵۰۰۰۰           |
| نفت ابزار         | ۰           | ۳۵۰۰۰۰          |

با توجه به نتایج حاصله از حل مدل دو مرحله ای، می توان ادعا نمود که مدل ارایه شده قادر است با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان به حل مساله انتخاب تامین کننده و تخصیص سفارش ها به آنها بپردازد؛ زیرا در مرحله اول مدل؛ یعنی تاپسیس فازی، عوامل و معیارهای کیفی، ذهنی و مبهم که نمی توان آنها را به صورت کمی بیان نمود، در مساله وارد شده و در مرحله دوم نیز با استفاده از مدل سازی چندهدفه و رویکرد برنامه ریزی آرمانی تمام عوامل کمی را نیز در مدل وارد نمودیم و به جواب نهایی؛ یعنی مقادیر سفارش های نهایی برای تامین کالای مورد نیاز شرکت، دست یافته ایم.

با توجه به نتایج مقدار سفارش از شرکت بهسازان بازو و بهرام بازو که بر اساس نتایج حاصل از مرحله اول؛ یعنی تاپسیس فازی، به ترتیب دارای رتبه اول و دوم می باشند، سفارش با حداکثر ظرفیت تامین کننده انجام گرفته است و مابقی سفارش از شرکت صنایع جایگاهی سبز که با توجه به نتایج حاصل از روش تاپسیس فازی در رتبه چهارم قرار داشته، انجام گرفته است و از شرکت نفت ابزار علی رغم اینکه دارای رتبه سوم می باشد، خریدی

صورت نگرفته است. همان گونه که در بخش قبل توضیح داده شد، یکی از دلایل آن قیمت بالاتر این شرکت نسبت به شرکت صنایع جایگاهی سبز بوده است؛ بنابراین با حل مدل دو مرحله یا ثابت شد، نمی توان به دلیل داشتن رتبه‌ی بالا در مدل تاپسیس فازی به تخصیص سفارش‌ها پرداخت و باید محدودیت‌های اعمال شده در مساله مانند ظرفیت تامین کننده و .... را نیز در نظر گرفت تا بتوان به نتیجه‌ای 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 مساله پردازد.

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

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

## منابع

- [۱] غضنفری، م.، ریاضی، ا.، (۱۳۸۲). طراحی یک رویه تصمیم گیری جهت ارزیابی، انتخاب و توسعه تامین کنندگان در مدیریت زنجیره تامین. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران. نشریه بین المللی علوم مهندسی، ۱۴(۴)، ۲۱۷-۲۱۵.
- [۲] چهارسوقی، ک.، صحرائیان، ر.، (۱۳۸۵). ارایه یک روش قاعده مند برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان، دنیای کیفیت برتر، ۳(۱۰)، ۵۸-۶۴.
- [۳] رزمی، جع.، اکبری جوکار، م.، کرباسیان، س.، (۱۳۸۳). ارایه یک مدل نوین پشتیبانی تصمیم گیری جهت برنامه ریزی، ارزیابی و انتخاب بازار در زنجیره تامین، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۳۰، ۱۲۵-۱۲۹.
- [۴] جعفرنژاد، ا.، شاه حسینی، م.، (۱۳۸۵). بهبود زنجیره تامین شرکت ایساکو با استفاده از مدل موجودی و توزیع غیر متمرکز. فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۳۸، ۷۱-۷۳.
- [۵] رضوانی، ح.، مهدی پور حسین آباد، ص.، (۱۳۸۸). کاربرد فنون MADM فازی جهت اولویت بندی محصولات تولیدی کارخانه چینی مقصود مشهد. نشریه چشم انداز مدیریت، ۸(۳۱)، ۱۸۵-۱۸۹.
- [۷] الوانی، م.، (۱۳۹۲). مدیریت عمومی. چاپ چهل و نهم، تهران: نشر نی.
- [۸] رشیدزاده، م.، سوخکیان، م.، صادقی، م.، (۱۳۸۷). انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین با استفاده از فرایند تحلیل شبکه. نشریه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی سمنان، ۳(۶)، ۱۱۲-۱۱۵.
- [۹] امیری، م.، جهانی، س.، (۱۳۸۹). به کارگیری یک روش IDEA/AHP برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان. نشریه مدیریت صنعتی، ۲(۵)، ۹-۱۲.

- [۱۰] شاهرودی، ک.، تدریس حسنی، م.، (۱۳۹۰). ارایه مدلی ریاضی به منظور انتخاب تامین کنندگان با استفاده از رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده ها و هزینه کل مالکیت (مورد مطالعه: زنجیره ارزش ساز در صنعت خودرو ایران). مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۸(۳)، (پیاپی ۳۰)، ۷۳.
- [۱۵] شرفی ماسوله، آ.، (۱۳۸۸). انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره. ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، ۱(۶)، ۴۶.
- [۱۶] رضوانی، ح.، (۱۳۸۹). روش تحقیق در مدیریت. تهران: انتشارات مهربان.
- [۱۷] اصغرپور، م.، (۱۳۸۷). تصمیم گیری های چند معیاره. چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- [۱۹] عالم تبریز، ا.، باقرزاده آذر، م.، (۱۳۸۹). مدل تصمیم گیری فرایند تحلیل شبکه ای فازی برای گزینش تامین کننده راهبردی. فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۵۴، ۶۱-۶۲.
- [۲۰] جاذمی، ر.، قیدر خلجانی، ج.، قدسی پور، ح.، (۱۳۸۹). مدل سازی مساله چند هدفه انتخاب تامین کننده با در نظر گرفتن همزمان منافع خریدار و تامین کنندگان. نشریه مهندسی صنایع، ۴۴(۲)، ۱۵۸-۱۶۳.
- [۲۱] مجبعلی زاده، ه.، فائز، ف.، (۱۳۸۸). رویکردی چندهدفه برای ارزیابی تامین کنندگان با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های چندمعیاره. نشریه تخصصی مهندسی صنایع، ۴۳(۱)، ۷۱-۷۵.
- [۲۲] سلیمانی شیر، غ.، (۱۳۸۸). ارایه یک مدل تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین تامین کنندگان در زنجیره تامین با تلفیق فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی. فصلنامه مدیریت، ۶(۱۵)، ۵۲-۵۴.
- [۲۳] هوشمندی، م.، (۱۳۸۵). طراحی مدل ریاضی انتخاب تامین کننده با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره، مطالعه موردی: فروشگاه زنجیره ای شهروند، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی.
- [۳۵] میرفخرالدینی، ح.، پیمان فر، م.، خطیبی، ع.، علیمحمدی، ح.، (۱۳۹۲). ارزیابی عملکرد سازمان های ورزشی با استفاده از مدل منسجم BSC-TOPSIS. مجله مدیریت ورزشی، ۵(۱۶)، ۸۱-۸۳.
- [6] Shyur, H. J., Shih, H. S., (2006). A hybrid MCDM model for strategic vendor selection, Mathematical and Computer Modeling, 44(8), 749-761.
- [11] Lee, E., Ha, S., Kim, S., (2001). Supplier selection and management system considering relationship in supply chain management. Transactions on engineering management, 48(3), 102-107.
- [12] Aydin, S., Kahraman, C., (2010). Multiattribute supplier selection using fuzzy analytic hierarchy process. International Journal of Computational Intelligence Systems, 3(5), 553-565.
- [13] Almeida-Dias, J., Figueira, J. R., Roy, B., (2010). ELECTRE TRI-C: a multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions. European Journal of Operational Research, 204, 565-580.
- [14] Li, W. X., Li, B.Y., (2010). An extension of the Promethee II method based on generalized fuzzy numbers. Expert Systems with Applications, 37, 5314-5319.
- [18] Pi, W. N., Low, C., (2006). Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. International Journal of Advance Manufacturing Technology, 27(6), 625-630.
- [24] Zhao, K., Yu, X., (2011). A case based reasoning approach on supplier selection in petroleum enterprises. Expert Systems with Applications, 38(6), 6839-6847.
- [25] Hassanzadeh, A., Razmi, J., Zhang, G., (2011). Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming. Expert Systems with Applications, 38(1), 334-342.
- [26] Kilincci, O., Onal, S. A., (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. Expert Systems with Applications, 38(8), 9656-9664.
- [27] Wu, D. D., Zhang, Y., Wu, D., Olson, D. L., (2010). Fuzzy multi-objective programming for supplier selection and risk modeling: A possibility approach. European Journal of Operational Research, 200(3), 774-787.
- [28] Chamodrakas, I., Batis, D., Martakos, D., (2010). Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. Expert Systems with Applications, 37(1), 490-498.
- [29] Wu, D., (2009). Supplier selection: A hybrid model using DEA, decision tree and neural network. Expert Systems with Applications, 36(5), 9105-9112.

- [30] Lee, A. H. I., (2009). A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2879-2893.
- [31] Kumar, M., Vrat, P., Shankar, R., (2004). A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *Computers & industrial Engineering*, 46, 203-207.
- [32] Wang, H., Fang, Zh., Zhu, J., (2012). An extension of grey target method with multistage fuzzy linguistic evaluation under incomplete weight. *Kybernetes*, 4(6), 736-749.
- [33] Li, Q. X., Liu, S. F., (2009). Some results about grey mathematics, *Kybernetes*, 38(3), 297-305.
- [34] Daneshvar Rouyendegh, B., Saputro, Th., (2014). Supplier selection using integrated fuzzy TOPSIS and MCGP: a case study, *Social and Behavioral Sciences*, 116, 3957 – 3970.