مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال چهاردهم، شماره چهارم (پیاپی ۵۵)، زمستان ۹۶، ص ص ۶۵-۴۵
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارایه مدلی یکپارچه برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان بر مبنای زیان معیارها و ساختار ترجیحی تصمیم‌گیرنده

مهران دودکانلوی میلان[۱]، سعید جعفرزاده قوشچی*[۲]
۱- دانشجوی کارشناس ارشد، دانشگاه صنعتی ارومیه، گروه مهندسی صنایع، ارومیه، ایران
۲- استادیار، دانشگاه صنعتی ارومیه، گروه مهندسی صنایع، ارومیه، ایران

رسید مقاله: ۲۶ تیر ۱۳۹۶
پذیرش مقاله: ۱۷ آذر ۱۳۹۶

چکیده
انتخاب تامین‌کننده مناسب یکی از مهم‌ترین مسایل تصمیم‌گیری برای دست‌یابی به مزیت رقابتی در زنجیره تامین هر شرکت و سازمانی می‌باشد. برای نیل به این اهداف، تصمیم‌گیرندگان باید بهترین روش را برای تجزیه‌وتحلیل و حل مساله انتخاب تامین‌کننده به کار بگیرند در این‌بین، استفاده از مدل‌های ترکیبی به خاطر انعطاف‌پذیری که دارند، همواره مورد استقبال بوده‌اند در این مقاله برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان، از رویکرد یکپارچه‌ی تحلیل سلسله مراتبی، تابع زیان تاگوچی، برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه و تابع مطلوبیت استفاده‌شده است. مدل پیشنهادی، تصمیم‌گیرنده را قادر خواهد ساخت تا تامین‌کننده یا تامین‌کنندگان مناسب را بر اساس کم‌ترین زیان و بالاترین سطح مطلوبیت برای دست‌یابی به مناسب‌ترین سیاست در قبال اهداف خود انتخاب کند.

کلمات کلیدی: انتخاب تامین‌کننده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تابع زیان تاگوچی، برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه، تابع مطلوبیت.

۱مقدمه
یکی از اصلی‌ترین عوامل پایداری و بقا در محیط پررقابت امروزی، کاهش هزینه‌های تولید محصول می‌باشد. انتخاب تامین‌کنندگان مناسب می‌تواند به شکل قابل‌ملاحظه‌ای هزینه‌های تولید را کاهش و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد؛ زیرا در بیش‌تر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام‌شده محصول را دربر می‌گیرد [۱]. موضوع ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان یک بحث مهم و جدی می‌باشد در واقع با فرآیند ارزیابی، مقایسه و یافتن تامین‌کننده مناسب می‌توان نیازهای خریدار را با بهترین کیفیت، در مکان مناسب، در حجم مناسب و در زمان مناسب تامین کرد[۲].

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: s.jafarzadeh@uut.ac.ir

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

اولین تحقیقات مرتبط با مساله انتخاب تامین‌کننده را می‌توان در سال‌های قبل از ۱۹۵۰ نام برد؛ یعنی زمانی که کاربرد برنامه‌ریزی خطی و محاسبات عددی در ابتدای کار خود بودند. اولین مدل انتخاب تامین‌کننده توسط NBS[1] در آمریکا استفاده‌شده است و هدف اصلی آن حداقل کردن هزینه برای بستن قراردادهای خرید در صنایع دفاعی آمریکا[2] (DOD) بوده است؛ البته باید اشاره کرد که اغلب محققان اواسط دهه ۶۰ میلادی را به‌عنوان دوره افزایش توجه به موضوع انتخاب تامین‌کننده مطرح کرده‌اند[۳].

برای تفکیک موضوعی مسایل انتخاب تامین‌کننده، شاخص‌های مختلفی در مقاله‌ها ازجمله [۳و۴] ارایه شده است. در یک جمع‌بندی کلی، محتوای مسایل انتخاب تامین‌کننده در شش دسته قابل‌تعریف است. برای سهولت در ارجاع به این دسته‌بندی، برای هر یک از آن‌ها علائم اختصاری خاص پیشنهادشده است؛

- ✓ تعداد و نوع اهداف / معیارهای انتخاب (یک یا چندهدفه بودن SO/MO).
- ✓ بازه زمانی موردبحث (یک دوره‌ای یا چند دوره‌ای SP/MP).
- ✓ تعداد انواع قطعات/مواد اولیه برای برون‌سپاری/ تامین (یک یا چنده قطعه SI/MI).
- ✓ وجود استراتژی تخفیف/پرداخت تاخیری (WOD/WD).

در اغلب مطالعات انجام‌گرفته در حوزه تامین منابع، مساله تامین‌کننده به‌عنوان یک مساله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه موردتوجه قرارگرفته است که معیارهای کمی و کیفی متعددی را در فرایند ارزیابی دخیل می‌کند. ازجمله تکنیک‌های متداولی که انتخاب تامین‌کننده را با رویکردی چند معیار موردبررسی قرار می‌دهد، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP[3]) هست که با یک رویکرد کمی و بر مبنای مقایسات زوجی، به تعیین ضرایب وزنی معیارها و امتیازدهی به تامین‌کنندگان می‌پردازد. این تکنیک تاکنون از سوی محققان زیادی استفاده گردیده که ازجمله آن می‌توان به تحقیقات نی دیک و هیل [۵]، تام و تامالا [۶]، لیائو و کائو [۷] اشاره نمود. علاوه بر این تکنیک و مدل‌های توسعه‌یافته آن، برنامه‌ریزی ریاضی نیز ابزار توانمندی در برخورد با مساله ارزیابی تامین‌کننده است که به‌تنهایی و یا در کنار تکنیک‌های دیگر قابل‌استفاده می‌باشد. گابالا نخستین پژوهش‌گری است که برنامه‌ریزی ریاضی را برای انتخاب تامین‌کننده در اداره پست استرالیا به کار گرفت [۸].

ازآنجاکه انتخاب تامین‌کننده مناسب، علاوه بر کاهش هزینه‌ها، سبب افزایش رضایت مشتری و بهبود در توان رقابتی خواهد شد، به همین منظور تصمیم‌گیرنده باید بهترین روش را برای تجزیه و تحلیل مساله انتخاب تامین‌کننده به‌کار گیرد. همچنین برای کنترل هزینه‌ها و پایداری در بازار رقابتی، انتخاب منبع با کم‌ترین زیان و متناسب با ساختار ترجیحاتی تصمیم‌گیرندگان از دغدغه‌های اصلی هر سازمان تولیدی و خدماتی است. برای دست‌یابی به این اهداف، رویکردی ترکیبی که شامل فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تابع زیان تاگوچی[4] و برنامه‌ریزی آرمانی چند انتخابی[5] با ادغام تابع مطلوبیت[6] در آن، ارایه‌شده است که بر مبنای آن ابتدا معیارهای

[1] National Bureau of Standards
[2] Department of Defense
[3] analytic hierarchy process
[4] Loss Taguchi function
[5] Multi-choice goal programming
[6] Utility function

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

انتخاب‌شده توسط تصمیم‌گیرنده با استفاده از AHP وزن دهی شده و بر اساس داده‌های مساله زیان هر یک از معیارها توسط تابع زیان تاگوچی به‌دست می‌آید. سپس از تلفیق این دو مرحله زیان کل برای معیارها محاسبه می‌شود که از این طریق تامین‌کنندگان برحسب کم‌ترین زیان قابل رتبه‌بندی می‌شوند؛ اما این هدف نهایی پژوهش نیست و در مرحله بعد تابع مطلوبیت مناسب برای هر معیار تعریف می‌شود. از آنجا که تابع مطلوبیت بر اساس رجحان‌های واقعی تصمیم‌گیرنده می‌باشد و همیشه در دسترس نیست؛ لذا بر اساس تابع زیان‌های تعریف‌شده در مراحل قبل، تابع مطلوبیت مناسب تعریف می‌شود، در آخر مدل کمی برنامه‌ریزی آرمانی با چندین سطح آرمان بر مبنای زیان معیارها و ساختار ترجیحاتی تصمیم‌گیرنده ارایه می‌شود. استفاده از این رویکرد ترکیبی، تصمیم‌گیرنده را قادر خواهد ساخت تا بر اساس سیاست‌ها و اهداف خود، تامین‌کنندگان مناسب را با کم‌ترین زیان و بالاترین سطح مطلوبیت انتخاب کند.

۲ ادبیات تحقیق

مساله انتخاب تامین‌کننده شامل دو بخش مهم است که اولی شامل انتخاب معیارهای مناسب و دیگری انتخاب متدولوژی مناسب است. در خصوص انتخاب معیارها، اولین بار در سال ۱۹۶۶ دیکسون پرسشنامه‌ای مشتمل بر ۲۳ معیار را برای ۲۷۳ نفر از مدیران و عوامل خرید از آمریکا و کانادا ارسال کرد و از آن‌ها خواست تا معیارهای مشخص‌شده را در مقیاس صفر (غیر مهم) تا چهار (بسیار مهم) رتبه‌بندی کنند و این شروع تحقیقات در زمینه انتخاب‌تامین‌کننده بود. بعد از مطالعه وبر و همکاران در سال ۱۹۹۱ بود که انتخاب تامین‌کننده به‌صورت جدی مورد توجه محققان قرار گرفت [۲]. وبر و همکاران [۹] در سال ۱۹۹۱ پس از بررسی تعداد ۲۳ مورد از معیارهای دیکسون، متوجه شدند که معیارهای قیمت، زمان تحویل، کیفیت و قابلیت تولید، برای اندازه‌گیری عملکرد تامین‌کنندگان بیش‌تر استفاده شده‌است. پی و همکاران [۱۰]، کیفیت، تحویل به موقع، قیمت و کیفیت خدمات را برای ارزیابی تامین‌کننده ارایه کردند. چانگ و همکاران [۱۱] برای مشخص کردن فاکتورهای تاثیرگذار بر انتخاب تامین‌کننده در مدیریت زنجیره‌تامین، از تکنیک دماتل استفاده کردند و قابلیت فنی، تحویل به موقع کالا، قیمت، ضمانت و ظرفیت تولید را جزو مؤثرترین معیارها نسبت به سایر معیارهای ارزیابی درنظر گرفتند.

بامطالعه ادبیات پژوهش مشاهده می‌شود که کیفیت و قیمت، بنیادی‌ترین عامل برای ارزیابی تامین‌کننده در نظر گرفته‌شده‌اند. همچنین زمان تحویل یکی از فاکتورهای مهم در روند ارزیابی می‌باشد؛ زیرا تاخیر در تحویل می‌تواند ضررهای هنگفتی به سازمان وارد نماید. هزینه‌هایی مانند توقف خط تولید و در نتیجه هزینه‌های توقف دستگاه‌ها و هزینه‌های پرسنلی و جریمه‌های احتمالی مشتری به خاطر تاخیر در تحویل را می‌توان از مشکلات تحویل دیرهنگام نامید، از سوی دیگر از دست دادن مشتریان سودآور به‌طور چشم‌گیری می‌تواند سود شرکت را تحت تاثیر قرار دهد؛ بنابراین رضایت از خدمات عامل خیلی مهمی در ماندگاری در بازار رقابتی است؛ بنابراین سنجیدن کیفیت خدمات مهم است. همچنین معیار گارانتی یک عامل خیلی مهم در بازاریابی محصولات است؛ زیرا سیاست گارانتی بهتر معمولا نشان‌دهنده محصول با کیفیت‌تر و اطمینان بیش‌تر به مشتریان است [۷].

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

روش‌های انتخاب تامین‌کننده به دو گروه روش‌های جداگانه و ترکیبی تقسیم‌بندی می‌شوند. نخستین تکنیکی که انتخاب تامین‌کننده را مورد بررسی قرار داد، تکنیک وزن‌دهی خطی بود که توسط وینـد و ربینسون [۱۲] در سال ۱۹۶۸ ارایه شد، در این رویکرد برای هر معیار، یک ضریب وزنی در نظر گرفته شده است که بیان‌گر اهمیت نسبی آن معیاره است همچنین یک تابع امتیازدهی تعریف شده است که مطلوبیت تامین‌کننده را نسبت به معیار مورد بررسی تعیین می‌کند. در آخر امتیازات تامین‌کنندگان در اهمیت نسبی معیارها ضرب شده و از مجموع آن‌ها کمیت واحدی حاصل می‌گردد که بیانگر امتیاز کلی هر تامین‌کننده می‌باشد و از این طریق تامین‌کنندگان اولویت‌بندی و ارزیابی می‌شدند. کیفی بودن نحوه امتیازدهی و عدم درنظر گرفتن اثرات متقابل معیارها بر یکدیگر اشکالاتی است که در خصوص این روش قابل‌ذکر می‌باشد.

گویندان و همکاران[۱۳]، ۳۳ مقاله مربوط به انتخاب تامین‌کننده را تا سال ۲۰۱۱ مطالعه کردند. آن‌ها متوجه شدند که بیشتر تکنیک‌های جداگانه که در زمینه انتخاب تامین‌کننده استفاده شده، تکنیک‌های تصمیم‌گیری بوده‌اند که بیش‌تر شامل روش‌های AHP، DEA[1]، ANP[2] می‌باشند.

در بین روش‌های انتخاب تامین‌کننده، روش‌های ترکیبی به خاطر انعطاف‌پذیری که دارند همواره موردتوجه بودند. علاوه بر تکنیک‌های ذکرشده در بالا، برنامه‌ریزی ریاضی تکنیک توانمندی در برخورد با مساله انتخاب تامین‌کننده است که به تنهایی و یا در کنار تکنیک‌های دیگر قابل استفاده می‌باشد. برنامه‌ریزی ریاضی خود به مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی [۱۴]، برنامه‌ریزی چندهدفه[3][۱۵]، برنامه‌ریزی عدد صحیح[4][۱۶]، و و برنامه‌ریزی آرمانی [۱۷] تقسیم می‌شود.

به دنبال افزایش استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی در ارزیابی تامین‌کنندگان، به‌تدریج رویکرد تلفیقی جدیدی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی پدید آمد که ادغام آن با دیگر تکنیک‌های تصمیم‌گیری ابزار توانمندی را برای انتخاب تامین‌کننده فراهم می‌کرد و اتخاذ تصمیماتی با اطمینان بالاتر را به همراه داشت.

قدسی پور [۱۸] ازجمله نخستین پژوهشگرانی است که از رویکرد تلفیقی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی بهره گرفته است. این رویکرد به گونه‌ایست که ابتدا امتیاز و مطلوبیت هر تامین‌کننده با استفاده از روش AHP تعیین گردیده و سپس نتایج حاصل از AHP به‌عنوان ضریب تابع هدف مربوط به بیشینه‌سازی ارزش کل خرید وارد فضای مساله برنامه‌ریزی خطی می‌شود.

شارما و بالن[۱۹] نیز با هدف ادغام سطوح مختلف معیارها برای انتخاب تامین‌کننده مناسب، در ۳ مرحله و با روش تلفیقی از تابع زیان تاگوچی و روش تاپسیس و برنامه‌ریزی چند هدفه اقدام نمود. در مرحله اول ضایعات کیفیت را با تابع زیان تاگوچی شناسایی کرده و در مرحله دوم فاکتورهای مناسب با وزن‌های مختلف را با روش تاپسیس مشخص نمودند و در مرحله سوم به ارایه یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه برای شناسایی بهترین تامین‌کننده پرداختند. ماگدالنا [۲۰]، نیز با ترکیبی از تابع زیان تاگوچی و AHP فازی برای تعیین بهترین

[1] Data envelopment analysis
[2] Analytical Network Process
[3] Multi-objective programming
[4] Mixed integer programming

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

تامین‌کننده اقدام نمود و معیارهای کیفیت، تحویل و مدیریت محیط زیست را مورد ارزیابی قرار داده و با به حداکثر رساندن عملکرد تامین‌کنندگان بر اساس هر یک از این معیارها به جمع آوری و ارزیابی عملکرد کلی آن‌ها پرداخته و بهترین تامین‌کننده را انتخاب نمودند. در مطالعه ساری و تیمور [۲۱]، گروهی از معیارهای اصلی در صنعت خودرو مانند کیفیت، تحویل، قیمت، محیط زیست، مالی، قابلیت‌های مدیریتی و شرایط کاری مورد بررسی قرار گرفت و این معیارها با روش ANP وزن‌دهی شد و با روش زیان تاگوچی ارزیابی شده و در نهایت با روش PROMETHEE مقایسه گردید که راه‌حل مناسب برای انتخاب پیچیده تامین‌کننده در صنعت خودرو ارایه شد و در نهایت این روش با روش‌های سنتی و غیر سنتی مقایسه گردید.

کارهای مشابه دیگری در خصوص برنامه‌ریزی ریاضی و مخصوصاً برنامه‌ریزی آرمانی توسط محققان ارایه گردیده ازجمله این‌که ونگ و همکارانش [۲۲] با ترکیب AHP و برنامه‌ریزی آرمانی به حل مساله انتخاب تامین‌کننده پرداخته‌اند. آن‌ها با در نظر گرفتن دو هدف بیشینه کردن ارزش کل خرید و کمینه کردن هزینه کل خرید و محدودیت‌های تقاضا و ظرفیت به تخصیص سفارشات به تامین‌کنندگان پرداختند. لیائو و کائو[۲۳]، در سال ۲۰۱۱ برای انتخاب بهترین تامین‌کننده در زنجیره تامین از تاپسیس فازی و برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه استفاده کردند. آن‌ها نشان دادند که این روش به تامین‌کنندگان کمک می‌کند تا سطوح متعدد آرمان را برای ضوابط تصمیم‌گیری خود تنظیم کنند. همچنین لیائو و کائو [۷]، در سال ۲۰۱۰ با استفاده از رویکرد یکپارچه، تحلیل سلسه مراتبی، تابع زیان تاگوچی و برنامه‌ریزی آرمانی چندبخشی، مدلی را برای انتخاب تامین‌کننده مناسب با استفاده ارزیابی معیارها بر مبنای زیان معیارها ارایه کردند، آن‌ها با استفاده از این روش اقدام به انتخاب یک تامین‌کننده از بین چندین تامین‌کننده کردند؛ اما درصورتی‌که تصمیم‌گیرنده بخواهد ترکیبی از چندین تامین‌کننده را انتخاب کند،آنگاه ضروریست که تکنیک دیگری در کنار تکنیک مذکور، استفاده شود در این تحقیق این ضعف پوشش داده شده و در واقع ترکیبی از تامین‌کنندگان بر مبنای دو جنبه زیان معیارها و مطلوب بودن (تابع مطلوبیت) آن‌ها، انتخاب می‌شود.

یکی از تکنیک‌های پرکاربرد برای حل مساله انتخاب تامین‌کننده، تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی است. با این‌که برنامه‌ریزی آرمانی به خاطر انعطاف‌پذیری که دارد، هنوز هم برای حل مسایل چندهدفه و چندشاخصه به‌کار می‌رود؛ اما به هر حال محدودیت استفاده از این روش سنتی، سبب شده تا تنها برای یک سطح آرمان با مقدار عددی به‌کار گرفته شود به‌منظور رفع این مشکل برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه توسط چانگ پیشنهاد شد [۲۴]. هر چند برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه، محدودیت برنامه‌ریزی آرمانی را پوشش می‌دهد؛ اما یکی از مشکلاتی که این دو مدل سنتی دارند، این است که ساختار ترجیحاتی تصمیم‌گیرنده را در نظر نمی‌گیرند. تابع مطلوبیت یکی از مهم‌ترین روش‌های استفاده شده برای پاسخ‌گویی به ترجیحات تصمیم‌گیرنده می‌باشد. تکنیک به‌کارگیری تابع مطلوبیت در برنامه‌ریزی آرمانی چندانتخابی، راهی مناسب برای حل مسایل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه، با در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرنده است که اولین بار در سال ۲۰۱۱ توسط چانگ [۲۴] مطرح شد. به هر حال در رابطه با پژوهش انجام شده، می‌تون مزیت‌های زیر را برشمرد:

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

- ✓ پژوهش مشابهی برای به کارگیری تابع مطلوبیت در کنار تابع زیان تاگوچی و برنامه‌ریزی آرمانی چند بخشی برای مساله انتخاب تامین‌کننده، انجام نگرفته است.
- ✓ تلفیق دو متغیر مطلوبیت اهداف و متغیر سطح دست‌یابی به آرمان، برای حل مسایل مدیریتی.
- ✓ دخیل کردن زیان تامین‌کنندگان از یک طرف و بیان رجحان‌های تصمیم‌گیرنده به زبان ریاضی از طرف دیگر.
- ✓ ارایه مدل کمی که بتواند تامین‌کننده‌ها را بر اساس رجحان‌های تصمیم‌گیرنده و زیان کل تامین کنندگان ارزیابی و انتخاب کند.

از این‌رو با مبنا قرار دادن فاکتورهای بالا نیاز به رویکرد یکپارچه‌ای احساس شد که شامل: فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تابع زیان تاگوچی و مدل توسعه‌یافته برنامه‌ریزی آرمانی چندانتخابی با تابع مطلوبیت می‌باشد.

در رویکرد پیشنهادی گام‌های زیر طی می‌شوند: در گام اول پنج معیار عمده بر اساس ادبیات پژوهش انتخاب شده سپس ماتریس مقایسات زوجی معیارها بر اساس نظر تصمیم‌گیرنده تشکیل شده و وزن معیارها تعیین می‌شود. در گام دوم بر اساس داده‌های شبیه سازی شده در مساله زیان معیارها برای هر تامین‌کننده با استفاده از تابع زیان تاگوچی محاسبه می‌شود. در گام سوم زیان کل تامین‌کنندگان از تلفیق دو مرحله قبل محاسبه می‌شود، که در این مرحله تامین‌کنندگان قابل رتبه‌بندی می‌باشند. در گام چهار، از روی توابع زیان به کار رفته برای داده‌های مساله، تابع مطلوبیت مناسب برای هر معیار تعریف می‌شود. در گام پنج، مدل کمی برنامه‌ریزی آرمانی توسعه‌یافته ارایه‌شده است که اساس آن دخیل کردن رجحان‌های تصمیم‌گیرنده و زیان کل تامین کنندگان می‌باشد.

۳ روش تحقیق

رویکرد ارایه شده در این پژوهش بر مبنای ادغام تکنیک‌های AHP، تابع زیان تاگوچی، تابع مطلوبیت و برنامه‌ریزی آرمانی توسعه یافته می‌باشد که با هدف ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان توسعه داده شده است.

در اولین مرحله از فرایند ارزیابی تامین‌کننده، ابتدا معیارهای مختلف برای تامین‌کنندگان تعریف شده و سپس به منظور تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی، از فرآیند سلسله مراتبی استفاده می‌گردد. بر این اساس ابتدا از طریق مقایسات دو به دو میان معیارهای ارزیابی، یک ماتریس مربعی به صورت جدول (۱) ساخته می‌شود که در آن برای مقایسه دو به دوی معیارها از اعداد ۱ تا ۹ استفاده شده است. سپس با یافتن بزرگ‌ترین مقدار ویژه ($\lambda_{\max}$) مربوط به ماتریس فوق که از حل رابطه (۱) به دست می‌آید و استفاده از آن در رابطه (۲) ضرایب وزنی معیارهای ارزیابی به دست می‌آید [۲۵].

$$\det\left(A-\lambda I\right)=0 \qquad (۱)$$

$$\left(A-\lambda_{\max} I\right)\times W \qquad (۲)$$

یکی دیگر از تکنیک‌های ارزیابی تامین‌کنندگان استفاده از تابع زیان تاگوچی می‌باشد که بر اساس آن زیان هر یک از معیارها توسط تابع زیان مناسب محاسبه می‌شود.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

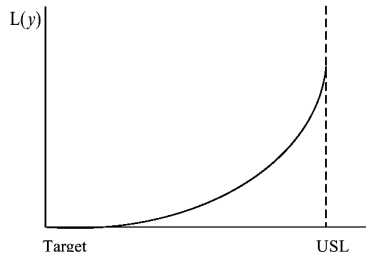
۳-۱ تابع زیان تاگوچی

تابع زیان تاگوچی به صورت انحراف یک پارامتر کمی از مقدار کیفیت هدف تعریف می‌شود؛ بنابراین هنگامی که کیفیت یک محصول تولیدی دقیقاً برابر با کیفیت هدف باشد، مقدار تابع زیان صفر است و هنگامی که کیفیت محصول تولیدی از مقدار کیفیت هدف انحراف پیدا کند، مقدار زیان به شدت افزایش می‌یابد. همچنین بناست که تابع زیان، تابع پیوسته و درجه دوم از میزان انحراف مشخصه کیفی از مقدار هدف باشد؛ زیرا این عمل به طور سیستماتیک تغییرات مقدار هدف را کاهش می‌دهد. مشخصه‌ای که برای ارزیابی و تعیین زیان معیارها بکار می‌رود، متغیر پاسخ نام دارد که شامل: پاسخ از نوع کوچک‌تر- بهتر، پاسخ از نوع بزرگ‌تر- بهتر و پاسخ از نوع اسمی- بهتر[۲۶].

۱. پاسخ از نوع کوچک‌تر-بهتر: در این حالت هر چه مقدار متغیر پاسخ کوچک‌تر باشد، بهتر است و معمولا حد بالا (USL)[1] برای متغیر پاسخ قرار داده می‌شود و مقادیر بزرگ‌تر از آن قابل قبول نمی‌باشد. همچنین حد پایین برای آن قرار می‌دهند و مقدار کم‌تر از آن هر چند بسیار مطلوب می‌باشند، لیکن مزیت چندانی نسبت به مقادیر مساوی حد پایین ندارند. در این نوع مقدار تابع زیان از رابطه (۳) به دست می‌آید:

$$L(y) = K(y)^2, \qquad K = A/\Delta^2 \tag{۳}$$

جایی که در آن L(y) زیان مرتبط با انحراف مشخصه کیفی y از هدف می‌باشد. K ضریب متوسط زیان و ضریبی ثابتی است که وابسته به هزینه ساختار فرایند ساخت می‌باشد، A متوسط زیان کیفیت و Δ تلرانس مشتری می‌باشد. این تابع به‌صورت شکل (۱) می‌باشد [۲۷].



شکل ۱. پاسخ از نوع کوچک‌تر- بهتر [۲۷]

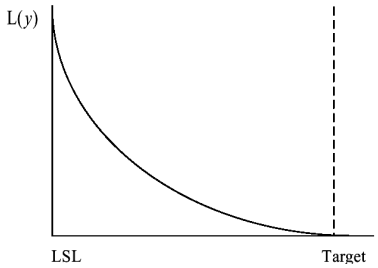
۲. پاسخ از نوع بزرگ‌تر-بهتر: در این نوع نیز هر چه مقدار متغیر پاسخ بیش‌تر باشد، بهتر است و معمولا حد پایین (LSL)[2] برای متغیر پاسخ در نظر گرفته می‌شود و مقادیر کم‌تر از آن قابل قبول نمی‌باشد. همچنین حد بالا برای آن منظور می‌شود و مقادیر بالاتر از آن هر چند بسیار مطلوب می‌باشند؛ ولی به عنوان مزیت چندانی نسبت به مقادیر مساوی حد بالا ندارند. معادله این تابع به صورت رابطه (۴) می‌باشد:

$$L(y) = K\left(\frac{1}{y}\right)^2, \qquad K = A\,\Delta^2 \tag{۴}$$

[1] Upper specification limit
[2] Lower Specification Limit

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

متغیرها در بالا تعریف شده‌اند. این تابع به صورت شکل (۲) می‌باشد [۲۷].



شکل ۲. پاسخ از نوع بزرگ‌تر–بهتر [۲۷]

برای مورد سوم ؛یعنی پاسخ از نوع اسمی–بهتر، به مرجع [۲۷] مراجعه شود.

در مرحله بعدی با استفاده از ضرب کردن وزن‌های به دست آمده از قضاوت ذهنی تصمیم‌گیرنده در زیان به دست آمده برای هر یک از معیارها، زیان کل مطابق جدول (۴) به دست می‌آید که در این مرحله تامین‌کنندگان برحسب کم‌ترین زیان قابل رتبه‌بندی می‌باشند؛ اما این تحقیق به اینجا ختم نمی‌شود؛ زیرا اساس این تحقیق بر پایه استفاده از زیان ارزیابی شده در کنار ترجیحات تصمیم‌گیرنده در مدل واحد می‌باشد، برای استفاده از رجحان‌های تصمیم‌گیرنده در مدل نیاز به تابع مطلوبیت مناسب می‌باشد؛ اما از آنجا که معمولاً تابع مطلوبیت واقعی مسایل در دسترس نمی‌باشد، در این پژوهش با توجه به کار نباتچیان و همکاران[۲۸]، توابع مطلوبیتِ متناسب با توابع زیان به‌کار رفته، برای مساله تعیین می‌شود.

تابع مطلوبیت به صورت $U : X \to R$ تعریف می‌شود که یک عدد حقیقی برای هر پیامد تخصیص می‌دهد به گونه‌ای که هدف آن تصویربرداری ترجیحاتِ تصمیم‌گیرنده بر اهداف مطلوب است، جایی که X مجموعه‌ای از نقاط شدنی و R مجموعه اعداد حقیقی می‌باشد در تابع مطلوبیت، تصمیم‌گیرنده مقدار واقعی (مقادیر فیزیکی یا مالی) برای هر گزینه را بیان می‌کند که نشان‌دهنده عملکرد گزینه از نظر تصمیم‌گیرنده است [۲۹].

تابع مطلوبیت متناظر با تابع زیان تعریف شده در رابطه (۳) به صورت رابطه (۵) بیان می‌شود.

$$u_i(y_i) = \begin{cases} ۱ & if \quad y_i \le T \\ \dfrac{USL - y_i}{T - USL} & if \quad T \le y_i \le USL \\ ۰ & if \quad y_i \ge USL \end{cases} \qquad (۵)$$

جایی که در آن USL حد بالایی است که تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد و بالاتر از آن مطلوبیت صفر و زیان ۱۰۰ درصد رخ خواهد داد و T مقدار مطلوبِ تصمیم‌گیرنده‌است. واضح است که اگر این سطح ارضا شود برای تصمیم‌گیرنده کاملا مطلوب است (مطلوبیت ۱ می‌شود) و زیان صفر می‌شود[۲۸].

تابع مطلوبیت متناظر با تابع زیان بیان شده در رابطه (۴)، به صورت رابطه (۶) بیان می شود.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

$$u_i(y_i)=\begin{cases}1 & if \quad y_i \geq T \\ \dfrac{y_i - LSL}{T - LSL} & if \quad LSL \leq y_i \leq T \\ 0 & if \quad y_i \leq LSL\end{cases} \qquad (۶)$$

جایی که در آن LSL حد پایینی است که تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد و پایین‌تر از آن مطلوبیت صفر و زیان ۱۰۰ درصد خواهدبود. T مقدار مطلوب تصمیم‌گیرنده در این تابع است که برای مقادیر بزرگ‌تر یا مساوی با آن مطلوبیت ۱ و زیان، صفر رخ خواهدداد[۲۸].

در مرحله آخر زیان کل تامین‌کنندها برای انتخاب بهترین تامین‌کننده در مدل کمی برنامه‌ریزی آرمانی وارد می‌شوند.

۳-۲ مدل توسعه‌یافته برنامه‌ریزی آرمانی چندانتخابی

برنامه‌ریزی آرمانی تکنیک مهمی برای یافتن مجموعه حل‌های قابل قبول در مسایل تصمیم‌گیری می‌باشد. برنامه‌ریزی آرمانی، ابتدا توسط چارنز و کوپر [۳۰] در سال ۱۹۶۱ معرفی شد و با انواع روش‌های مختلف نظیر لکسیکوگرافی[1]، برنامه‌ریزی آرمانی وزن‌دار شده، مینی ماکس نیز توسعه داده‌شد. هدف از برنامه‌ریزی آرمانی کمینه کردن انحرافات ناخواسته بین دست‌یابی به اهداف و سطوح آرمان آن‌ها است این مدل به صورت زیر بیان می‌شود:

$$Min\sum_{i=1}^{n}\left|f_i(x)-g_i\right| \quad or \quad Min\sum_{i=1}^{n}d_i^+ + d_i^- \qquad (۷)$$

s.t.

$$f_i(x)-d_i^+ + d_i^- = g, \qquad i=1,2,...,n \quad x \in F \qquad (۸)$$

در رابطه (۸)، F مجموعه شدنی و X عضوی از F است. $f_i(x)$ تابعی خطی از i امین هدف است؛ و d_i^- و d_i^+ انحراف‌های منفی و مثبت برای دست‌یابی به i امین هدف، در رابطه (۷) است .

چانگ [۳۱]، در سال ۲۰۰۷ مدل بالا را توسعه داد و مجموعه‌ای از سطوح آرمان را به جای یک سطح آرمان، در آن در نظر گرفت. این مدل به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد که سطوح متعدد آرمان را برای جلوگیری از کم‌اهمیت شمردن تصمیم به هر هدف داشته باشد. مزیت دیگر آن کاهش تعداد متغیرهای باینری در مدل است. این مدل به صورت زیر قابل ارایه است:

$$Min\sum_{i=1}^{n}w_i\left|f_i(x)-g_{i1} \quad or \quad g_{i2} \quad or \quad ... \quad g_{im}\right| \qquad (۹)$$

s.t:

$$x \in F \quad (i=1,2,...n), \qquad (j=1,2,...m) \qquad (۱۰)$$

[1] Lexicographic

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

جایی که در آن X آزاد در علامت و F مجموعه شدنی می‌باشد و g_{ij} ، jامین سطح آرمان از i امین هدف می‌باشد. بقیه متغیرها در بالا تعریف شده‌اند. مدل برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه می‌تواند به دو نوع کلی به صورت زیر تقسیم‌بندی شود:

نوع اول: هر چه بیش‌تر بهتر

$$Min \sum_{i=1}^{n} \left[w_i \left(d_i^+ + d_i^- \right) + \alpha_i \left(e_i^+ + e_i^- \right) \right] \quad (11)$$

s.t.

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \qquad i = 1,2,...n \quad (12)$$

$$y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\max}, \qquad i = 1,2,...n \quad (13)$$

$$g_{i,\min} \le y_i \le g_{i,\max}, \qquad i = 1,2,...n \quad (14)$$

$$d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \ge 0, \qquad i = 1,2,...,n \quad x \in F \quad (15)$$

طوری که X آزاد در علامت و F مجموعه شدنی می‌باشد و d_i^+, d_i^- انحراف‌های منفی و مثبت وابسته به i امین هدف یعنی $\left| f_i(x) - y_i \right|$ در معادله (۱۲) است و e_i^+, e_i^- انحرافات منفی و مثبت وابسته به $\left| y_i - g_{i,\max} \right|$ در معادله (۱۳) است طوری که $g_{i,\max}, g_{i,\min}$ به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین سطح آرمان مورد نظر تصمیم‌گیرنده می‌باشند و w_i وزن مربوط به مجموع انحرافات وابسته به $\left| f_i(x) - y_i \right|$ و α_i وزن مربوط به مجموع انحرافات وابسته به $\left| y_i - g_{i,\max} \right|$ است.

نوع دوم: هر چه کم‌تر بهتر

$$Min \sum_{i=1}^{n} \left[w_i \left(d_i^+ + d_i^- \right) + \alpha_i \left(e_i^+ + e_i^- \right) \right] \quad (16)$$

s.t.

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \qquad i = 1,2,...n \quad (17)$$

$$y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\min}, \qquad i = 1,2,...n \quad (18)$$

$$g_{i,\min} \le y_i \le g_{i,\max}, \qquad i = 1,2,...n \quad x \in F \quad (19)$$

$$d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \ge 0, \qquad i = 1,2,...,n \quad (20)$$

همه متغیرها مثل بالا تعریف می‌شوند با این تفاوت که e_i^+, e_i^- انحرافات منفی و مثبت مربوط به $\left| y_i - g_{i,\min} \right|$ در معادله (۱۸) است و α_i وزن مربوط به مجموع انحرافات وابسته به $\left| y_i - g_{i,\min} \right|$ است [۳۱].

روش‌های ریاضی زیادی برای حل مسایل چندهدفه توسعه داده شده‌اند که مدل‌های سنتی برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی آرمانی چندانتخابی نیز جزء این دسته می‌باشد. گرچه مقادیر ترجیحی تکی یا ساختاری در این مدل‌ها به ندرت در نظر گرفته می‌شوند؛ اما در هیچ یک، ساختار ترجیحی تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته نمی‌شود. در این بین تابع مطلوبیت یکی از بهترین روش‌ها برای پاسخگویی به ترجیحات تصمیم‌گیرنده است که

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

توسط چانگ [۲۴] در سال ۲۰۱۱ به مدل برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه اضافه شده است که رویکرد جدیدی برای حل مسایل جهان واقعی می‌باشد.

طبق مطالعات لی کالزی و سراتو [۳۲]، متناظر با مسایل واقعی فقط چهار تابع مطلوبیت تعیین شده‌اند که عبارت‌است از: اشکال مقعر، محدب، S شکل و حالت معکوس S شکل، در این رویکرد تصمیم‌گیرنده می‌خواهد مطلوبیت مورد نظر خود را، ماکزیمم کند.

فرم عمومی دو نوع تابع مطلوبیت خطی که توسط لایی و هوانگ [۳۳]، تعریف شده‌اند و متناظر با توابع زیان تعریف شده در بالا نیز می‌باشند، به صورت روابط (۲۱) و (۲۲) می‌باشند.

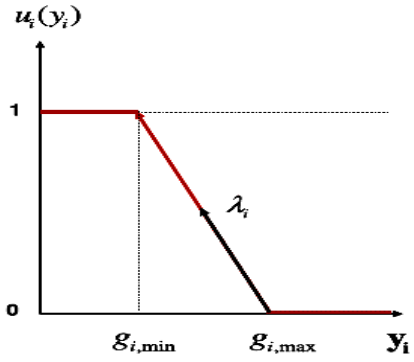
۱. تابع مطلوبیت خطی از چپ (تابع مطلوبیت با شیب منفی):

$$u_i(y_i)=\begin{cases} ۱ & if \quad y_i \le g_{i,\min} \\ \dfrac{g_{i,\max}-y_i}{g_{i,\max}-g_{i,\min}} & if \quad g_{i,\min} \le y_i \le g_{i,\max} \\ ۰ & if \quad y_i \ge g_{i,\max} \end{cases} \qquad (۲۱)$$

۲. تابع مطلوبیت خطی از راست (تابع مطلوبیت با شیب مثبت):

$$u_i(y_i)=\begin{cases} ۱ & if \quad y_i \ge g_{i,\max} \\ \dfrac{y_i-g_{i,\min}}{g_{i,\max}-g_{i,\min}} & if \quad g_{i,\min} \le y_i \le g_{i,\max} \\ ۰ & if \quad y_i \le g_{i,\min} \end{cases} \qquad (۲۲)$$

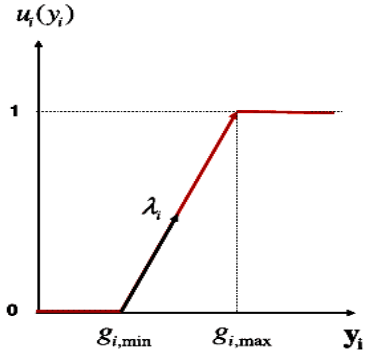
جایی که در آن‌ها $g_{i,\max}$ و $g_{i,\min}$ کران بالا و پایین (بالاترین و پایین‌ترین) آرمانِ هدف i ام هستند لازم به توضیح است که این دو فرم تابع مطلوبیت خطی، نمایشی دیگر از توابع مطلوبیت تعریف شده در روابط (۵) و (۶) می‌باشند. نمودار این توابع در زیر آورده شده است. اشکال (۳) و (۴) به ترتیب بیانگر تابع مطلوبیت خطی از چپ و تابع مطلوبیت خطی از راست هستند.



شکل ۳. تابع مطلوبیت خطی از چپ [۳۳]

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]



شکل ٤. تابع مطلوبیت خطی از راست [۳۳]

همان‌طور که در شکل نیز مشخص شده‌است، تصمیم‌گیرنده می‌خواهد مقدار مطلوبیت λ_i را تا جایی که ممکن است، افزایش دهد. در حقیقت حل مسایل تصمیم‌گیری توسط افزایش خود به خود مقادیر مطلوب تا بیش‌ترین مقدار ممکن در مسایل واقعی مشکل است؛ بنابراین برای فائق آمدن بر این مشکل و به‌کارگیری هدف‌مند از برنامه‌ریزی آرمانی چند انتخابی، به دو مورد خطی به‌کارگیری تابع مطلوبیت در این مدل، در زیر پرداخته می‌شود.

نوع اول: مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندانتخابی با تابع مطلوبیت خطی از چپ؛ تصمیم‌گیرنده می‌خواهد مقدار مطلوبیت $u_i\left(y_i\right)$ را تا بیش‌ترین مقدار ممکن افزایش دهد در مورد تابع مطلوبیت خطی از چپ برای رسیدن به این هدف مقدار y_i باید نزدیک‌ترین مقدار ممکن به مقدار آرمان $g_{i,\min}$ باشد. این مورد به صورت زیر فرموله می‌شود [۲۴]:

$$Min \sum_{i=1}^{n}\left[w_i\left(d_i^+ + d_i^-\right) + \beta_i f_i^-\right] \qquad (۲۳)$$

s.t.

$$f_i\left(x\right) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \qquad i = 1,2,...n, \qquad (۲۴)$$

$$g_{i,\min} \le y_i \le g_{i,\max}, \qquad i = 1,2,...n, \qquad (۲۵)$$

$$\lambda_i \le \frac{g_{i,\max} - y_i}{g_{i,\max} - g_{i,\min}}, \qquad i = 1,2,...n, \qquad (۲۶)$$

$$\lambda_i + f_i^- = 1, \qquad i = 1,2,...n, \qquad (۲۷)$$

$$i = 1,2,...,n, \quad x \in F, \qquad d_i^+, d_i^-, f_i^-, \lambda_i \ge 0. \qquad (۲۸)$$

در رابطه (۲۳)، w_i, β_i به ترتیب وزن‌های تخصیص داده شده به انحرافات هستند. λ_i مقدار مطلوبیت در مدل است و بالاترین مقدار ممکن برای آن ۱ می‌باشد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

نوع دوم: مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندانتخابی با تابع مطلوبیت خطی از راست، تصمیم‌گیرنده می‌خواهد مقدار مطلوبیت $u_i\left(y_i\right)$ را تا بیش‌ترین مقدار ممکن افزایش دهد در مورد تابع مطلوبیت خطی از راست، برای دست‌یابی به این هدف مقدار y_i باید نزدیک‌ترین مقدار ممکن به مقدار آرمان $g_{i,\max}$ باشد در این مورد مدل به شکل زیر قابل بیان است [۲۴]:

$$Min\sum_{i=1}^{n}\left[w_i\left(d_i^+ + d_i^-\right)+\beta_i f_i^-\right] \qquad (۲۹)$$

s.t.

$$f_i\left(x\right)-d_i^+ + d_i^- = y_i, \qquad i=1,2,...n, \qquad (۳۰)$$

$$g_{i,\min} \le y_i \le g_{i,\max}, \qquad i=1,2,...n, \qquad (۳۱)$$

$$\lambda_i \le \frac{y_i - g_{i,\min}}{g_{i,\max}-g_{i,\min}}, \qquad i=1,2,...n, \qquad (۳۲)$$

$$\lambda_i + f_i^- = 1, \qquad i=1,2,...n, \qquad (۳۳)$$

$$d_i^+, d_i^-, f_i^-, \lambda_i \ge 0 \qquad i=1,2,...,n, \quad x \in F. \qquad (۳۴)$$

همچنین لازم به ذکر است که متغیرهای انحراف d و f می‌توانند در محدوده‌های خیلی متفاوت تغییر کنند و باعث میل ناخواسته به سمت اهداف با مقدار بزرگ‌تر شوند. برای رفع این مشکل رویکردهای نرمال‌سازی زیادی نظیر درصدی، اقلیدسی، جمع و نرمال‌سازی صفر و یک وجود دارد از آنجا که انحرافات d_i^-, d_i^+ می‌توانند در محدوده دلخواه تغییر کنند؛ ولی محدوده مجاز برای تغییرات f_i^-های منفی، یا صفر است یا یک و این باید در وزن‌های w_i, β_i در نظر گرفته شود برای حل این مشکل، از روش نرمال‌سازی که نرمال‌سازی مطلوبیت نام دارد، استفاده شده است:

فرض کنید $d_i^-, d_i^+ = \left[0, \bar{U}_i\right]$ و $f_i^- = \left[0,1\right]$ جایی که $\bar{U}_i$ حد بالا برای d_i ها است؛ بنابراین وزن‌های نرمال شده‌ی w_i, β_i به آسانی از طریق رابطه (۳۵) به دست می‌آیند:

$$\beta_i = \frac{\bar{U}_i}{1+\bar{U}_i}, \qquad w_i = \frac{1}{1+\bar{U}_i} \qquad (۳۵)$$

می‌توان این روش را برای نرمال‌سازی n تابع هدف نیز به‌کار گرفت [۲۴].

٤ یافته‌های پژوهش

فرض می‌شود که شرکتی در نظر دارد از بین پنج تامین‌کننده، حداقل یک و حداکثر سه تامین‌کننده را برای تامین نیازهای خودش انتخاب کند برای تصدیق و اعتبار سنجی مدل پنج معیار عمومی که شامل: کیفیت محصول،

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

قیمت، زمان تحویل، کیفیت خدمات و درجه یا میزان گارانتی می‌باشد، انتخاب شده‌اند. همچنین ترجیحات تصمیم‌گیرنده در مورد معیارهای ارزیابی به صورت زیر بیان شده است (داده‌های مساله شبیه سازی شده‌اند):

در مورد کیفیت محصول (نرخ خرابی)، میزان صفر درصد معیوبی برای تصمیم‌گیرنده مطلوب است و حد مشخص بالای آن ۲ درصد در نظر گرفته شده است. زیان صفر برای میزان صفر درصد معیوبی اتفاق خواهد افتاد و زیان ۱۰۰ درصد برای میزان معیوبی ۲ درصد رخ خواهد داد. برای آن تابع مطلوبیت خطی از چپ که شکلی شبیه به شکل (۳) دارد، بیان می‌شود که در آن $g_{i,\min} = ۰$ و $g_{i,\max} = ۰/۰۱$ می‌باشد.

در مورد قیمت پیشنهادی، زیان صفر برای تامین‌کنندگانی خواهد بود که قیمت خیلی پایین را پیشنهاد می‌کنند و برای ۱۶ درصد بیش‌تر از پایین‌ترین قیمت، زیان ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شده است. تابع مطلوبیت بیان‌کننده این ترجیحات، شبیه تابع مطلوبیت نشان داده شده در شکل (۳) است جایی که $g_{i,\min} = ۰/۸۶$ و $g_{i,\max} = ۱$ می‌باشد.

تصمیم‌گیرنده زمان مطلوب تحویل را پایین‌ترین زمان تحویل از میان تامین‌کنندگان در نظر می‌گیرد و زیان ۱۰۰ درصد از سوی تامین کنندگانی خواهد بود که سه روز کاری برای تحویل تاخیر داشته باشند. تابع مطلوبیت در این حالت شبیه به شکل (۳) می‌باشد با این تفاوت که $g_{i,\min} = ۰/۴۲$ و $g_{i,\max} = ۱/۲۵$ می باشد.

کیفیت خدمات برای این معیار، تصمیم‌گیرنده میزان ۵۰ درصد را به عنوان حد مشخصه پایین در نظر می‌گیرد و این حد زیان ۱۰۰ درصد را خواهد گرفت. زیان صفر وقتی رخ خواهد داد که فاکتور خدمت برای تامین‌کننده نسبت ۱۰۰ درصد باشد. تابع مطلوبیت بیان‌کننده این ترجیحات شکلی شبیه به شکل (۴) دارد که در آن $g_{i,\min} = ۰/۵$ و $g_{i,\max} = ۱$ می‌باشد.

برای عامل میزان گارانتی، تصمیم‌گیرنده حد مشخصه ۶۵ درصد را به عنوان حد پایین تعیین کرده است و برای این نسبت، زیان ۱۰۰ درصد رخ خواهد داد و زیان صفر درصد وقتی رخ خواهد داد که گارانتی ۱۰۰ درصد باشد. تابع مطلوبیت بیان کننده این ترجیحات شبیه شکل (۴) می‌باشد جایی که $g_{i,\min} = ۰/۶۵$ و $g_{i,\max} = ۱$ می‌باشند.

همچنین تصمیم‌گیرنده مقدار ضریب متوسط زیان (k) را برای هر یک از معیارهای کیفیت محصول، قیمت، زمان تحویل، کیفیت خدمات و گارانتی به ترتیب ۳۰۹۰۰۰، ۲۰۱۱، ۱/۵، ۳۰ و ۱۲ تعیین کرده است.

مقادیر مشخصه‌های کیفی و مقادیر نسبی هر مشخصه، برای هر تامین‌کنندگان در در جدول (۲) شبیه‌سازی شده است. مراحل ارزیابی به طریق زیر خواهد بود:

مرحله ۱: تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی از طریق مقایسات زوجی حاصل از نظر تصمیم‌گیرنده.

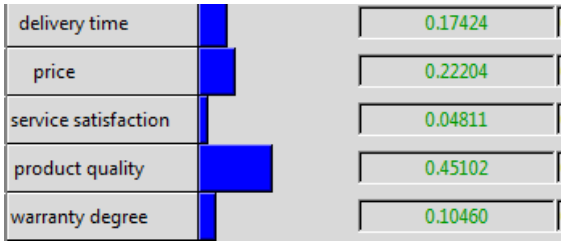
[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

جدول ۱. مقایسات زوجی معیارها

	کیفیت محصول	قیمت	زمان تحویل	گارانتی	کیفیت خدمات
کیفیت محصول	۱	۴	۳	۳	۵
قیمت	$\frac{۱}{۴}$	۱	۲	۳	۴
زمان تحویل	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	۲	۶
گارانتی	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	۳
کیفیت خدمات	$\frac{۱}{۵}$	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۱}{۶}$	$\frac{۱}{۳}$	۱

نتایج حاصل از به کارگیری نرم افزار Super Decisions برای تعیین وزن معیارها به صورت شکل (۵) می‌باشد.



شکل ۵. نتایج حاصل از نرم افزار Super Decision

مرحله ۲: در این مرحله با استفاده از داده‌های جدول (۲)، توابع زیان مناسب و نیز با استفاده از مقادیر متوسط زیان (K) داده‌شده در بالا، زیان هر یک از معیارها برای هر تامین‌کننده به دست می‌آید. محاسبات در جدول (۳) نمایش داده شده‌اند.

جدول ۲. مقادیر کمی و مقادیر نسبی مشخصه‌ها

تامین کنندگان	کیفیت محصول		قیمت		زمان تحویل		کیفت خدمات		گارانتی	
	مقدار (%)	مقدار نسبی(%)	مقدار	مقدار نسبی	مقدار	مقدار نسبی	مقدار	مقدار نسبی(%)	مقدار (%)	مقدار نسبی(%)
S۱	۱/۱۷	۱/۱۷	۱۱۷	۱۷/۰۰	۲/۴	۲/۴	۵۵/۰۰	۵۵/۰۰	۷۳/۰۰	۷۳/۰۰
S۲	۱/۶	۱/۶	۱۰۱	۱/۰۰	۱	۱	۸۰/۰۰	۸۰/۰۰	۶۵/۰۰	۶۵/۰۰
S۳	۱/۰۱	۱/۰۱	۱۰۹	۹/۰۰	۱/۹۱	۱/۹۱	۶۱/۰۰	۶۱/۰۰	۹۵/۰۰	۹۵/۰۰
S۴	۱/۳	۱/۳	۱۰۳	۳/۰۰	۱/۷۷	۱/۷۷	۹۳/۰۰	۹۳/۰۰	۸۰/۰۰	۸۰/۰۰
S۵	۱/۷	۱/۷	۱۱۴	۱۴/۰۰	۲	۲	۷۹/۰۰	۷۹/۰۰	۸۴/۰۰	۸۴/۰۰

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

جدول ۳. مقادیر زیان معیار ها برای هر تامین‌کننده

تامین کنندگان	کیفیت محصول	قمیت	زمان تحویل	کیفیت خدمات	گارانتی
S۱	۴۲/۳	۵۸/۱۲	۸/۶۴	۹۹/۱۷	۲۲/۵۲
S۲	۷۹/۱	۰/۲۰	۱/۵	۴۶/۸۷	۲۸/۴۰
S۳	۳۱/۵۲	۱۶/۲۹	۵/۴۷	۸۰/۶۲	۱۳/۳
S۴	۵۲/۲۲	۱/۸۱	۴/۷	۳۴/۶۹	۱۸/۷۵
S۵	۸۹/۳	۳۹/۴۱	۶	۴۸/۰۷	۱۷/۰۰

جدول ٤. مقادیر زیان کل تامین‌کنندگان و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس زیان کل (نتایج حاصل از مدل چین نانگ لیائو [۲۷])

تامین کنندگان	زیان کیفیت	زیان قیمت	زیان زمان تحویل	زیان کیفیت خدمات	زیان گارانتی	زیان کل	رتبه‌بندی
S۱	۱۹/۰۸	۱۲/۹۰	۱/۵۰	۴/۷۶	۲/۳۶	۴۰/۶	۳
S۲	۳۵/۶۷	۰/۰۴	۰/۲۶۱	۲/۲۵	۲/۹۸	۴۱/۲۰	۴
S۳	۱۴/۲۱	۳/۶۱	۰/۹۵	۳/۸۷	۱/۳۹	۲۴/۰۳	۱
S۴	۲۳/۵۵	۰/۴۰	۰/۸۲	۱/۶۶	۱/۹۷	۲۸/۴۰	۲
S۵	۴۰/۲۷	۰/۷۵	۱/۰۴	۲/۳۱	۱/۷۸	۴۶/۱۵	۵

مرحله ۳: برای مقایسه مدل پژوهش با مدل لیائو [۲۷] و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان بر اساس زیان کل، با استفاده از داده‌ها مرحله ۱ و ۲ زیان کل برای هر تامین‌کننده به دست می‌آید که بر اساس آن تامین‌کنندگان قابل رتبه‌بندی می‌باشند این مقادیر در جدول (۴) ثبت شده‌اند.

مرحله ۴: در این مرحله برای انتخاب تامین‌کننده مناسب و تعیین میزان مطلوبیت اهداف برای تصمیم‌گیرنده، مدل توسعه‌یافته برنامه‌ریزی آرمانی چند انتخابی با تابع مطلوبیت بر اساس مقادیر کمی مشخصه‌های کیفی و زیان کل هر یک از تامین‌کنندگان ارایه می‌شود. تصمیم‌گیرنده زیان کل را برای تامین‌کننده مناسب ۲۵ پیش‌بینی کرده است که هر چه این میزان کم‌تر باشد، بهتر است جایی که کران بالا برای زیان کل ۵۰ در نظر گرفته‌شده‌است. نهایتاً مدل بعد از بی‌مقیاس سازی محدودیت‌ها و تعیین وزن مناسب برای متغیرهای انحراف به‌صورت زیر در می‌آید:

$$Minz = ۰/۹۸d_۱^+ + ۰/۰۰۸d_۲^+ + ۰/۲۵d_۳^+ + ۰/۰۰۹d_۴^- + ۰/۰۰۹d_۵^- + \left(d_۶^+ + e_۱^+\right) +$$
$$۰/۰۰۱۹f_۱^- + ۰/۰۹۹f_۲^- + ۰/۰۷۵f_۳^- + ۰/۰۹۹f_۴^- + ۰/۰۹۹f_۵^-$$

$$s.t:$$
$$۰ \le y_۱ \le ۰/۰۱$$
$$\lambda_۱ \le \frac{۰/۰۱ - y_۱}{۰/۰۱}$$
$$\lambda_۱ + f_۱^- = ۱$$
$$۰/۶۹s_۱ + ۰/۹۴s_۲ + ۰/۵۹s_۳ + ۰/۷۶s_۴ + s_۵ + d_۲^- - d_۲^+ = y_۲$$
$$۰/۸۶ \le y_۲ \le ۱$$
$$\lambda_۲ \le \frac{۱ - y_۲}{۰/۱۴}$$

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

$$\lambda_۲ + f_۲^- = ۱$$
$$s_۱ + ۰/۴۲ s_۲ + ۰/۷۹ s_۳ + ۰/۷۴ s_۴ + ۰/۸۳ s_۵ = y_۳$$
$$۰/۴۲ \le y_۳ \le ۱/۲۵$$
$$\lambda_۳ \le \frac{۱/۲۵ - y_۳}{۰/۸۳}$$
$$\lambda_۳ - f_۳ = ۱$$
$$۰/۵۵ s_۱ + ۰/۸ s_۲ + ۰/۶۱ s_۳ + ۰/۹۳ s_۴ + ۰/۷۹ s_۵ = y_۴$$
$$۰/۵ \le y_۴ \le ۱$$
$$\lambda_۴ \le \frac{y_۴ - ۰/۵}{۰/۵}$$
$$\lambda_۴ - f_۴ = ۱$$
$$۰/۷۳ s_۱ + ۰/۶۵ s_۲ + ۰/۹۵ s_۳ + ۰/۸ s_۴ + ۰/۸۴ s_۵ = y_۵$$
$$۰/۶۵ \le y_۵ \le ۱$$
$$\lambda_۵ \le \frac{y_۵ - ۰/۶۵}{۰/۳۵}$$
$$\lambda_۵ - f_۵ = ۱$$
$$۰/۸۸ s_۱ + ۰/۹۳ s_۲ + ۰/۵۲ s_۳ + ۰/۶ s_۴ + s_۵ = y_۶$$
$$۰/۵۴ \le y_۶ \le ۱/۰۸$$
$$y_۶ + e_۱^- - e_۱^+ = ۰/۵۴$$
$$s_۱ + s_۲ + s_۳ + s_۴ + s_۵ = ۳$$
$$s_i, f_i, \lambda_i, d_j^+, d_j^-, y_j, e_۱^+, e_۱^- \ge ۰$$
$$i = ۱,۲,۳,۴,۵ \quad j = ۱,۲,۳,۴,۵,۶$$

نتیجتاً پس از اجرای مدل توسط نرم‌افزار *GAMS*، تامین‌کنندگان۱، ۳ و ۴ ($s_۱ = s_۳ = s_۴ = ۱$ و $s_۲ = s_۵ = ۰$) جزو تامین‌کنندگان انتخابی تصمیم‌گیرنده انتخاب شدند. همچنین این نتایج به‌راحتی قابل قیاس با نتایج مدل چین نانگ لیائو [۲۷] یعنی جدول (۴) می‌باشد مطابق مدل لیائو از بین پنج تامین‌کننده، به ترتیب تامین‌کنندگان ۳ و ۴ و ۱ دارای کم‌ترین زیان می‌باشند؛ اما در صورتی که تصمیم‌گیرنده بخواهد از بین پنج تامین‌کننده فقط یک تامین‌کننده انتخاب کنند، مطابق مدل لیائو [۲۷] این طور به نظر خواهد رسید که تامین‌کننده شماره ۳ مناسب‌ترین تامین‌کننده می‌باشد. در صورتی که در ادامه (جدول ۵) نشان داده شده است که تامین‌کننده شماره ۳ با این که دارای کم‌ترین زیان می‌باشد؛ ولی به دلیل این که به سطح مطلوبیت مناسب نرسیده است، تامین‌کننده مورد نظر تصمیم‌گیرنده نخواهد بود؛ بنابراین نتایج حاصل نشان می‌دهد که مدل لیائو [۲۷] کارایی نخواهد داشت.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

جدول ۵. مقادیر مطلوبیت، انحرافات و آرمان تخصیص یافته

پارامترها / معیارها	λ_i	d_i^+	d_i^-	y_i
کیفیت	٥	۲/۰۳۰	٥	۰/۰۱۰
قیمت	۱	۱/۹۵۰	٥	۰/۸۶۰
زمان تحویل	٥	۱/۲۸۰	٥	۱/۲۵۰
کیفیت خدمات	۱	۱/۰۹۰	٥	۱
گارانتی	۱	۱/۴۸۰	٥	۱

همان‌طور که از جدول (۵) مشخص است، اهداف ۲ و ۴ و ۵ کاملا مطلوب بودند. مقدار مطلوبیت برای اهداف ۱ و ۳ صفر شده است به هر حال در صورتی که تصمیم‌گیرنده بخواهد فقط یک تامین‌کننده انتخاب کند که هم کم‌ترین زیان را داشته باشد و هم هدف او کاملاً مطلوب باشد، بدون شک آن تامین‌کننده ۳ نخواهد بود؛ زیرا بااینکه تامین‌کننده ۳ کم‌ترین زیان را دارد؛ اما مقدار مطلوبیت برای آن صفر می‌باشد پس تامین‌کننده ۴ که از لحاظ زیان در رتبه دوم قرار دارد و مقدار مطلوبیت آن کاملاً ارضا شده، به‌عنوان تامین‌کننده مناسب انتخاب می‌شود.

در پایان برای نشان دادن برتری و کارایی مدل، نتایج یافته‌های پژوهش با نتایج مدل لیائو و کائو [۷] در جدول (۶) مقایسه شده است.

جدول ٦. مقایسه نتایج مدل پژوهش با مدل لیائو و کائو [۷]

خروجی مدل پژوهش				خروجی مدل لیائو و کائو [۷]		
تامین‌کننده انتخابی	مقدار مطلوبیت λ_i	خروجی مدل	تامین کنندگان	تامین‌کننده انتخابی	خروجی مدل	تامین کنندگان
	٥	۱	S۱	*	۱	S۱
	۱	٥	S۲		٥	S۲
	٥	۱	S۳		٥	S۳
*	۱	۱	S۴		٥	S۴
	۱	٥	S۵		٥	S۵

در جدول (۶) دو ستون اصلی مربوط به خروجی مدل است که همان مقدار S_i در مدل‌ها می‌باشد. بر اساس این دو ستون، در خروجی حاصل از مدل لیائو و کائو، تامین‌کننده شماره ۱ به عنوان تامین‌کننده مناسب انتخاب شده است. این در صورتی است که خروجی مدل پژوهش در مرحله اول سه تامین‌کننده را از لحاظ انتخاب ترکیبی از

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

تامین‌کنندگان انتخاب می‌کند و در مرحله دوم در صورتی‌که تصمیم‌گیرنده بخواهد بهترین آن را از این ترکیب انتخاب کند، با استفاده از مقدار مطلوبیت به‌دست‌آمده می‌تواند فقط یک تامین‌کننده را انتخاب کند. در اینجا تامین‌کنندگان ۱ و ۳ و ۴ به‌عنوان تامین‌کنندگانی که دارای کم‌ترین زیان می‌باشند، بر اساس مدل انتخاب شدند؛ اما خروجی دوم مدل نشان می‌دهد که، فقط تامین‌کننده شماره ۴ به سطح مطلوبیت مناسب دست‌یافته است و مناسب‌ترین تامین‌کننده می‌باشد؛ لذا نتایج حاکی از آن است که مدل پژوهش بر اساس رویکرد جدید زیان-مطلوبیت، نتایج نزدیک به واقعیت به دست می‌دهد. این در حالی است که مدل لیائو و کائو فقط بر اساس زیان بوده و به آن صورت کارکردی نخواهد داشت. در واقع می‌توان گفت نتایجی که از طریق مدل پژوهش به دست می‌آید نسبت به مدل لیائو و کائو به جواب ایده‌آل نزدیک‌تر می‌باشد.

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی

با توجه به نقش حساس و تعیین‌کننده انتخاب تامین‌کننده برای سودآوری سازمان‌ها، تقویت موقعیت رقابتی آن‌ها و دست‌یابی به اهداف زنجیره تامین، تلاش در جهت توسعه و بهبود مدل‌های تصمیم‌گیری که فرایند ارزیابی تامین‌کننده را با دقت و اطمینان بیش‌تری انجام می‌دهند ضروری به نظر می‌رسد.

در مطالعه حاضر از رویکرد جدیدی برای حل مساله انتخاب تامین‌کننده استفاده شده است، رویکردی که از یکپارچه‌سازی روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تابع زیان تاگوچی و مدل توسعه‌یافته برنامه‌ریزی آرمانی با انتخاب چندگانه و تابع مطلوبیت تشکیل شده‌است. مدل کمی ارایه شده در این رویکرد تصمیم‌گیرنده را قادر خواهد ساخت تا بر اساس ساختار ارجحیتی، قضاوت ذهنی و توابع زیان معیارها، مناسب‌ترین تامین‌کننده را انتخاب کند. از مهم‌ترین مزیت‌های مدل به کار گرفته شده، استفاده از تابع مطلوبیت در کنار تابع زیان تاگوچی و برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد که در حقیقت، روشی برای پاسخ‌گویی به ترجیحات تصمیم‌گیرنده می‌باشد و می‌تواند به عنوان ابزاری برای کمک به تصمیم‌گیرندگان استفاده شود. به‌علاوه این روش جوابی نزدیک به واقعیت را نسبت به مدل‌های سنتی برنامه‌ریزی آرمانی برای مساله ارایه می‌دهد، به عبارتی تکنیکی مناسب برای حل مسایل جهان واقعی است. همچنین استفاده از تابع زیان علاوه بر ارزیابی معیارها، این امکان را فراهم می‌کند که بتوان رجحان‌های تصمیم‌گیرنده را در قالب تابع مطلوبیت مناسب بیان کرد.

در انجام مطالعات و تحقیقات مرتبط با این مقاله، وجود برخی محدودیت‌ها سبب شده است تا در برخی موارد ساده سازی‌هایی صورت گیرد و یا زوایایی از مساله پوشش داده نشود، از جمله تمرکز بر مدل و شبیه سازی داده‌ها، برای نمونه در صورتی که داده‌های واقعی مساله در دسترس باشد و تصمیم‌گیرنده در هر مورد تابع مطلوبیت مناسب تعریف کرده باشد، مساله به شرایط واقعی نزدیک‌تر خواهد شد. رویکرد ارایه شده در این پژوهش برای بسیاری از مسایل تصمیم‌گیری نظیر انتخاب بهینه سبد سهام، انتخاب مکان مناسب، مسایل حمل و نقل و بسیاری دیگر از این دست مسایل زمانی که داده‌ها برای حل مساله در دست باشد، می‌تواند مفید باشد. همچین پژوهش‌گران می‌توانند در تحقیقات آتی خود ساختار ارجحیتی فازی نیز به مدل اضافه کنند و نظر تصمیم‌گیرنده را هم به صورت ساختار ارجحیتی فازی و هم ساختار ارجحیتی تابع مطلوبیت به زبان ریاضی بیان

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

کنند. استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی چند بخشی به جای برنامه‌ریزی آرمانی چند انتخابی تکنیک مفید دیگری است که می‌تواند برای این مساله به کار گرفته شود.

منابع

[۱] محمد نژاد چاری، ف.، صفائی قایکلایی، ح.، (۱۳۹۵). شناسایی و رتبه بندی معیارهای انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین لارج (مطالعه موردی: صنایع غذایی و لبنی کاله). مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۳(۴)، ۱۲۰-۱۳۰.

[۲۸] نباتجیان، م.ر.،شهریای، ح.، شفائی، ر.، (۱۳۹۲).بهینه سازی مسایل طراحی استوار با چندین شاخص کیفی ناهمبسته با استفاده از تابع مطلوبیت، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، ۲۴(۳)، ۳۰۰-۳۱۴.

[۲۹] محمدی، آ.، ابراهیم نژاد، س.، توکلی مقدم، ر.، (۱۳۹۱). ارایه یک مدل برنامه ریزی آرمانی به منظور تلفیق سه ساختار مختلف ارجحتی در تصمیم گیری گروهی، سومین همایش تخصصی مهندسی صنایع، ۱۰(۳)، ۱۰۶-۱۱۳

[2] Sarkar, A., Mohapatra, P. K., (2006). Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. Journal of Purchasing and Supply Management, 12 (3), 148-163.

[3] Aissaoui, N., Haouari, M., Hassini, E., (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. Computers & operations research, 34 (12), 3516-3540.

[4] De Boer, L., Labro, E., Morlacchi, P., (2001). A review of methods supporting supplier selection. European journal of purchasing & supply management, 7 (2), 75-89.

[5] Nydick, R. L., Hill, R. P., (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. Journal of supply chain management, 28 (2), 31.

[6] Tam, M. C., Tummala, V. R., (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. Omega, 29 (2), 171-182.

[7] Liao, C. N., Kao, H. P., (2010). Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming. Computers & Industrial Engineering, 58 (4), 571-577.

[8] Gaballa, A., (1974). Minimum cost allocation of tenders. Operational Research Quarterly, 389-398.

[9] Weber, C.A., Current, J. R., Benton, W. C., (1991). Vendor selection criteria and methods. European journal of operational research 50 (1), 2-18.

[10] Pi, W. N., Low, C., (2005). Supplier evaluation and selection using Taguchi loss functions. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 26 (1), 155-160.

[11] Chang, B., Chang, C. W., Wu, C. H., (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. Expert Systems with Applications, 38 (3), 1850-1858.

[12] Wind, Y., Green, P. E., Robinson, P. J., (1968). The determinants of vendor selection: the evaluation function approach. Journal of Supply Chain Management, 4 (3), 29-41.

[13] Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., Murugesan, P., (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. Journal of Cleaner Production, 98, 66-83.

[14] Ng, W. L., (2008). An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. European Journal of Operational Research, 186 (3), 1059-1067.

[15] Talluri, S., Vickery, S. K., Narayanan, S., (2008). Optimization models for buyer-supplier negotiations. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38 (7), 551-561.

[16] Sucky, E., (2007). A model for dynamic strategic vendor selection. Computers & Operations Research, 34 (12), 3638-3651.

[17] Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R. R., (2001). Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task. European Journal of Purchasing & Supply Management, 7 (3), 209-216.

[18] Ghodsypour, 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, 56, 199-212.

[19] Sharma, S., Balan, S., (2013). An integrative supplier selection model using Taguchi loss function, TOPSIS and multi criteria goal programming. Journal of Intelligent Manufacturing, 24(6), 1123-1130.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]

[20] Magdalena, R., (2012). Supplier selection for food industry: a combination of Taguchi loss function and fuzzy analytical hierarchy process. Asian J Technol Manage, 5(1), 13-22.
[21] Sari, T., Timor, M., (2016). Integrated supplier selection model using ANP, Taguchi loss function and PROMETHEE methods. Journal of Applied Quantitative Methods, 11(1), 19-34.
[22] Wang, G., Huang, S. H., Dismukes, J. P., (2004). Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology. International journal of production economics, 91 (1), 1-15.
[23] Liao, C. N., Kao, H. P., (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. Expert Systems with Applications, 38 (9), 10803-10811.
[24] Chang, C.T, (2011). Multi-choice goal programming with utility functions. European Journal of Operational Research, 215 (2), 439-445.
[25] Saaty, T. L., (1980). Analytic hierarchy process. Wiley Online Library.
[26] Moradkhani, D., Tagavi, F., (2007). A Primer on the Taguchi Method. Zanjan University Press.
[27] Liao, C. N., (2010). Supplier selection project using an integrated Delphi, AHP and Taguchi loss function. Probstat forum, 118-134.
[30] Charnes, A., Cooper, W. W., (1961). Management models and industrial applications of linear programming. JSTOR, No. 339.23 C4.
[31] Chang, C. T., (2007). Multi-choice goal programming. Omega, 35 (4), 389-396.
[32] LiCalzi, M., Sorato, A., (2006). The Pearson system of utility functions. European Journal of Operational Research, 172 (2), 560-573.
[33] Lai, Y. J., Hwang, C. L., (1994). Fuzzy Multi Objective Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, Berlin, 139-262.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.8.9]