طراحی یک مدل تلفیقی برای انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارشات با استفاده از روش استدلال موردگرا و برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه

فرهاد فائز
دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی امیر کبیر
سیدحسن قدسی‌پور
دانشیار دانشکدهٔ مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی امیر کبیر
سیدمحمدتقی فاطمی‌قمی
استاد دانشکدهٔ مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
Fatemi@aut.ac.ir
(تاریخ دریافت ۸۴/۸/۱۶ ، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۴/۱۲/۱۳ ، تاریخ تصویب ۸۵/۲/۹)

چکیده

انتخاب تامین‌کنندگان و تخصیص سفارشات همواره به عنوان یکی از مهمترین وظایف مدیریت پشتیبانی شرکتها مطرح بوده است. نظر به تاثیر فراوان انتخاب فروشندگان مناسب در عملکرد شرکتها، این موضوع مورد توجه محافل علمی قرار گرفته و تا کنون مدلهای مفهومی و تحلیلی متعددی برای آن پیشنهاد و بکار گرفته شده است. مدل ارائه شده در این نوشتار که بر اساس فرآیند عملی انتخاب تامین‌کنندگان در محیط‌های واقعی شکل گرفته، ابتدا بکمک روش استدلال موردگرا یا Case-Based Reasoning (CBR) که بر مبنای استفاده از تجربیات مشابه گذشته برای حل مسائل مشابه جدید استوار است، به شناسائی و تهیه لیست مختصری از تامین‌کنندگان واجد شرایط و معیارهای عمومی مد نظر خریدار از میان تامین‌کنندگان بالقوه پرداخته می‌شود. آنگاه اطلاعات دقیق‌تری از شرایط فروش تامین‌کنندگان منتخب اولیه استعلام و بکمک یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه مورد ارزیابی نهائی قرار می‌گیرند. نتیجهٔ حاصله فهرست نهائی تامین‌کنندگان منتخب و میزان خرید از هر کدام را مشخص می‌نماید. در این تحقیق، بطور مشخص نحوهٔ ایجاد یک مدل تلفیقی مبتنی بر CBR و برنامه‌ریزی ریاضی برای شناسائی و ارزیابی تامین کنندگان و تخصیص سفارشات توضیح داده شده و قابلیت آن در محیطهای واقعی تشریح شده است.

واژه های کلیدی : انتخاب تامین‌کننده، تخصیص سفارشات، استدلال موردگرا، برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه

مقدمه

هزینهٔ تامین مواد اولیه و قطعات ترکیبی[1] از طریق فروشندگان، بخش قابل توجهی از هزینهٔ تمام شدهٔ کالاها را تشکیل می‌دهد. بطور متوسط ۷۰ درصد ارزش محصول نهائی کارخانجات را هزینهٔ خرید مواد خام و خدمات دریافتی از بیرون تشکیل می‌دهد [۱]. این نسبت در شرکتهای با تکنولوژی بالا، حتی به ۸۰ درصد نیز بالغ می‌گردد [۲]. از اینرو انتخاب فروشندگان برای شرکتها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. به همان اندازه که انتخاب فروشندگان مناسب در تقلیل هزینه‌ها موثر است و باعث افزایش قدرت رقابت شرکتها می‌شود، انتخاب فروشندگان نامناسب نیز می‌تواند باعث تنزل موقعیت مالی و عملیاتی شرکتها شود.

در شرکتهائی که تامین مواد اولیه و به تبع آن فرآیند خرید و انتخاب فروشنده بعنوان یک فعالیت روزمره و تکراری مطرح است، مدیران خرید بطور طبیعی از تجربهٔ خریدهای قبلی برای تصمیم‌گیری پیرامون انتخاب فروشنده برای انجام خریدهای مشابه جدید، استفاده می‌نمایند. بنابراین ارائهٔ روش نظام‌مندی که بتواند از این رفتار طبیعی پشتیبانی نماید، به اتخاذ تصمیم مناسب کمک قابل توجهی خواهد نمود. روش "استدلال موردگرا" که بر اساس دیدگاه "استفاده از راه‌حل‌های ارائه شده برای مسائل حل شدهٔ قبلی بمنظور حل مسائل مشابه جدید" ایجاد شده است، می‌تواند ابزار مناسبی را برای تصمیم گیری در این رابطه فراهم آورد.

در مرور تحقیقات پیشین که در بخش بعد به آن خواهیم پرداخت، به مواردی از کاربرد این روش - که در

ادامهٔ مطالب بطور مختصر CBR نامیده خواهد شد - در انتخاب تامین‌کنندگان برمی‌خوریم. این مدلها منحصراً انتخاب فروشنده را مد نظر قرار داده‌اند و در آنها به موضوع تخصیص سفارشات پرداخته نشده است. در این نوشتار، مدلی ارائه می‌شود که در آن از روش CBR برای پیش‌ارزیابی و انتخاب مقدماتی تامین‌کنندگان واجد شرایط استفاده می‌شود و انتخاب نهائی و تخصیص سفارش به تامین‌کنندگان منتخب را یک مدل برنامه‌ریزی چند هدفه بر عهده دارد.

در ادامه و در بخش مرور مطالعاتی به پیرامون موضوع تحقیق می‌پردازیم. بخش بعد به معرفی اجمالی روش CBR و کاربردهای آن می‌پردازد. در بخش بعد یکی از مدلهای برنامه‌ریزی ریاضی چند معیاره (چند هدفه) متداول برای تخصیص سفارشات بهمراه روش حل آن اختصاراً توضیح داده می‌شود. در بخش بعد مدل طراحی شده به تفصیل تشریح می‌گردد و نهایتاً در قسمت بعد مدل طراحی شده در یک مثال پیاده‌سازی می‌شود. بخش آخر به نتیجه‌گیری و ارائهٔ پیشنهادها برای توسعهٔ تحقیق حاضر اختصاص دارد.

مرور مطالعاتی

مرور مطالعاتی این نوشتار با تاکید بر این مطلب آغاز می‌شود که مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده (فروشنده) ماهیتاً یک مسالهٔ چند معیاره است. بر اساس یک تحقیق بنیادی، ۲۳ معیار مهم و پراستفاده در انتخاب تامین کنندگان از میان ۵۰ فاکتور مجزا شناسائی گردید. بر این اساس کیفیت کالا، تحویل به موقع، عملکرد مناسب محصول، گارانتی کالا، قیمت کالا و قابلیتهای فنی آن و امکانات و ظرفیت تولید فروشنده بعنوان مهمترین عوامل شناسائی گردیدند [۳].

وِبر و همکارانش به استناد بررسی ۷۴ مقاله که در رابطه با حل مسالهٔ انتخاب فروشنده تهیه شده بودند، دریافتند که بیش از ۶۳ درصد مقالات موضوع انتخاب فروشنده را در محیط چند معیاره مد نظر قرار داده‌اند [۴].

در مرجع [۵] شش فاکتور مهم تحویل بموقع، کیفیت، قیمت، حرفه‌ای بودن، مسولیت پذیری در قبال نیازهای مشتری و روابط بلند مدت با فروشنده عوامل مهم انتخاب تامین‌کنندگان در کشور چین ارزیابی شده است و بالاخره در مرجع [۶] فاکتورهای هزینه، کیفیت، تحویل و ظرفیت فروشندگان معیارهائی معرفی شده‌اند که در عمل برای ارزیابی فروشندگان کاربرد بیشتری دارند. بهر حال انتخاب معیارهای ارزیابی فروشندگان وابسته به نوع محصول و شرایط مساله است [۷].

اینک به مرور روشهائی می‌پردازیم که برای حل مسالهٔ انتخاب فروشنده ارائه شده‌اند. روشهای مبتنی بر وزن دهی خطی[۲] از مرسوم ترین ابزارهای انتخاب فروشندگان به حساب می‌آیند. در این روش ابتدا به هر یک از معیارهای انتخاب فروشنده وزن اختصاص داده می‌شود، سپس فروشندگان در رابطه با هر کدام از این معیارها مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیاز هر کدام مشخص می‌گردد. در نهایت امتیاز موزون هر فروشنده، که از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در امتیاز کسب شده توسط فروشنده در رابطه با آن معیار بدست می‌آید، برای اولویت‌بندی و انتخاب فروشندهٔ مناسب استفاده می‌شود [۸-۱۰].

روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره نیز برای حل مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در این زمینه می‌توان به کاربرد تئوری مطلوبیت [۱۱]، روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۳] [۱۲] و نیز روش مدل ریاضی مبتنی بر تابع سازگاری که با تکیه بر نظرات تصمیم‌گیرندگان دستیابی همزمان به چند هدف را در انتخاب تامین‌کنندگان مد نظر قرار می‌دهد، اشاره نمود [۱۳].

روشهای برنامه‌ریزی ریاضی از دیرباز برای انتخاب فروشندگان و تخصیص سفارشات مورد توجه محققین بوده‌اند. یکی از اولین تحقیقات در این زمینه در سال ۱۹۷۴ ارائه شده که در آن برنامه‌ریزی عدد صحیح تلفیقی[۴] برای بهره‌برداری از حداکثر تخفیف پیشنهادی فروشندگان بکار گرفته شده است [۱۴]. برنامه‌ریزی خطی نیز از جمله روشهائی بوده است که استفاده از آن برای انتخاب فروشندگان گزارش شده است. روشهای مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی با کمینه کردن هزینهٔ خرید و موجودی با توجه به محدودیتهائی از قبیل ظرفیت تامین‌کنندگان، میزان تقاضای خریدار، کیفیت و سرویس‌دهی فروشنده، فروشندگان مناسب و میزان تخصیص سفارش به هر کدام از آنها را تعیین می‌کنند [۱۵، ۱۶]. همچنین برنامه‌ریزی آرمانی از نوع خطی و غیر خطی نیز در انتخاب فروشنده بکار گرفته شده است. در تحقیقاتی که این روش را مورد استفاده قرار داده‌اند، اهداف قیمت، سطح سرویس، تحویل

و کیفیت بعنوان توابع هدف مد نظر محققین بوده است [۱۷، ۱۸]. نیز برای اندازه‌گیری عملکرد فروشندگان، روش آنالیز پوششی داده‌ها[۵] پیشنهاد و بکار گرفته شده است [۱۹، ۲۰].

از روشهای تلفیقی نیز برای حل مسالهٔ انتخاب تامین‌کنندگان استفاده شده که از آن جمله می‌توان به مدلی اشاره نمود که با تلفیق نتایج حاصل از روش فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی در یک برنامه‌ریزی خطی، به انتخاب تامین‌کنندگان و تخصیص سفارش می‌پردازد [۲۱].

در مرور مطالعاتی، به تحقیقاتی برمی‌خوریم که موضوع انتخاب فروشنده را در محیطهای غیر دقیق بررسی نموده‌اند. در یکی از این تحقیقات با بکار گیری قابلیت‌های تئوری مجموعه‌های فازی در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، متد جدیدی برای ارزیابی تامین‌کنندگان ارائه شده است [۲۲]. همچنین در این زمینه تحقیقاتی انجام شده است که کاربرد تئوری مجموعه‌های فازی را در محاسبهٔ امتیاز نهائی تامین‌کنندگان منعکس می‌کند [۲۳، ۲۴]. از روشهای برنامه‌ریزی ریاضی در محیطهای فازی نیز برای انتخاب فروشنده استفاده شده است که به عنوان نمونه می‌توان به استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی اشاره نمود [۲۵].

اخیراً استفاده از روش CBR نیز در انتخاب فروشندگان گزارش شده است. در یکی از نخستین تحقیقاتی که به این مقوله پرداخته است، روش CBR بعنوان سیستم پشتیبانی از تصمیمات مربوط به خرید پیشنهاد شده است. محقق تاکید می‌کند که استفاده از چنین ابزاری به تصمیمات سریعتر، دقیقتر، ارزانتر و با کیفیت‌تر می‌انجامد [۲۶]. همچنین بمنظور مدیریت کارسپاری[۶] به تامین‌کنندگان و اتوماسیون تصمیمات مرتبط، مدلی بر مبنای روش CBR ارائه شده که ابزار مناسبی را برای مدیریت تامین‌کنندگان فراهم نموده است [۲۷].

از روش CBR در تصمیمات مرتبط با شناسائی عناصر تشکیل دهندهٔ زنجیرهٔ تامین و ارزیابی تامین‌کنندگان بالقوه بمنظور کارسپاری فعالیتهای خاص نیز استفاده شده است [۲۸] همچنین در یک مقولهٔ مشابه با موضوع این تحقیق، روش CBR بعنوان سیستم پشتیبانی از تصمیمات ساخت یا خرید[۷] بکار گرفته شده است [۲۹].

روش CBR برای انجام مقایسهٔ تطبیقی[۸] در انتخاب شرکای تجاری بکار گرفته شده [۳۰] و نهایتاً در یک تحقیق جدید برای سنجش عملکرد فروشندگان نیز روش CBR پیشنهاد شده است [۳۱].

مرور مطالعاتی فوق نشان می‌دهد که روش CBR بعنوان یکی از ابزارهای انتخاب تامین‌کننده مورد توجه محققین بوده است. بررسی تحقیقات انجام پذیرفته در این زمینه حاکی از آنست که در این تحقیقات منحصراً انتخاب تامین‌کننده مد نظر بوده و به موضوع تخصیص سفارشات پرداخته نشده است. در این تحقیق برای پوشش دادن این خلاء مطالعاتی، با الهام از مطالعات انجام شده در این حوزه، مدل جدیدی ارائه شده که انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارشات را بصورت توامان انجام می‌دهد و با روالهای مرسوم برای انجام خرید در محیطهای واقعی مطابقت دارد.

روش استدلال موردگرا (CBR)

روش استدلال موردگرا بر این اساس شکل گرفته است که پاسخ مسائل قبلی می‌تواند برای حل مسائل مشابه جدید مورد استفاده قرار گیرد. CBR بعنوان روشی شناخته می‌شود که از نحوهٔ رفتار انسانها در برخورد با مسائل جدید الگوبرداری کرده است؛ به این ترتیب که از تجربیات کسب شده در حل مسائل گذشته بعنوان راهنمائی برای حل مسائل جدید بهره می‌برد.

حل مساله به روش CBR در یک چرخه انجام می‌گیرد و در برگیرندهٔ چهار عمل عمده به شرح زیر است:

۱ – بازیابی "مورد" یا "موارد" مشابه با مسالهٔ جدید

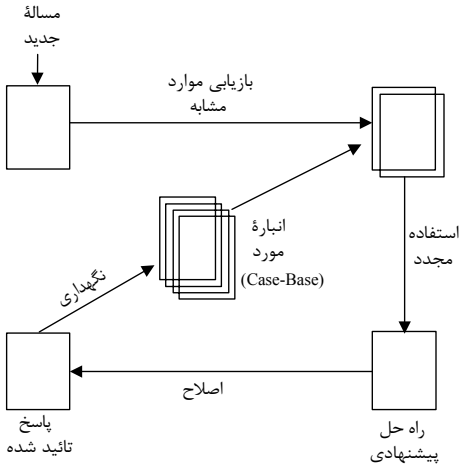
۲ – استفاده مجدد از پاسخ مسالهٔ مشابه بازیابی شده برای تهیه پاسخ پیشنهادی برای مسالهٔ جدید

۳ – بازبینی در پاسخ پیشنهادی در صورت وجود مغایرت در شرایط مسالهٔ جدید و مسالهٔ بازیابی شده

۴ – نگهداری مورد جدید (مساله جدید و پاسخ آن) برای استفاده در آینده

در حالت کلی هر "مورد" از دو بخش تشکیل می‌گردد. بخش اول هر "مورد" به بیان مشخصات مسالهٔ مرتبط با آن می‌پردازد و بخش دوم، پاسخ مساله مطرح شده را دربردارد. مشخصات یک "مورد" با ویژگی‌های[۹] تشکیل دهندهٔ آن تعیین می‌گردد و مقادیر اختصاص یافته به این ویژگی‌ها، وضعیت آن "مورد" را نشان می‌دهد.

در شکل (۱) چرخهٔ روش CBR به تصویر کشیده شده است [۳۲].



شکل ۱: چرخهٔ روش استدلال بر مبنای مورد (CBR).

زمانی که یک مسالهٔ جدید مطرح می‌شود، مشخصات آن با مشخصات مسائل حل شدهٔ قبلی مقایسه شده و با استفاده از مکانیزم‌های تطبیق[۱۰]، شبیه‌ترین موردهای قبلی به مسالهٔ جدید بازیابی می‌شوند. سپس از موردهای بازیابی شده برای ارائه پاسخ به مسالهٔ جدید استفاده شده و پاسخ پیشنهادی تهیه می‌گردد. در صورت نیاز، پاسخ پیشنهادی با توجه به موقعیت مسالهٔ جدید مورد بازبینی قرار می‌گیرد و در نهایت، مورد جدید (یعنی مسالهٔ مطروحه و پاسخ آن) برای استفاده‌های آتی در "مخزن مورد"[۱۱] نگهداری می‌گردد.

مرحلهٔ بازیابی موارد مشابه از پیچیده‌ترین ابعاد اجرائی CBR می‌باشد. برای این منظور لازم است درجهٔ مشابهت مسالهٔ جدید با مسائل حل شدهٔ قبلی به کمک یک شاخص عددی محاسبه و به استناد آن موارد مشابه بازیابی شوند. غالب روشهائی که برای محاسبهٔ میزان مشابهت بکار می‌روند از تابع مطابقتِ "نزدیکترین همسایه"[۱۲] استفاده می‌کنند؛ بطوریکه در کلیهٔ تحقیقاتی هم که در بخش مرور مطالعاتی برای انتخاب تامین‌کننده به آنها اشاره شد، همین روش بکار گرفته شده است. در این روش ابتدا میزان مشابهت مسالهٔ جدید با مسائل قبلی برای تک تک معیارهای سنجش مشابهت، اندازه‌گیری می‌شود و سپس میانگین موزون مقادیر حاصله بصورت زیر محاسبه و ملاک عمل قرار می‌گیرد [۳۳].

$$S_{IR} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \times sim(f_i^I, f_i^R)}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \qquad (۱)$$

که در آن:

- S_{IR} : درجه یا شاخص مشابهت بین شرایط مسالهٔ جدید I و مسالهٔ بازیابی شدهٔ R ($0 \le S_{IR} \le 1$) که در آن ۱ نشان دهندهٔ مشابهت صد در صدی یا کامل است و مقادیر کمتر از ۱، بیانگر مشابهت جزئی است
- I : ایندکس (یا شاخص) مسالهٔ جدید
- R : ایندکس مسالهٔ بازیابی شده
- i : ایندکس معیار ($i=1,2,\ldots,n$)
- W_i : وزن معیار iام (معمولاً $\sum W_i=1$)
- f_i^I, f_i^R : مقدار امتیاز معیار i به ترتیب در مسالهٔ بازیابی شده و مسالهٔ جدید
- sim : تابع محاسبهٔ میزان مشابهت بین دو مقدار f_i^R و f_i^I

تابع sim برای مقادیر عددی عموماً بصورت رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$sim(f_i^I, f_i^R) = 1 - \frac{|f_i^I - f_i^R|}{\beta_i - \alpha_i} \;,\; f_i^I, f_i^R \in [\alpha_i, \beta_i] \qquad (۲)$$

بهر حال دامنهٔ استفاده از روش CBR گسترده است که از آن جمله می‌توان به کاربرد آن در شناسائی عیب سیستمها [۳۴]، تشخیص بیماری‌ها [۳۵]، زمانبندی تولید [۳۶]، طرحهای بازاریابی [۳۷] و غیره اشاره نمود.

تخصیص سفارش بکمک برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه

همانگونه که اشاره شد مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده یک مسالهٔ تصمیم‌گیری چند معیاره (هدفه) است و غالب مدلهای برنامه‌ریزی که به این منظور تهیه شده‌اند با رویکرد چند معیاره تهیه شده‌اند. یک مدل عمومی ریاضی که کما بیش با تغییرات مختصری در بسیاری از تحقیقات از جمله مراجع [۳۸، ۳۹] بکار رفته است، بصورت زیر است:

$$Z_1 = \text{Min} \sum_{i=1}^{n} C_i X_i \qquad (۳)$$

$$Z_2 = \text{Min} \sum_{i=1}^{n} Q_i X_i \qquad (۴)$$

$$Z_3 = \text{Min} \sum_{i=1}^{n} S_i X_i \qquad (۵)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{n} X_i = D \qquad (۶)$$

$$Y_i(\text{Min } O_i) \le X_i \le Y_i(\text{Max } O_i)\,;\ \text{for all } i = 1,2,...,n \qquad (۷)$$

$$\sum_{i=1}^{n} Y_i = P \qquad (۸)$$

$$Y_i = 0 \text{ or } 1 \quad ; \quad \text{for all } i = 1,2,...,n \qquad (۹)$$

که در آن پارامترهای تصمیم‌گیری مساله به شرح زیر است:

- D : مقدار کل تقاضای خریدار
- n : تعداد تامین‌کنندگان رقابت کننده
- C_i : هزینهٔ خرید هر واحد کالا از تامین‌کنندهٔ iام
- Q_i : درصد کالای معیوب تامین‌کنندهٔ iام
- S_i : درصد کالای تحویلی با تاخیر تامین‌کنندهٔ iام
- $\text{Max } O_i$: حداکثر مقدار (ظرفیت) فروش فروشندهٔ iام
- $\text{Min } O_i$: مینیمم مقدار خرید از فروشندهٔ iام (سیاست خریدار)
- P : تعداد تامین‌کنندگان منتخب ($P \le n$)

همچنین متغیرهای تصمیم نیز بصورت زیر می‌باشند:

- X_i : مقدار خرید از تامین‌کنندهٔ iام
- Y_i : متغیر ۱ یا ۰ (انتخاب شدن یا انتخاب نشدن تامین‌کنندهٔ iام)

در مدل فوق سه تابع هدف Z_1 (هزینهٔ کل)، Z_2 (کیفیت) و Z_3 (تحویل) به ترتیب بر حداقل نمودن هزینهٔ مالی، حداقل کردن تعداد اقلام معیوب و نهایتاً حداقل کردن تعداد اقلام دارای تاخیر در تحویل تاکید دارند. محدودیت (۶) تامین کل سفارش مورد نیاز را تضمین می‌کند، محدویت

(۷) برای کنترل مقدار مجاز خرید از هر تامین‌کننده منظور شده است که البته منعکس‌کنندهٔ محدودیت ظرفیت تامین‌کننده و سیاست خریدار است ، محدویت

(۸) ضامن اجرای نظر خریدار مبنی بر تامین کالا از P منبع یا تامین‌کنندهٔ مختلف است و نهایتاً محدودیت

(۹) طبیعت صفر-یک بودن متغیر انتخاب تامین‌کننده را نشان می‌دهد. این مدل در قالب یک مسالهٔ چند هدفهٔ پیوسته قابل بررسی است. دو روش عمده برای حل این نوع مدلها، روش وزن‌دهی به توابع هدف و روش حدی است. در روش نخست پس از نرمال کردن توابع هدف، به هر کدام از توابع هدف وزن تخصیص داده می‌شود و بدین ترتیب، مدل به یک مسالهٔ برنامه‌ریزی ریاضی خطی ساده (تک هدفه) تبدیل می‌شود. در روش دوم، عملاً یک هدف بهینه می‌شود و بدتر نشدن مقادیر سایر اهداف از یک سطحِ مشخصِ قابل تعیین توسط تصمیم‌گیرنده، بعنوان محدودیت به مدل اضافه می‌شود. نظر به اینکه در مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده معمولاً استراتژی‌های خرید مشخص بوده و به تبع آن، اهمیت معیارها قابل استخراج است، لذا روش وزن‌دهی در این تحقیق توصیه و بکار گرفته می‌شود. با بکار بردن این روش بدون تغییر محدودیتهای مدل، تابع هدف واحد بصورت زیر تشکیل می‌شود:

$$\text{Min } Z(X_1, X_2, ...X_n) = \sum_{i=1}^{n} W_i (Z_i - Z_i^+)/(Z_i^- - Z_i^+) \qquad (۱۰)$$

که در آن W_i وزن تابع هدف iام و Z_i^+ و Z_i^- به ترتیب بهترین (کمترین) و بدترین (بیشترین) مقدار تابع هدف Z_i هستند. برای بدست آوردن Z_i^+ها، کافی است با توجه به مجموعه محدودیتهای روابط (۶) تا

(۹)، سه مدل برنامه‌ریزی خطی ساده (تک معیاره) با توابع هدف (۳)، (۴) و

(۵) حل شود. برای محاسبهٔ Z_i^-ها نیز کافی است سه مدل برنامه‌ریزی خطی پیش گفته را با هدف بیشینه کردن توابع هدف حل نمائیم. برای مطالعهٔ بیشتر در این رابطه، به مرجع [۴۰] مراجعه شود. در بخش ۶ طی یک مثال این روش بکار گرفته می‌شود.

معرفی مدل طراحی شده

مدل طراحی شده در این تحقیق از مراحل عملی انتخاب تامین‌کنندگان الگوبرداری کرده است. برای انتخاب تامین‌کننده در شرایط واقعی معمولاً مراحل زیر طی می‌شود:

۱ – تهیه یک لیست مختصر از تامین‌کنندگانی که شرایط عمومی مد نظر خریدار را احراز می‌کنند (شناسائی تامین‌کنندگان واجد شرایط)

۲ – برگزاری مناقصه و استعلام شرایط خصوصی تامین‌کنندگان منتخب اولیه

۳ – ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده و تحلیل نتایج

۴ – انتخاب نهائی فروشندگان و تخصیص سفارشات

در مدل طراحی شده، برای اجرای مراحل فوق دو

ماژول پیش‌بینی شده است. مطابق آنچه که در شکل (۲) نشان داده شده است، وظیفهٔ ماژول اول شناسائی کاندیداهاست که طی آن از مجموعهٔ تامین‌کنندگانی که برای فروش کالا اعلام آمادگی نموده و حائز شرایط اولیه هستند، فهرست مختصری (Short List) تهیه می‌شود. ماژول دوم نیز وظیفهٔ انتخاب نهائی تامین‌کنندگان و تخصیص سفارش بین تامین‌کنندگان منتخب را بر عهده دارد اینک به تشریح ماژول‌های فوق می‌پردازیم و متد پیشنهادی این نوشتار برای هر کدام از آنها را ارائه می‌دهیم.

ماژول اول - تهیهٔ فهرست مختصر

برای تهیهٔ فهرست مختصر از تامین‌کنندگان واجد شرایط عمومی مورد نظر خریدار برای انجام خرید، متد CBR پیشنهاد می‌شود. برای استفاده از این روش، خریدار ابتدا مشخصات و شرایط عمومی تامین‌کنندگانی را که برای برای انجام خرید جدید در نظر گرفته است، مشخص می‌نماید. این مشخصات با مشخصات تامین‌کنندگانی که اطلاعات آنها در یک پایگاه اطلاعاتی نگهداری می‌شود مطابقت داده شده و تامین‌کنندگانی که مشخصات آنها بیشترین شباهت را با مشخصات اعلام شده از طرف خریدار دارد، استخراج می‌گردد. استفاده از روش CBR برای این مرحله به دلایل زیر توصیه می‌شود:

۱ – روشی است که تکرر و روزمرگی خرید در شرایط تعدد منابع خرید را بصورت نظام‌مندی مدیریت می‌کند.

۲ – زمان انتخاب تامین‌کنندگان مناسب برای انجام خرید جدید را کاهش و در نتیجه سرعت تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد.

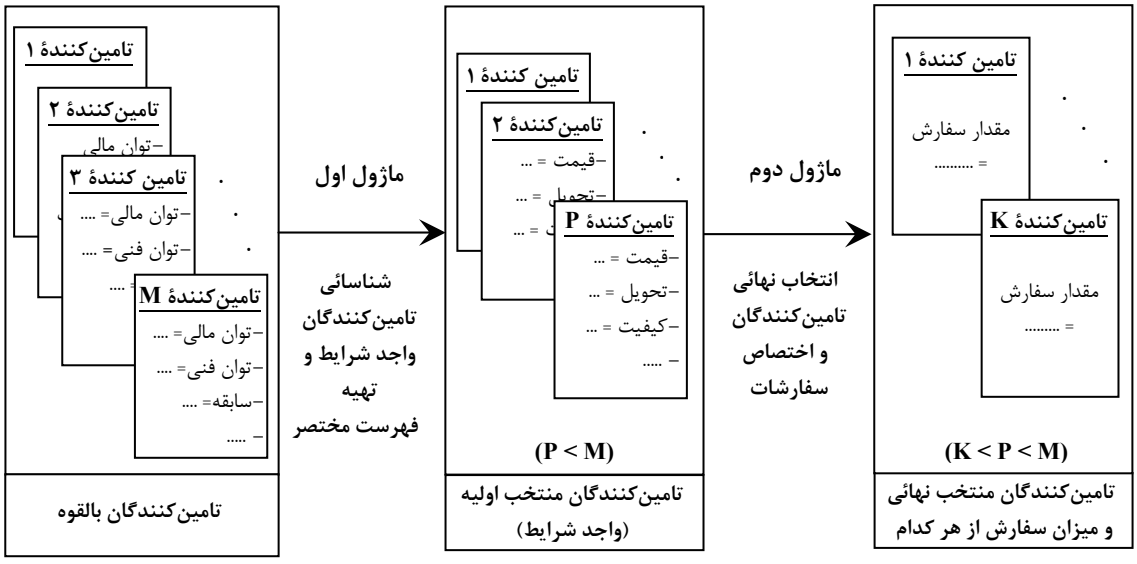
۳ - بستر مناسبی برای استفاده از تجربیات (موفق) قبلی را برای خریدهای جدید و آتی فراهم می‌نماید.

۴ – مانع از تکرار انتخاب تامین‌کنندگان نامناسب می‌شود و ریسک ناشی از اتخاذ تصمیم اشتباه را کاهش می‌دهد.

این ماژول در ۶ مرحله به شرح آتی پیاده‌سازی می‌شود:

برپائی پایگاه اطلاعاتی تامین‌کنندگان

"پایگاه تامین‌کنندگان" در واقع ساختاری است که در برگیرندهٔ نام و مشخصات تامین‌کنندگانی است که سابقهٔ همکاری با خریدار داشته‌اند و یا برای همکاری اعلام آمادگی کرده‌اند. این مشخصات، عمدتاً قابلیتها و توانائی‌های تامین‌کننده را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در بخش مرور مطالعاتی نیز اشاره شده است، بسته به نوع کسب و کار، طیف متنوعی از معیارها و مشخصات برای ارزیابی تامین‌کنندگان بکار می‌رود. از آنجائیکه این تحقیق برای مورد عملی خاصی در نظر گرفته نشده است، لذا مشخصات و اقلام اطلاعاتی پرکاربرد زیر برای ثبت و نگهداری در پایگاه اطلاعاتی تامین‌کنندگان در نظر گرفته شده است:



شکل ۲: مدل طراحی شده در سطح کلان .

- بنیهٔ مالی تامین‌کننده
  - سرمایهٔ شرکت
  - حجم فروش سالیانه
  - سهم از بازار
- توان فنی تامین‌کننده
  - داشتن امکانات تولیدی
  - داشتن امکانات پشتیبانی
- سابقهٔ کار تامین‌کننده
  - سابقهٔ همکاری مشترک با خریدار
  - سابقهٔ کار تخصصی در زمینهٔ محصول
  - خوشنامی و اشتهار در کسب و کار

نحوهٔ ارزیابی معیارهای فوق در جـدول ۱) توضیح داده شده است.

جـدول ۱ : نحوهٔ ارزیابی معیارهای انتخاب تامین‌کننده.

نام معیار	نام زیر معیار	نحوهٔ ارزیابی	مثال
بنیهٔ مالی تامین‌کننده	سرمایهٔ شرکت (میلیارد ریال)	عددی	۴۰
	حجم فروش سالیانه (میلیارد ریال)	عددی	۲/۵
	سهم از بازار (درصد)	عددی	۵
توان فنی تامین‌کننده	داشتن امکانات تولیدی	کلامی	سطح B
	داشتن امکانات پشتیبانی	کلامی	سطح C
سابقهٔ کار تامین‌کننده	سابقهٔ همکاری با خریدار (سال)	عددی	۲/۵
	سابقهٔ کار تخصصی (سال)	عددی	۲۰
	خوشنامی و اشتهار در کسب و کار	عددی	۸

برای کمی نمودن متغیرهای کلامی ارزیابی کنندهٔ معیارهای "داشتن امکانات تولیدی" و "داشتن امکانات پشتیبانی" به ترتیب از اطلاعات منعکس شده در جدول (۲) و (۳) استفاده می‌شود. همچنین برای مشخص نمودن میزان "خوشنامی و اشتهار"، از دامنهٔ عددی ۱ تا ۱۰ استفاده می‌نمائیم به نحویکه عدد ۱۰ بهترین و عدد ۱ بدترین حالت را نشان می‌دهد.

جـدول ۲ : نحوهٔ تبدیل متغیر کلامی معیار "داشتن امکانات تولیدی" به شاخص کمّی.

متغیر کلامی	وضعیت تجهیز تامین‌کننده به امکانات تولیدی	شاخص کمّی متناظر
سطح A	دارای امکانات تولیدی	۱۰
سطح B	دارای خطوط مونتاژ	۸
سطح C	کارسپاری جزئی	۶
سطح D	کارسپاری کامل	۴
سطح E	فاقد امکانات تولیدی (واسطه)	۱

جـدول ۳ : نحوهٔ تبدیل متغیر کلامی معیار "داشتن امکانات پشتیبانی" به شاخص کمّی.

متغیر کلامی	وضعیت تجهیز تامین‌کننده به امکانات پشتیبانی	شاخص کمّی
سطح A	در تمام مناطق دفاتر خدمات پس از فروش دارد.	۱۰
سطح B	در برخی مناطق (مراکز استان) دفتر خدمات پس از فروش دارد.	۸
سطح C	دفتر خدمات پس از فروش در مرکز مستقر است و اقلام معیوب به مرکز منتقل می‌شوند.	۶
سطح D	فاقد مراکز خدمات پس از فروش است و اقلام معیوب توسط شرکتهای ثالث سرویس می‌شوند.	۴
سطح E	شرکت هیچگونه خدمات فنی پس از فروش ارائه نمی‌دهد.	۱

جـدول ۴ : ساختار نگهداری اطلاعات خریدها (مخزن خریدها).

نام مشخصه (معیار)		تامین‌کنندگان		
		تامین‌کنندهٔ ۱	تامین‌کنندهٔ ۲	. . . .
بنیهٔ مالی تامین‌کننده	سرمایهٔ شرکت (میلیارد ریال)	۴	۶	. . . .
	حجم فروش سالیانه (میلیارد ریال)	۲۰	۲۱	. . . .
	سهم از بازار (درصد)	۵	۴/۵	. . . .
توان فنی تامین‌کننده	داشتن امکانات تولیدی	سطح A	سطح C	. . . .
	داشتن امکانات پشتیبانی	سطح C	سطح D	. . . .
سابقهٔ کار تامین‌کننده	سابقهٔ همکاری با خریدار (سال)	۱۰	۷	. . . .
	سابقهٔ کار تخصصی (سال)	۸	۶	. . . .
	خوشنامی و اشتهار	۸	۴	. . . .

با ثبت و نگهداری اطلاعات تامین‌کنندگان که شامل نام تامین‌کننده و وضعیت معیارهای ارزیابی در خصوص همان تامین‌کننده است، پایگاه اطلاعاتی تامین‌کنندگان تشکیل می‌گردد. در جدول (۴) ساختار یک نمونه از پایگاه اطلاعاتی تامین‌کنندگان به تصویر کشیده شده است.

تعیین اهمیت معیارها

مشخص نمودن میزان اهمیت معیارها برای محاسبهٔ شاخص مشابهت و در نهایت بازیابی تامین‌کنندگان مشابه ضروری است. از روشهای متعددی برای تعیین وزن معیارها می‌توان استفاده نمود که استفاده از نظرات مستقیم تصمیم‌گیرندگان و یا روشهای تحلیلی همچون روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که بر پایهٔ مقایسه‌های زوجی استوار است، نمونه‌هائی از آن است. در این تحقیق روش اخیر (AHP) برای تعیین اوزان پیشنهاد می‌شود. جهت مطالعهٔ بیشتر در رابطه با نحوهٔ بکارگیری این روش به مرجع [۴۱] مراجعه شود.

تعیین روش (مکانیزم) بازیابی

بازیابی تامین‌کنندگان مناسب برای خرید جدید توسط مکانیزم بازیابی صورت می‌پذیرد. برای بازیابی تامین‌کنندگان، از روش بازیابی معرفی شده بر اساس روابط (۱) و

(۲) استفاده می‌شود که باید بر روی تمامی موارد خرید موجود در پایگاه اطلاعاتی تامین‌کنندگان اعمال شود. در صورتی که تامین‌کنندگان جدیدی برای فروش کالای مد نظر خریدار اعلام آمادگی کرده باشند، ابتدا مشخصات آنها مطابق ساختار ثبت اطلاعات تامین‌کنندگان به پایگاه اطلاعاتی اضافه می‌شود و سپس فرآیند بازیابی خریدهای مشابه اجرا می‌گردد.

تهیه فهرست مختصر

پس از اعمال روش بازیابی، بر اساس نظر تصمیم‌گیرنده تعداد P تامین‌کننده از میان M تامین‌کنندهٔ موجود در پایگاه اطلاعاتی که مشخصات آنها با ویژگی‌های اعلام شده از طرف خریدار برای انجام خرید جدید بیشترین تشابه را دارد، انتخاب و بعنوان فهرست مختصر برای ارزیابی نهائی بکار می‌رود.

تطبیق تامین‌کنندگان (نهائی سازی لیست مختصر)

در این مرحله، میزان انطباق شرایط عمومی تامین‌کنندگان با ملاکهای انتخاب اولیه آنها بررسی می‌شود تا از آمادگی تامین‌کنندگان منتخب برای شرکت در مرحلهٔ نهائی ارزیابی احراز اطمینان شود. بدیهی است موارد ناموفق حذف و گزینه‌های جدید به ترتیب شاخص تشابه به لیست اضافه می‌شوند تا فهرست نهائی شامل P کاندیدا باشد.

ثبت اطلاعات خرید جدید در مخزن خریدها

در آخرین مرحله، مشخصات مد نظر خریدار برای تامین‌کنندهٔ جدید به همراه تامین‌کننده یا تامین‌کنندگانی که حائز شرایط هستند در پایگاه اطلاعاتی ذخیره و نگهداری می‌شود تا برای خریدهای آتی نیز مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

ماژول دوم – انتخاب نهائی و تخصیص سفارشات

وظیفهٔ این ماژول ارزیابی دقیق‌تر اطلاعات تامین‌کنندگان منتخب اولیه مرحلهٔ قبل در خصوص موضوع خرید است. این اطلاعات نیز بسته به نوع کالای موضوع خرید متنوع است. در این تحقیق، اطلاعات زیر برای مرحلهٔ ارزیابی نهائی در نظر گرفته شده است:

۱– قیمت ؛ شامل :

۱–۲- هزینهٔ خرید هر واحد کالا

۱-۳- هزینهٔ حمل نقل به ازای هر واحد کالا

۲– تحویل ؛ متشکل از :

۲–۱– انعطاف پذیری در تحویل

۲–۲– مدت زمان تحویل کالا

۳- کیفیت ؛ در برگیرندهٔ :

۳–۱– متوسط درصد کالای معیوب

۳–۲– رسیدگی به مشکلات

شاخص ارزیابی هر تامین‌کننده در رابطه با هر کدام از معیارهای اصلی فوق، از حاصل جمع مقادیر زیرمعیارهای مربوطه بدست می‌آید. مقادیر زیر معیارهای معیار اصلی هزینه ماهیت کمی دارند ولی در این تحقیق برای زیر معیارهای دو معیار اصلی دیگر، یعنی تحویل و کیفیت، ماهیت کیفی در نظر گرفته شده که بکمک جدول (۵) و (۶) به مقادیر کمی تبدیل می‌شوند. توجه شود که امتیاز

بالاتر نشان‌دهندهٔ مطلوبیت بیشتر است. بعنوان مثال شاخص معیار کیفیت در رابطه با تامین‌کننده‌ای که متوسط درصد کالای معیوب آن ۱,۷ درصد و متوسط زمان رسیدگی به مشکلات ۴ روز باشد، ۷ محاسبه می‌شود.

جـدول ۵ : نحوهٔ محاسبهٔ امتیاز تامین‌کنندگان در رابطه با معیار "تحویل".

انعطاف‌پذیری در تحویل اقلام	مدت زمان تحویل	امتیاز
در صورت نیاز خریدار، تامین‌کننده کالا را تا ۵ روز زودتر تحویل می‌دهد.	بین ۵ تا ۱۰ روز	۵
در صورت نیاز خریدار، تامین‌کننده کالا را تا ۳ روز زودتر تحویل می‌دهد.	بین ۱۱ تا ۱۵ روز	۴
در صورت نیاز خریدار، تامین‌کننده کالا را تا ۱ روز زودتر تحویل می‌دهد.	بین ۱۶ تا ۲۰ روز	۳
تامین‌کننده فاقد انعطاف‌پذیری است.	بین ۲۱ تا ۲۵ روز	۲
احتمال تاخیر در تحویل وجود دارد.	بیش از ۲۶ روز	۱

جـدول ۶ : نحوهٔ محاسبهٔ امتیاز تامین‌کنندگان در رابطه با معیار "کیفیت" .

متوسط درصد کالای معیوب	متوسط زمان رسیدگی به مشکلات	امتیاز
زیر ۱ درصد	بین ۱ تا ۲ روز	۵
بین ۱ تا ۱/۵ درصد	بین ۳ تا ۴ روز	۴
بین ۱/۶ تا ۲ درصد	بین ۵ تا ۶ روز	۳
بین ۲/۱ تا ۲/۵ درصد	بین ۷ تا ۸ روز	۲
بیشتر از ۲/۵ درصد	بیش از ۸ روز	۱

بدین ترتیب مدل برنامه‌ریزی ریاضی مطرح شده در بخش ۴ منحصراً با تغییر در تعاریف ضرایب توابع هدف به شرح زیر، برای انتخاب نهائی تامین‌کنندگان و تخصیص سفارشات قابل بهربرداری خواهد بود:

- C_i : مقدار شاخص "هزینه" تامین‌کنندهٔ iام (از حاصل جمع "هزینهٔ خرید" و "هزینهٔ حمل و نقل" هر واحد کالا که توسط تامین‌کنندهٔ i اعلام می‌شود بدست می‌آید)
- S_i : مقدار شاخص "تحویل" تامین‌کنندهٔ iام (از حاصل جمع امتیازهای تامین‌کنندهٔ i برای زیر معیارهای "انعطاف‌پذیری در تحویل" و "مدت زمان تحویل" بدست می‌آید)
- Q_i : مقدار شاخص "کیفیت" تامین‌کنندهٔ iام (از حاصل جمع امتیازهای تامین‌کنندهٔ i برای زیر معیارهای "درصد کالای معیوب" و "متوسط زمان رسیدگی به مشکلات" بدست می‌آید)

با توجه به تعاریف انجام شده برای پارامترهای مدل و نیز نحوهٔ امتیاز دهی، طبیعی است که توابع هدف مرتبط با "کیفیت" و "تحویل" بر خلاف مدل عنوان شده در بخش ۴، از نوع بیشینه‌سازی باشند. بدین ترتیب توابع هدف مدل بصورت زیر خواهند بود:

$$Z_1 = \text{Min} \sum_{i=1}^{n} C_i X_i \qquad (۱۱)$$

$$Z_2 = \text{Max} \sum_{i=1}^{n} Q_i X_i \qquad (۱۲)$$

$$Z_3 = \text{Max} \sum_{i=1}^{n} S_i X_i \qquad (۱۳)$$

بمنظور استفاده از روش عنوان شده در بخش ۴، لازم است تابع هدف تک معیاره به شرح زیر تشکیل شود:

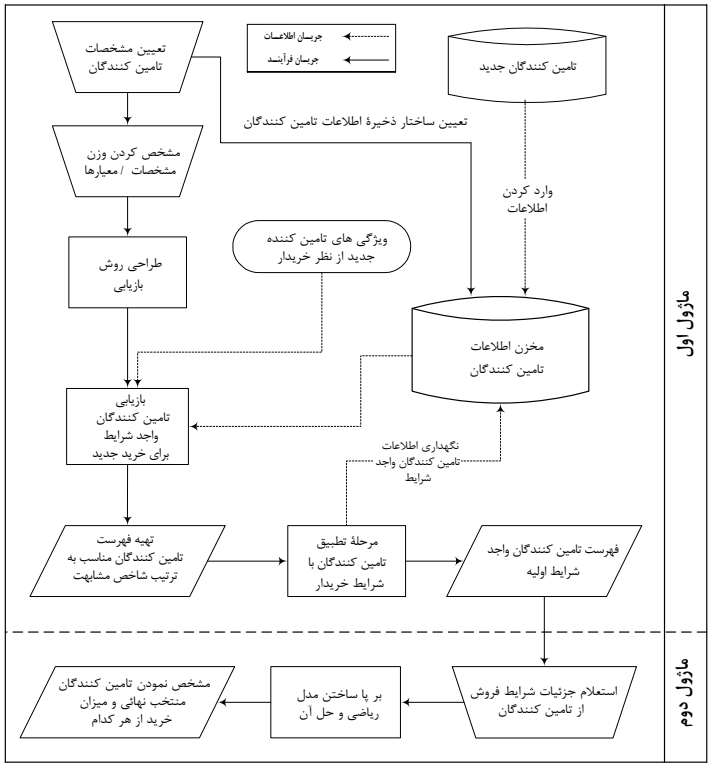
$$\text{Min } Z(X_1, X_2, \ldots X_n) = W_1(Z_1 - Z_1^+)/(Z_1^- - Z_1^+) + \sum_{i=2}^{3} W_i(Z_i^+ - Z_i)/(Z_i^+ - Z_i^-) \qquad (۱۴)$$

همانگونه که اشاره شد Z_i^+ بهترین و Z_i^- بدترین مقادیر توابع هدف هستند که برای تابع هدفِ کمینه سازی "هزینه" به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار تابع هدف و برای دو تابع هدف "تحویل" و "کیفیت" که ماهیت بیشینه سازی دارند به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تابع این دو هدف هستند. به منظور تعیین اوزان توابع هدف نیز از روشهای متعددی که پیش‌تر معرفی شده‌اند می‌توان استفاده نمود. با حل مدل فوق تامین‌کنندگان منتخب نهائی و میزان خرید از هر کدام مشخص می‌شود. در شکل (۳) نمودار نحوهٔ اجرای روش پیشنهادی به تصویر کشیده شده است.

یک مثال

در این بخش بمنظور تشریح مدل ارائه شده، یک مثال بیان می‌کنیم. ساختار Case-Base مورد استفاده در این مثال مطابق ساختار جدول (۱) در نظر گرفته می‌شود. برای تعیین میزان اهمیت هر کدام از معیارها در انتخاب تامین‌کننده از روش AHP بهره می‌گیریم. مجموعه مقایسه‌های زوجی مورد نیاز این روش که بر اساس نظر خریدار (تصمیم‌گیرندهٔ واحد) مشخص گردیده در جدول (۷) آورده شده است. برای انجام محاسبات لازم از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است. اوزان معیارها و نرخ ناسازگاری ماتریسهای مقایسه (که در محدوهٔ مجاز قرار

دارند) در جدول (۷) منعکس شده است.



شکل ۳ : نمودار جریان روش پیشنهادی.

جـدول ۷ : مقایسه‌های زوجی و مقادیر نهائی اوزان معیارها.

هدف	بنیهٔ مالی	توان فنی	سابقهٔ کار	وزن محلی
بنیهٔ مالی	۱	۲/۰	۱/۷	**۰/۴۷۷**
توان فنی		۱	۰/۷	**۰/۲۹۸**
سابقهٔ کار			۱	**۰/۲۲۵**

۰/۰۰۳ = نرخ ناپایداری

بنیهٔ مالی	سرمایهٔ شرکت	حجم فروش	سهم از بازار	اوزان محلی	اوزان نهائی
سرمایه شرکت	۱	۰/۳	۳/۰	۰/۲۳۲	**۰/۱۱۱**
حجم فروش		۱	۷/۰	۰/۶۸۱	**۰/۳۲۵**
سهم از بازار			۱	۰/۰۸۷	**۰/۰۴۱**

۰/۰۱۳ = نرخ ناپایداری

توان فنی	امکانات تولیدی	امکانات پشتیبانی	اوزان محلی	اوزان نهائی
امکانات تولیدی	۱	۰/۳	۰/۲۳۳	**۰/۰۵۲**
امکانات پشتیبانی		۱	۰/۷۶۷	**۰/۱۷۳**

۰/۰۰ = نرخ ناپایداری

کار	سابقهٔ همکاری	سابقهٔ کار	خوشنامی	اوزان محلی	اوزان نهائی
سابقهٔ همکاری	۱	۱/۵	۲/۵	۰/۴۸۹	**۰/۱۴۶**
سابقهٔ کار		۱	۱/۲	۰/۲۹۲	**۰/۰۸۷**
خوشنامی			۱	۰/۲۱۸	**۰/۰۶۵**

۰/۰۱۱= نرخ ناپایداری

اوزان نهائی معیارهای پائین‌ترین سطح سلسله مراتبی (زیر معیارها) در تعیین میزان مشابهت ویژگی‌های مد نظر خریدار برای تامین‌کنندهٔ جدید با مشخصات تامین‌کنندگان موجود در پایگاه اطلاعاتی مربوطه بر اساس روش بازیابی ارائه شده در بخش ۵-۱-۳، بکار گرفته خواهد شد. در صورتیکه بر اساس سیاست خریدار، لازم باشد بیش از یک تصمیم‌گیرنده در تعیین اهمیت معیارها نقش داشته باشند، می‌توان از قابلیت تصمیم‌گیری گروهی روش AHP استفاده نمود.

تصور کنید در پایگاه اطلاعاتی طرح، اطلاعات مربوط به ۱۰ تامین‌کننده ثبت و به شرح جدول (۸) نگهداری می‌شود. بدیهی است در یک مسالهٔ واقعی، تعداد رکوردهای اطلاعاتی بسیار بیشتر از این مقدار می‌تواند باشد. همچنین

فرض کنید خرید جدیدی با مشخصات مطرح شده در ستون آخر این جـدول ارائه شده است.

حال روش بازیابی موضوع مرحلهٔ ۵-۱-۳ را بر روی اطلاعات جـدول فوق اعمال می‌نمائیم. نتایج حاصله در جدول (۹) آمده است.

اطلاعات این جـدول نشان می‌دهد مشخصات تامین‌کنندهٔ S3 شبیه‌ترین مورد به ویژگی‌های مد نظر خریدار است و تامین‌کنندگان شمارهٔ S6، S4، S7 و S10 به ترتیب در رتبه‌های ۲ تا ۵ قراردارند. فرض می‌کنیم مرحلهٔ تطبیق با شرایط خریدار برای هر پنج تامین‌کننده با موفقیت انجام شده باشد و این تامین‌کنندگان برای انجام خرید حائز شرایط اولیه تشخیص داده شده باشند. بنابراین با فرض اینکه تصمیم‌گیرنده تعداد ۵ تامین‌کنندهٔ واجد شرایط اولیه را برای ارزیابی نهائی مد نظر داشته باشد، ماژول دوم مدل قابل اجرا خواهد بود. تصور کنید جزئیات مربوط به شرایط فروش این تامین‌کنندگان به شرح جدول (۱۰) استعلام شده باشد.

جـدول ۸ : اطلاعات تامین‌کنندگان موجود در پایگاه و ویژگی‌های تامین‌کنندهٔ جدید.

مشخصات تامین کننده		شمارهٔ تامین کنندگان (در پایگاه اطلاعات تامین کنندگان)										مشخصات تامین کننده جدید
معیار اصلی	زیر معیار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
بنیهٔ مالی	سرمایهٔ شرکت (میلیارد ریال)	۴,۰	۶,۰	۷,۰	۳,۰	۳,۰	۶,۰	۴,۵	۵,۰	۶,۰	۷,۰	۸,۰
	حجم فروش سالیانه (میلیارد ریال)	۲۰	۲۱	۱۹	۱۶	۲۲	۱۴	۲۰	۱۸	۲۴	۲۰	۱۵
	سهم از بازار (درصد)	۵,۰	۴,۵	۷,۰	۶,۰	۲,۰	۷,۰	۵,۰	۶,۵	۷,۰	۵,۵	۵,۰
توان فنی	داشتن امکانات تولیدی	A	C	D	A	A	E	C	D	A	B	B
	داشتن امکانات پشتیبانی	C	D	B	D	D	A	B	E	B	A	B
سابقهٔ کار	سابقهٔ همکاری با خریدار (سال)	۱۰	۷	۶	۴	۹	۷	۴	۸	۶	۹	۵
	سابقهٔ کار تخصصی (سال)	۸	۶	۶	۷	۸	۷	۸	۶	۹	۵	۷
	خوشنامی و اشتهار	۸	۴	۶	۸	۵	۵	۱۰	۶	۸	۶	۸
نام تامین کنندهٔ منتخب		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	؟

جـدول ۹ : میزان شباهت مشخصات تامین کنندگان با ویژگی‌های مد نظر خریدار.

نام تامین کننده	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
میزان مشابهت	۰,۵۳۳	۰,۵۲۱	۰,۷۲۴	۰,۷۰۸	۰,۳۵۳	۰,۷۱۹	۰,۶۵۰	۰,۵۲۲	۰,۵۵۶	۰,۵۹۴
اولویت	۷	۹	۱	۳	۱۰	۲	۴	۸	۶	۵

جـدول ۱۰ : جزئیات شرایط فروش تامین‌کنندگان منتخب اولیه.

مشخصات فروش تامین کنندگان		امتیاز تامین کنندگان				
معیار	زیر معیار	S3	S4	S6	S7	S10
قیمت	هزینهٔ خرید هر واحد (میلیون ریال)	۴,۸	۵,۱	۵,۴	۵,۰	۵,۲
	هزینهٔ حمل و نقل هر واحد	۰,۵	۰,۳	۰,۲	۰,۲	۰,۳
تحویل	انعطاف پذیری در تحویل	۴	۴	۴	۵	۲
	مدت زمان تحویل	۲	۳	۴	۴	۳
کیفیت	متوسط درصد کالای معیوب	۳	۴	۳	۲	۵
	رسیدگی به مشکلات	۵	۲	۴	۳	۴
محدودیت ظرفیت فروش		۹۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰

همچنین فرض می‌کنیم P=3 (تعداد تامین‌کنندگان منتخب نهائی)، D=2300 (میزان کل سفارش) و نیز $Min(O_i)=0$ (کمترین میزان خرید از هر تامین‌کننده) باشد. بنابراین مدل ریاضی معرفی شده در بخش ۵-۲ با توجه به اطلاعات جدول (۱۰) به شرح زیر خواهد بود:

$$Min \quad Z_1 = (5.3X_3+5.4X_4+6.2X_6+5.2X_7+5.7X_{10}) \quad (۱۵)$$

$$Max \quad Z_2 = (6.0X_3+7.0X_4+8.0X_6+9.0X_7+5.0X_{10}) \quad (۱۶)$$

$$Max \quad Z_3 = (8.0X_3+6.0X_4+7.0X_6+5.0X_7+9.0X_{10}) \quad (۱۷)$$

Subject To:

$$X_3+X_4+X_6+X_7+X_{10}=2300 \quad (۱۸)$$

$$0 \le X_3 \le 900Y_3 \quad (۱۹)$$

$$0 \le X_4 \le 1100Y_4 \quad (۲۰)$$

$$0 \le X_6 \le 700Y_6 \quad (۲۱)$$

$$0 \le X_7 \le 800Y_7 \quad (۲۲)$$

$$0 \le X_{10} \le 1000Y_{10} \quad (۲۳)$$

$$Y_3+Y_4+Y_6+Y_7+Y_{10}=3 \quad (۲۴)$$

$$Y_3, Y_4, Y_6, Y_7 \& Y_{10}= 0 \text{ or } 1 \quad (۲۵)$$

بهترین مقادیر توابع هدف (Z_i^+) با حل ۳ مسالهٔ تک معیاره بصورت $Min\ Z_1$، $Max\ Z_2$ و $Max\ Z_3$ و بدترین مقادیر توابع هدف (Z_i^-) با حل ۳ مسالهٔ تک معیارهٔ دیگر بصورت $Max\ Z_1$، $Min\ Z_2$ و $Min\ Z_3$ بدست می‌آیند. این مقادیر در جدول (۱۱) منعکس شده است.

بدین ترتیب تابع هدف مدل چند هدفه بصورت رابطهٔ (۲۶) خواهد بود.

جـدول ۱۱ : بهترین و بدترین مقادیر توابع هدف بصورت تک معیاره.

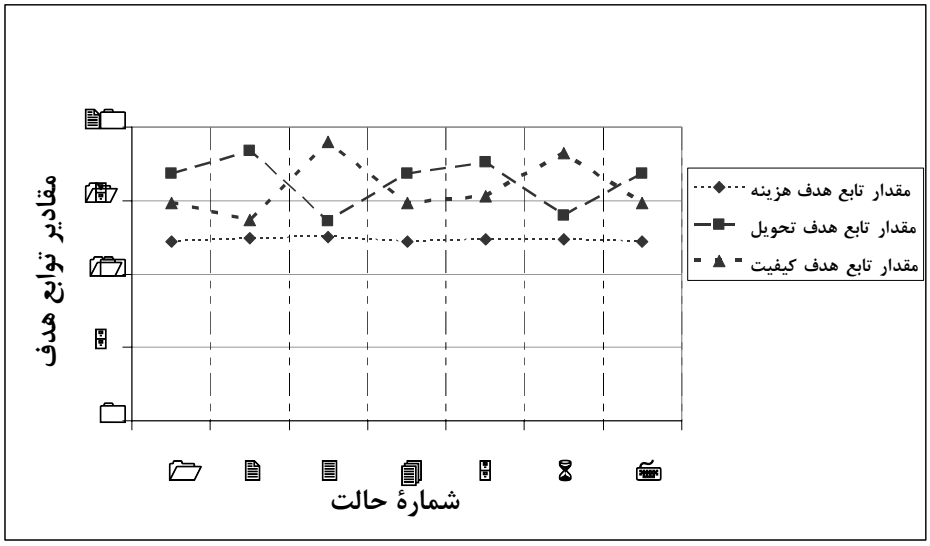
تابع هدف	بهترین مقدار (Z_i^+)	بدترین مقدار (Z_i^-)	اختلاف Z_i^+ و Z_i^-
Z_1	۱۲۰۷۰	۱۲۶۶۰	۴۹۰
Z_2	۱۸۴۰۰	۱۳۲۰۰	۵۲۰۰
Z_3	۱۹۰۰۰	۱۳۴۰۰	۵۶۰۰

$$Min\ Z(X_1,X_2,X_3) = \frac{W_1(Z_1 - 12170)}{490} + \frac{W_2(18400 - Z_2)}{5200} + \frac{W_3(19000 - Z_3)}{5600} \quad (۲۶)$$

تابع هدف فوق با توجه به اوزانی که تصمیم‌گیرنده در اختیار مدل قرار می‌دهد و نیز با توجه به مجموعه محدودیتهای (۱۸) تا (۲۵)، حل و پاسخ نهائی که در برگیرندهٔ فهرست تامین‌کنندگان منتخب و میزان سفارش از هر کدام است، مشخص می‌گردد. در اینجا مدل فوق را به ازای مقادیر مختلف وزن توابع هدف حل و پاسخ را در جدول (۱۲) مشخص نموده‌ایم.

جـدول ۱۲: پاسخ نهائی مدل چند هدفه در حالات مختلف وزن.

شمارهٔ حالت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
W_1 (وزن هدف اول)	۱	۰	۰	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳
W_2 (وزن هدف دوم)	۰	۱	۰	۰/۲	۰/۵	۰/۳	۰/۳۳
W_3 (وزن هدف سوم)	۰	۰	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۳۳
مقدار تابع هدف Z_1	۱۲۰۷۰	۱۲۴۰۰	۱۲۵۱۰	۱۲۱۷۰	۱۲۳۲۰	۱۲۳۵۰	۱۲۱۷۰
مقدار تابع هدف Z_2	۱۶۸۰۰	۱۸۴۰۰	۱۳۶۰۰	۱۶۸۰۰	۱۷۶۰۰	۱۴۰۰۰	۱۶۸۰۰
مقدار تابع هدف Z_3	۱۴۸۰۰	۱۳۷۰۰	۱۹۰۰۰	۱۴۸۰۰	۱۵۳۰۰	۱۸۲۰۰	۱۴۸۰۰
مقدار تابع هدف ترکیبی Z	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۳۵
تامین کنندگان منتخب و میزان سفارش از هر کدام	X_3=۹۰۰	X_4=۸۰۰	X_3=۹۰۰	X_3=۹۰۰	X_3=۸۰۰	X_3=۹۰۰	X_3=۹۰۰
	X_4=۶۰۰	X_6=۷۰۰	X_6=۴۰۰	X_4=۶۰۰	X_6=۷۰۰	X_7=۴۰۰	X_4=۶۰۰
	X_7=۸۰۰	X_7=۸۰۰	X_{10}=۱۰۰۰	X_7=۸۰۰	X_7=۸۰۰	X_{10}=۱۰۰۰	X_7=۸۰۰



شکل ۴: نمودار حساسیت پاسخها نسبت به اوزان توابع هدف (ارقام بر حسب هزار).

شکل (۴) نموداری را به تصویر کشیده است که در آن مقادیر توابع هدف در حالات مختلف نشان داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد با توجه به اطلاعات ورودی مدل برنامه‌ریزی ریاضی، مقدار تابع هدف هزینه بر خلاف دو تابع هدف دیگر مساله، از حساسیت پائینی نسبت به تغییر در اهمیت اهداف برخوردار است. این نمودار کمک می‌کند تصمیم‌گیرنده با توجه به میزان اهمیتی که به هر کدام از اهداف مساله می‌دهد، پاسخ مورد انتظار را دریافت نماید.

نتیجه گیری و پیشنهادها برای مطالعات و پژوهش‌های آتی

در نوشتار حاضر مدلی دو مرحله‌ای برای نظام‌مند کردن فرآیند انتخاب تامین‌کنندگان در شرایط واقعی تشریح شده است. در مرحلهٔ اول، شرایط عمومی تامین‌کنندگان بالقوه بررسی شده و تامین‌کنندگان واجد شرایط برای تامین کالا شناسائی می‌گردند و در مرحلهٔ دوم ضمن ارزیابی دقیق‌تر (بررسی شرایط خصوصی) انتخاب نهائی صورت گرفته و میزان سفارش از هر تامین‌کننده مشخص می‌شود.

در این تحقیق، برای مرحلهٔ شناسائی تامین‌کنندگان و انتخاب تامین‌کنندگانی که بتوانند شرایط و نیازمندهای اعلام شده از طرف خریدار را احراز نمایند، از روش CBR بهره‌برداری شده که سعی دارد نحوهٔ استفاده نظام‌مند از تجربیات قبلی در انتخاب تامین‌کنندگان را برای انتخاب تامین‌کنندهٔ جدید تشریح نماید. در مرحلهٔ بعد بکمک یک مدل برنامه‌ریزی چند هدفه، تامین‌کنندگان شناسائی شدهٔ واجد شرایط (در مرحلهٔ قبل) مورد ارزیابی دقیق‌تر قرار گرفته و در چهارچوب محدودیتهای ظرفیت تامین‌کنندگان و سیاستهای خریدار، تامین‌کنندگان منتخب نهائی و میزان سفارش از هر کدام مشخص می‌گردد.

مدل ارائه شده در این تحقیق از بعد نحوهٔ نگرش به سه حالت اول در واقع مدلهای تک معیاره‌ای هستند که به ترتیب با هدف منفرد "کمینه کردن کل هزینهٔ خرید"، "بیشینه کردن شاخص کل کیفیت" و بالاخره "بیشینه کردن شاخص کل تحویل" تشکیل شده‌اند. پاسخ این سه مدل حاکی از آنست که در هر مورد تامین‌کننده‌ای انتخاب شده که عملکرد بهتری در رابطه با هدف واحد مساله داشته است. در سایر حالات، دامنهٔ متنوعی از وزنها به اهداف اختصاص یافته است.

مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده، رویکرد جامع‌تری را دنبال نموده به گونه‌ای که هم جنبهٔ "انتخاب تامین‌کننده" و هم جنبهٔ "تخصیص سفارش" را مد نظر قرارداده است. ارائهٔ مدل یکپارچه‌ای که بطور همزمان برای هر دو وجه مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده راه‌حل ارائه می‌دهد، از ویژگی‌های دیگر این مقاله است که در تعداد معدودی از تحقیقات پیشین مشاهده شده است. از سوی دیگر، بر خلاف بسیاری از مدلهای ارائه شده که جنبهٔ نظری آنها بر جنبهٔ کاربردی آنها تفوق دارد، در این نوشتار جنبهٔ

کاربردی بیشتر مورد تاکید قرار گرفته و به سهولت می‌توان زمینهٔ استفادهٔ عملی از مدل ارائه شده را فراهم آورد.

در ادامهٔ این تحقیق می‌توان به موضوعات زیر پرداخت:

۱ - مدل پیشنهاد شده برای حالتی ساده که در آن مشخصات عمومی و خصوصی تامین‌کنندگان محدود به چند ویژگی عمومی است، طراحی شده است؛ در صورتیکه در عمل و بسته به شرایط مساله، خریدار ویژگی‌های متعدد و متنوعی را برای فروشنده در نظر می‌گیرد. مدل تحقیق حاضر را برای چنین حالات پیچیده‌ای می‌توان توسعه داد. همچنین توابع هدف متنوعی از جمله نزدیکی فروشندگان منتخب به انبار خریدار، افزایش کارائی کلی خرید (بصورت $Max\Sigma W_iX_i$ که در آن X_i و W_i به ترتیب میزان خرید از تامین کنندهٔ i و شاخص حاصل از روش CBR برای همین تامین‌کننده است) و غیره را بسته به شرایط مساله می‌توان برای مدل تخصیص سفارشات مورد استفاده قرار داد.

۲ - در تحقیق حاضر کلیهٔ اطلاعات عمومی تامین‌کنندگان بصورت متقن و قطعی در نظر گرفته شده‌اند؛ در حالی که در عمل برخی از پارامترهای تصمیم به شکل غیر دقیق ارزیابی می‌شوند. جا دارد با استفاده از مفاهیم فازی سیستم پیشنهاد شده در این تحقیق برای پوشش دادن چنین شرایطی توسعه داده شود.

همچنین پیشنهاد می‌شود برای ایجاد انعطاف پذیری بیشتر در مدل ریاضی بکار گرفته شده در این تحقیق و برای پوشش دادن شرایط تصمیم‌گیری در محیطهای غیر دقیق، پارامترهای مدل بصورت فازی منظور شده و مساله با استفاده از روشهای فازی حل مسائل چند هدفه، مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

۳ – روش CBR دارای ابعاد مختلفی است که امکان پرداختن به همهٔ آنها در قالب یک تحقیق میسر نیست. لذا در ماژول اول مدل ارائه شده در این تحقیق (روش CBR)، عمدتاً توجه اصلی بر روی تنظیم پارامترهای مربوط به مکانیزم بازیابی CBR متمرکز گردید. جا دارد در تحقیقات آتی به سایر ابعاد روش CBR در انتخاب تامین‌کننده نیز توجه شود.

۴ – در این تحقیق برای بازیابی تامین‌کنندگانی که مشخصات آنها با ویژگی‌های اعلام شده از طرف خریدار مشابهت بیشتری داشته باشد، از مرسوم‌ترین روش بازیابی مبتنی بر فاصله استفاده شده است. با توجه به طبیعت مسالهٔ انتخاب تامین‌کننده که ضرورت توجه به نوع مشخصه‌ها از بُعد مثبت (سود) یا منفی (هزینه) بودن را اجتناب ناپذیر می‌کند، جا دارد متدهای جدیدی برای بازیابی تامین‌کنندگان ارائه شود که در کنار توجه به فاصلهٔ مقادیر مشخصه‌ها از هم، نوع مشخصه‌ها را هم در بازیابی مد نظر قرار دهد.

مراجع

1 - Ghobadian, A., Stainer, A. and Kiss, T. (1993). "A computerized vendor rating system." *Proceedings of the First International Symposium on Logistics,* The University of Nottingham, Nottingham, UK, PP. 321-328.

2 - Burton, T. T. (1988). "JIT/Repetitive sourcing strategies: tying the knot with your suppliers." *Production and Inventory Management Journal,* 4th Quarter, PP. 38-41.

3 - Dickson, G. W. (1966). "An analysis of vendor selection systems and decisions." *Journal of Purchasing,* Vol. 2, No. 1, PP. 5-17.

4 - Weber, C. A., Current, J. R. and Benton, W. C. (1991). "Vendor selection criteria and methods." *European Journal of Operational Research*, Vol. 50, PP. 2-18.

5 - Mummalaneni, V., Dubas, K. M. and Chao, C. (1996). "Chinese purchasing managers' preferences and trade-offs in supplier selection and performance evaluation." *Industrial Marketing Management*, Vol. 25, No. 2, PP. 115-24.

6 - Dahel, N. (2003). "Vendor selection and order quantity allocation in volume discount environment." *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 8, No. 4, PP. 335-342.

7 - Lehmann, D. and O'Shaughnessy, J. (1982). "Decision criteria used in buying different categories of products." *Journal of Purchasing and Materials Management,* Vol. 18, No. 1, PP. 9-14.

8 - Cooper, S. D. (1977). “A total system for measuring of performance.” *Journal of Purchasing and Materials Management,* PP. 22-26.

9 - Mazurak, R. E., Rao, S. R. and Scotton, D. W. (1985). “Spreadsheet software application in purchasing.” *Journal of Purchasing and Materials Management*, PP. 8-16.

10 - Timmerman, E. (1986). “An approach to vendor performance evaluation.” *Journal of Purchasing and Materials Management,* winter, pp. 2-8.

11 - Min, H. (1994). “International supplier selection: a multi-attribute utility approach.” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24, No. 5, PP. 24-33.

12 - Narasimhan, R. (1983). “An analytic approach to supplier selection.” *Journal of Purchasing and Materials Management,* winter, PP. 27-32.

۱۳ – آریا نژاد، م.ب. ق. و جمالی فیروزآبادی، ک. "مدل انتخاب بهترین تامین‌کنندگان در حالت چند هدفه." مجلهٔ بین‌المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران، جلد ۱۵، شمارهٔ ۴، صفحات ۹۵ تا ۱۰۷، پائیز(۱۳۸۳).

14 - Gaballa, A. A. (1974). “Minimum cost allocation of tenders.” *Operational Research Quarterly,* Vol. 25, No. 3, PP. 398.

15 - Anthony, T. F. and Buffa, F. P. (1977). “Strategic purchase scheduling.” *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 13, No. 3, PP. 27-31.

16 - Pan, A. C. (1989). “Allocation of order quantity among suppliers.” *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 25, No. 3, PP. 36-39.

17 - Buffa, F. P. and Jackson, W. M. (1983). “A goal programming model for purchase planning.” *Journal of Purchasing and Materials Management,* Vol. 19, No. 3, PP. 27-34.

18 - Sharma, D., Benton, W. C. and Srivastava, R. (1989). “Competitive strategy and purchasing decision” *Proceedings of the 1989 Annual Conference of the Decision Sciences Institute,* PP. 1088-1090.

19 - Weber, C. A. (1996). “A Data Envelopment Analysis approach to measuring vendor performance.” *Supply Chain Management,* Vol. 1, No.1, PP. 28-39.

20 - Easton, L., Murphy, J. D. and Pearson, J. N. (2002). “Purchasing performance evaluation: with data envelopment analysis.” *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 8, PP. 123–134.

21 - Ghodsypour, S. H. and 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,* Vol. 56-57, PP. 199-212.

22 - Morlacchi, P. (1997). “Small and medium enterprises in supply chain: a supplier evaluation model and some empirical results.” *Proceedings IFPMM Summer School,* August, Saltsburg.

23 - Erol, I., William, G. and Ferrell, Jr. (2003). “A methodology for selection problems with multiple, conflicting objectives and both qualitative and quantitative criteria.” *International Journal of Production Economics*, Vol. 86, PP. 187-199.

24 - Li, C. C., Fun, Y. P. and Hung, J. S. (1997). “A new measure for supplier performance evaluation.” *IIE Transactions on Operations Engineering,* Vol. 29, PP. 753-758.

25 - Kumar, M., Vrat, P. and Shankar, R. (2004). “A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain.” *Computers & Industrial Engineering,* Vol. 46, PP. 69–85.

26 - Cook, R. L. (1997). “Case-based reasoning systems in purchasing: applications and development.” *International Journal of Purchasing and Materials Management,* winter, PP. 32–39.

27 - Choy, K. L. and Lee, W. B. (2003). “A generic supplier management tool for outsourcing manufacturing.” *Supply Chain Management: An International Journal.* Vol. 8, No. 2, PP. 140-154.

28 - Choy, K. L. and Lee, W. B. (2001). “Multi-agent based virtual enterprise supply chain network for order management.” *Journal of Industrial Engineering Research*, Vol. 2, No. 2, PP. 126-141.

29 - Mclover, R. T. and Humphreys, P. K. (2000). “A case-based reasoning approach to the make or buy decision.” *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 11, No. 5, PP. 295-310.

30 - Lau, H. C. W., Lee, W. B. and Lau, P. K. H. (2001). “Development of an intelligent decision support system for benchmarking assessment of business partners.” *Benchmarking: an International Journal,* Vol. 8, No. 5, PP. 376-395.

31 - Lau, H. C. W., Lau, P. K. H., Fung, R. Y. K., Chan, F. T. S. and IP, R. W. L. (2005). “A virtual case benchmarking scheme for vendor’s performance assessment.” *Benchmarking: an International Journal,* Vol. 12, No. 1, PP. 61-80.

32 - Aamodt, A. and Plaza, E. (1994). “Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations and system approaches.” *AI Communications,* Vol. 7, No. 1, PP. 39-59.

33 - Kolodner, J. (1993). *Cased-Based Reasoning*, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA.

34 - Varma, A. and Roddy, N. (1999). “ICARUS: Design and deployment of a case-based reasoning system for locomotive diagnostics.” *Engineering Application of Artificial Intelligence,* Vol. 12, No. 6, PP. 681-690.

35 - Montani, S., Bellazzi, R., Portinale, L., d’Annunzio, G., Fiocchi, S. and Stefanelli, M. (2000). “Diabetic patients management exploiting case-based reasoning techniques.” *Computer Methods and Program in Biomedicine,* Vol. 62, No. 3, PP. 205-218.

36 - Schmidt, G. (1998). “Case-based reasoning for production scheduling.” *International Journal of Production Economics*, Vol. 56-57, PP. 537-546.

37 - Changchien, S. W. and Lin, M. C. (2005). “Design and implementation of a case-based reasoning system for marketing plans.” *Expert Systems with Application,* Vol. 28, PP. 43-53.

38 - Weber, C. A. and Current, J. R. (1993). “Theory and Methodology: A multi-objective approach to vendor selection.” *European Journal of Operational Research*, Vol. 68, PP. 173-184.

39 - Weber, C. A., Current, J. R. and Desai, A. (1998). “Non-cooperative negotiation strategies for vendor selection.” *European Journal of Operational Research*, Vol. 108, PP. 208-223.

40 - Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications.* Springer-Verlag, Heidelberg, 1981.

۴۱ - قدسی‌پور، س.ح. "مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره – فرآیند تحلیل سلسله مراتبی." چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، (۱۳۸۱).

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - Component Parts
2 - Linear Weighting Method
3 - Analytical Hierarchy Process (AHP)
4 - Mixed Integer Programming (MIP)
5 - Data Envelopment Analysis (DEA)
6 - Outsourcing
7 - Make or Buy Decision
8 - Benchmark
9 - Attribute (Feature or Criterion)
10 - Matching Method
11 - Case-Base
12 - Nearest Neighbor (NN)