فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۴۸، بهار ۹۷
صفحات ۱۰۷-۷۳

ارائه‌ی مدل برنامه‌ریزی استوار یکپارچه برای تخصیص سفارش در زنجیره‌ی تامین

مجید هوشمندی ماهر*، مقصود امیری**

تاریخ دریافت:۹۲/۹/۲۵
تاریخ پذیرش:۹۲/۱۱/۱۳

چکیده

در بیشتر صنایع هزینه‌ی مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی محصول، در حدود ۶۰٪ از بهای تمام‌شده (در برخی از صنایع تا ۸۰٪) را در برمی‌گیرد. در چنین شرایطی، منبع‌یابی مناسب، می‌تواند نقشی کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا نموده و تاثیر مستقیمی در کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد. در مقاله‌ی حاضر تعیین کمیت مطلوب سفارش در حالت وجود چند تامین‌کننده، چند محصول، در طی چند دوره، در حالت مجاز بودن مازاد و کمبود، با لحاظ ماهیت چندمعیاره و چندهدفه‌ی مساله و وجود تخفیف افزایشی، با لحاظ عدم اطمینان در پارامترهای تقاضا، زمان انتظار، هزینه‌ی ثابت سفارش، سطح کیفیت تامین‌کننده و بودجه‌ی هر دوره مد نظر قرار گرفته و با استفاده از برنامه‌ریزی مختلط صحیح استوار مدل و حل شده است. به منظور لحاظ معیارهای موثر بر انتخاب تامین‌کننده در مدل ریاضی از فرآیند تحلیل شبکه و به‌منظور لحاظ وابستگی داخلی میان معیارها از دیمتل استفاده شده است. در پایان نتایج و پیشنهادات ارائه می‌شود.

کلمات کلیدی: انتخاب تامین‌کننده در زنجیره‌ی تامین، فرآیند تحلیل شبکه، روش دیمتل، برنامه‌ریزی ریاضی مختلط صحیح چندهدفه استوار

* دانش‌آموخته‌ی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشکده‌ی مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی
Email: Majidhooshmand@gmail.com
** استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده‌ی مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه در بازار جهانی عوامل متعددی باعث شده‌اند تا سازمان‌ها با تمرکز بر زنجیره‌ی تامین خود، در جستجوی مزیت رقابتی باشند. از میان فعالیت‌های مدیریت زنجیره‌ی تامین، خرید با توجه به مهیا نمودن فرصت کاهش هزینه‌ها و متعاقب آن افزایش سود، یکی از استراتژیک‌ترین آنان به شمار می‌رود (مندوزا، ۲۰۰۷). بر اساس پورادب، نادعلی و اسلامی (۲۰۱۱) خرید قلب تمامی زنجیره‌های تامین بوده و تسهیل دستیابی به اهداف زنجیره‌ی تامین در گرو استراتژیک بودن خرید است. از سوی دیگر اهمیت فزاینده‌ی مدیریت زنجیره‌ی تامین محرک شرکت‌ها برای انطباق خرید و استراتژی‌های منبع‌یابی با اهداف زنجیره‌ی تامینشان است (کوایل، ۲۰۰۶)

مونزکا، ترند و هندزفیلد (۲۰۰۵) انتخاب تامین‌کننده را وظیفه‌ی اساسی خرید می‌دانند. براساس مندوزا (۲۰۰۷)، یکی از وظایف ضروری (و در عین حال پیچیده) در کارکرد خرید که نقشی اساسی در موفقیت یا عدم موفقیت یک سازمان ایفا می‌نماید، انتخاب تامین‌کنندگانی است که قادر به تدارک اقلام تقاضا شده، با مشخصات مورد نیاز باشند. یک مجموعه‌ی مناسب و درست انتخاب‌شده از تامین‌کنندگان منجر به ایجاد تفاوت استراتژیک در توانایی یک سازمان در کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصولات نهایی خواهد شد. این واقعیت محرک تحقیقاتی است که هدف آنها یافتن راه‌های جدیدتر و بهتر برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان است مندوزا (۲۰۰۷).

از سوی دیگر مدیریت عدم اطمینان چالشی اساسی در مدیریت تمامی زنجیره‌های تامین است. انتظار می‌رود که نتایج حاصل از روش‌های برنامه‌ریزی زنجیره‌ی تامینی که عدم اطمینان در آنها لحاظ نشده است، در صورت مقایسه با مدل‌هایی که عدم اطمینان را فرموله نموده‌اند، نتایج نامرغوبتری را ارائه دهند پورادب، نادعلی و اسلامی (۲۰۱۱). وجود عدم اطمینان در زنجیره‌ی تامین را می‌توان ناشی از ماهیت پیچیده و پویایی روابط میان عوامل مختلف زنجیره‌ی تامین دانست (بهاتانگار و سوهال، ۲۰۰۵).

با وجود تاکید بر اهمیت و نقش انتخاب تامین‌کننده در زنجیره‌ی تامین و جایگاه عدم اطمینان

Archive of SID

www.SID.ir

در برنامه‌ریزی‌های مربوط به زنجیره‌ی تامین، دغدغه‌ی اصلی بسیاری از فعالان زنجیره‌ی تامین پاسخ به این پرسش اساسی است که در صورت لحاظ عدم قطعیت، تخصیص مطلوب سفارش به تامین‌کنندگان چگونه باید صورت گیرد. در حالی که مرور تحقیقات پیشین حاکی از پاسخگویی ناکافی محققین به این پرسش است، تحقیق حاضر می‌کوشد تا با استفاده از رویکردی کمی و با اتکا به مبانی نظری مدیریت زنجیره‌ی تامین به تدوین مدلی مناسب برای انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش میان آنان با مد نظر قرار دادن ماهیت چندمعیاره‌ی مساله و لحاظ نمودن عدم اطمینان در آن بپردازد و از این طریق بخشی از ابهام پیش روی فعالان زنجیره‌ی تأمین در ایجاد توازن میان کارایی و پاسخگویی را از میان بر دارد.

مقاله‌ی حاضر از ۵ بخش تشکیل شده است. بخش دوم به مرور ادبیات و معرفی ابزارها پرداخته شده است. در بخش سوم روش تحقیق معرفی شده است. در بخش چهارم یافته‌های پژوهش ارائه شده است. نهایتا در بخش پنجم نتایج و پیشنهادات تحقیق بیان شده است.

مرور ادبیات

در بیشتر صنایع، هزینه‌ی مواد خام و اجزای تشکیل دهنده‌ی محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام‌شده را در بر می‌گیرد. این هزینه در برخی موارد ۷۰ درصد کل هزینه‌ی محصول نهایی را شامل می‌گردد. در شرکت‌های صاحب تکنولوژی بالا، این رقم تا ۸۰ درصد نیز افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، مدیریت مناسب لجستیک نقشی کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا نموده و تاثیر مستقیمی در کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف پذیری یک شرکت خواهد داشت (فنگ، راکش، ۲۰۱۰).

بر اساس آیسائو، هائورای، و هاسینی (۲۰۰۷) تصمیم‌گیری در حوزه‌ی انتخاب تامین‌کننده در برگیرنده‌ی سه تصمیم عمده‌ی زیر است:

- چه محصولی سفارش داده شود؟ تا نیمی از مقالات نگارش‌یافته در این حوزه، برای موقعیت‌هایی هستند که فروشندگان تنها برای یک کالا انتخاب می‌شوند. در این موارد وابستگی‌های داخلی متفاوتی (به عنوان مثال تخفیف بر روی حجم کسب و کار، کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

در هزینه‌های سفارش و بازرسی، و...) که می‌تواند میان محصولات وجود داشته باشد، به حساب نمی‌آید.

- در چه کمیتی و از کدام تامین کنندگان؟ اصولا دو نوع موقعیت خرید وجود دارند: منبع‌یابی منفرد یا چندگانه. در گزینه‌ی اول، تمامی تامین‌کنندگان می‌توانند بصورت کامل خواسته‌های مشتری را بر حسب کمیت، کیفیت، تحویل، و... برآورده سازند. در نتیجه تصمیم تنها با شناسایی بهترین تامین‌کننده (گان) سر و کار دارد. در رابطه با دومین گزینه، هر دو رویکرد زیر اتخاذ شده است. این دو رویکرد عبارتند از: زمانی‌که هیچیک از تامین‌کنندگان قادر به ارضای تمامی تقاضای خریدار نیستند (به خاطر محدودیت‌های ظرفیت، کیفیت، تحویل، قیمت، و... تامین‌کننده)، و یا زمانی‌که هدف استراتژی‌های تدارکات اجتناب از وابستگی به یک منبع منفرد، به‌منظور حفاظت در برابر کمبودها و حفظ رقابت استوار در میان تامین‌کنندگان است. در این‌گونه شرایط، مساله شامل دو قسمت است: انتخاب تامین‌کنندگان و تخصیص کمیت سفارش (تعیین اندازه‌ی انباشته).
- در چه دوره‌های زمانی؟ تعیین اندازه‌ی انباشته‌ی موجودی و انتخاب تامین‌کننده ارتباط داخلی بسیار نزدیکی با هم دارند. یک‌کاسه‌نمودن تصمیم زمانبندی سفارشات در طی زمان با انتخاب تامین‌کننده، می‌تواند تا حد قابل‌ملاحظه‌ای هزینه‌ها را طی دوره کاهش دهد. با ملاحظه‌ی یک افق چند دوره‌ای می‌توان یک یا چند تامین‌کننده را در هر یک از این دوره‌ها برای خرید محصولات انتخاب نمود. به صورت جایگزین، محصولات را می‌توان به دوره جلوتر منتقل نمود که البته این امر موجب تحمیل هزینه‌های نگهداری موجودی می‌گردد. علیرغم این مزیت‌ها، عمده‌ی مدل‌هایی که تاکنون پیشنهاد شده‌اند، به انتخاب تامین‌کننده بدون ملاحظه‌ی مباحث مدیریت موجودی برای چندین دوره پرداخته‌اند (آیسائو، هائورای، و هاسینی، ۲۰۰۷).

در تصمیمات مربوط به انتخاب تامین‌کننده دو مبحث دارای اهمیت ویژه‌ای است. اول اینکه چه معیارهایی را باید مورد استفاده قرار داد، و دیگر اینکه از چه روش‌هایی می‌توان برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان استفاده نمود (قدسی‌پور و اُبرین، ۲۰۰۱). تحلیل این دو

Archive of SID

www.SID.ir

مبحث، یعنی معیارها و روش‌های انتخاب تامین‌کننده، توجه بسیاری از دانش‌پژوهان و دست‌اندرکاران واحدهای خرید، از دهه ۱۹۶۰ به بعد را به خود معطوف ساخته است (قدسی‌پور و اُبرین، ۲۰۰۱).

در این پژوهش مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش، با هدف یافتن پاسخ مناسب به سه پرسش مطرح‌شده در ادبیات و یکپارچه‌سازی تصمیمات مذکور در یک متدولوژی مناسب، با در نظر گرفتن ماهیت چندمعیاره‌ی مساله، مد نظر قرار گرفته است. به علاوه، به‌منظور دستیابی به خط‌مشی‌های موجودی بهینه که به صورت همزمان تعیین کند که چقدر، چه زمانی، و از کدام تامین‌کنندگان سفارش دهیم، هزینه‌های عمومی موجودی (هزینه‌های نگهداری، کمبود، سفارش، و خرید) نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند. همچنین عدم‌اطمینان در پارامترهای تقاضا، زمان انتظار، هزینه‌ی ثابت سفارش، سطح کیفیت تامین‌کننده و بودجه‌ی هر دوره در مدل لحاظ شده است. در ادامه ابزارها و مفاهیم استفاده شده در مدل معرفی شده‌اند.

روش دیمتل

روش دیمتل به‌منظور بررسی روابط داخلی میان معیارها، برای ساختن یک نقشه‌ی روابط شبکه‌ای مورد استفاده قرار گرفت (هو، تسای، تزنگ و همکاران، ۲۰۱۱). روش دی‌متل، که بر اساس تئوری گراف توسعه داده شده است، تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا مساله را به صورت گرافیکی به صورتی برنامه‌ریزی و حل نماید که عوامل مرتبط بر اساس گروه‌های علت و معلولی، بمنظور درک بهتر روابط علی دسته‌بندی شوند (پیدرو، پولا، مولر، و همکاران، ۲۰۰۹).. روش مذکور قادر است تا روابط متقابل میان متغیرها را مشخص نموده و به توسعه‌ی یک گراف مستقیم از وابستگی‌های داخلی بین متغیرها کمک نماید. عمده‌ترین دلیل استفاده از این روش در تصمیم‌گیری چندمعیاره، توانمندی این روش در ساختدهی به روابط داخلی بین معیارها است. برای اجرای روش دیمتل نیاز به اجرای چهار گام به شرح ذیل است:

۱) محاسبه‌ی ماتریس میانگین

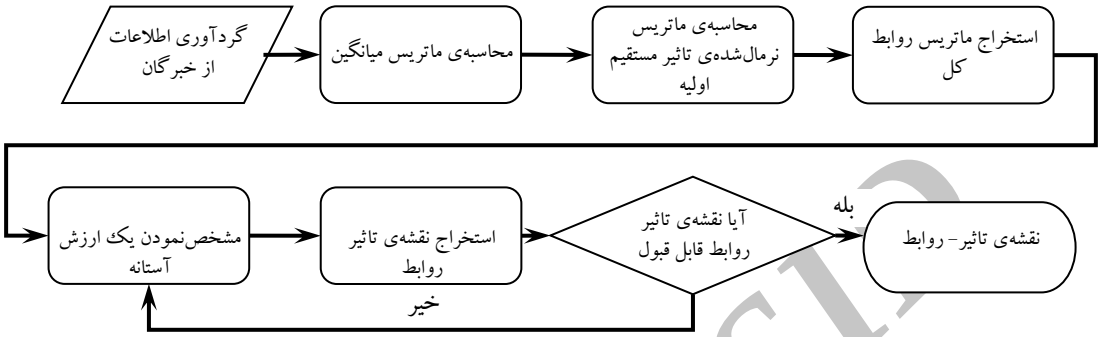
۲) محاسبه‌ی ماتریس تاثیر مستقیم اولیه

Archive of SID

www.SID.ir

۳) استخراج ماتریس روابط کل

۴) تنظیم ارزش آستانه[1] و ترسیم نقشه‌ی تاثیر- روابط



شکل ۱: فرآیند اجرای دی‌متل، وی‌لی، تزنگ (۲۰۰۹).

گامهای اجرای روش مذکور به شکل خلاصه در شکل ۱ ارائه شده است.

فرآیند تحلیل شبکه

استقلال معیارها فرض اساسی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است، در حالی‌که این فرض در دنیای واقعی منطقی نیست. ساعتی (۱۹۹۶) بمنظور حل مسائل دارای وابستگی و یا بازخورد میان معیارها، فرآیند تحلیل شبکه را از طریق بسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ارائه نمود (وی‌لی، تزنگ، ۲۰۰۹). پس از تعیین وابستگی‌های داخلی بین معیارها، نتایج حاصل از دی‌متل را می‌توان در روش تحلیل شبکه‌ای به منظور سنجش وابستگی و روابط بازخوردی بین معیارهای خاص مورد استفاده قرار داد (وی‌لی، تزنگ، ۲۰۰۹).

اجرای روش فرآیند تحلیل شبکه نیازمند اجرای ۴ گام زیر است:

۱. ساخت مدل و ساختاردهی به مساله: در این مرحله باید مسأله را باید به طور شفاف بیان کرده و به یک سیستم منطقی و به صورت یک شبکه تجزیه کرد. ساختار مذکور را می‌توان با استفاده از نظر تصمیم‌گیرندگان و از طریق روش‌هایی چون جلسات طوفان مغزی، یا دیگر

1. Threshold value

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های مناسب بدست آورد.

۲. تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی و بردار اولویت: در این مرحله از تصمیم‌گیرندگان در قالب یک سری مقایسات زوجی پرسیده می‌شود که دو عنصر یا دو قسمت در مقایسه با هم چه تأثیری در معیارهای بالادستی خود دارند. به علاوه، اگر روابط متقابلی میان عناصر یک قسمت وجود دارد، با استفاده از مقایسات زوجی و بدست‌آوردن بردار ویژهٔ هر عنصر، باید میزان تأثیر دیگر عناصر روی آن نشان داده شود. اهمیت نسبی، با استفاده از یک مقایس نسبی بدست می‌آید.

۳. تشکیل سوپرماتریس: بردارهای اولویت محلی در مرحله‌ی دوم طبق شکل ۴ در مکان مناسب خود در سوپرماتریس قرار داده می‌شوند.

۴. انتخاب بهترین گزینه: در صورتی که سوپرماتریس تشکیل‌شده در مرحله‌ی قبلی همه‌ی شبکه را پوشش دهد، اوزان اولویت را در ستون گزینه‌ها در یک سوپرماتریس نرمال‌شده می‌توان یافت. از سوی دیگر، اگر یک سوپرماتریس فقط شامل قسمت‌های به هم مرتبط باشد، نیاز به محاسبات بیشتری برای رسیدن به اولویت‌های کلی گزینه‌ها وجود دارد. در نهایت گزینه با بیشترین اولویت به عنوان اولین گزینه برتر شناخته می‌شود (هوشمندی ماهر، ۱۳۹۱)

بهینه‌سازی استوار

بهینه‌سازی استوار یکی از رویکردهایی است که در سالهای اخیر برای مقابله با عدم اطمینان توسعه داده شده است. در این رویکرد مدلساز به دنبال جوابهای نزدیک به بهینه‌ای است که با احتمال بالایی موجه باشند (میرزاپور آل هاشم، ملکلی، آریانژاد، ۲۰۱۱؛ هوشمندی ماهر، ۱۳۹۱). به طور کلی مدلهای برنامه‌ریزی ریاضی استوار به سه دسته‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

- مدل‌های برنامه‌ریزی استوار با داده‌های بازه‌ای؛
- مدل‌های استوار مبتنی بر سناریو؛
- مدل‌های برنامه‌ریزی خطی استوار فازی.

Archive of SID

www.SID.ir

بهینه‌سازی استوار توسط مالوی، وندربی، زنیوس (۱۹۹۵) توسعه یافت. در حقیقت آنها برنامه‌ریزی احتمالی را از طریق جایگزینی تابع سنتی کمینه‌نمودن هزینه‌های مورد انتظار با تابعی که به صورت آشکار به تغییر در هزینه توجه می‌نماید، این مدل را توسعه دادند. در ادامه چارچوب بهینه‌سازی استوار به صورت خلاصه توسط (فنگ، راکش، ۲۰۱۰) تشریح می‌گردد. مدل برنامه‌ریزی خطی زیر را ملاحظه نمایید که شامل پارامترهای احتمالی است:

$$Min C^T x + d^T y \quad (۱)$$

$$Subject to$$

$$Ax = b \quad (۲)$$

$$Bx + Cy = e \quad (۳)$$

$$x, y \geq 0 \quad (۴)$$

در مدل مذکور x نشان‌دهنده‌ی بردار متغیرهای تصمیمی است که باید تحت عدم اطمینان در پارمترهای مدل تعیین گردد. $B، C، e$ به ترتیب نشانگر ماتریس ضرایب فنی تصادفی مدل و بردار سمت راست هستند. یک مجموعه‌ی متناهی از سناریوهای $\Omega = \{1, 2, ..., \xi\}$ را به‌منظور مدل‌نمودن پارامترهای نامطمئن در نظر بگیرید. در هر سناریوی $\xi \in \Omega$ زیرمجموعه‌ی $\{d_\xi; B_\xi; C_\xi; e_\xi\}$ و احتمال سناریوهای $p_\xi \left(\sum \xi p_\xi = 1\right)$ را تعریف می‌نماییم.

هر سناریو شامل مجموعه‌ای است از داده‌های محقق در طی دوره‌ی برنامه‌ریزی. از Ω به منظور نشان‌دادن اینکه سناریوها از ۱ تا ξ هستند، استفاده می‌شود. ضرایب نامطمئن $B، C، e$ را می‌توان به صورت B_ξ, C_ξ, e_ξ نمایش داد که برای هر سناریو $\xi \in \Omega$ است. همچنین متغیر کنترل y، که در زمان تحقق یک سناریو مورد استفاده قرار می‌گیرد، را می‌توان با y_ξ برای سناریوی ξ نمایش داد. با توجه به وجود عدم اطمینان در پارامترها، ممکن است مدل برای برخی از سناریوها غیر موجه باشد. بنابراین δ_ξ مساوی صفر خواهد بود. در غیر این صورت به δ_ξ مقداری مثبت تخصیص خواهد یافت. مدل بهینه‌سازی استوار به صورت زیر فرموله خواهد شد:

Archive of SID

www.SID.ir

$$Min\sigma\left(x, y_1, y_2, ..., y_\xi\right) + \omega\rho\left(\delta_1, \delta_2, ..., \delta_\xi\right) \quad ۵$$

$$Subjectto$$

$$Ax = b \quad ۶$$

$$B_\xi x + C_\xi y_\xi + = e_\xi; \forall \xi \in \Omega \quad ۷$$

$$x \geq 0, y_\xi \geq 0, \delta_\xi \geq 0 \quad ۸$$

واژه‌ی اول نشانگر استواری در جواب است که مطلوبیت شرکت را برای هزینه‌های پایین و گریز از ریسک اتخاذ می‌نماید، در حالی‌که واژه‌ی دوم نشانگر استواری در مدل بوده که به جوابهایی که در برآوردن تقاضا در یک سناریو برآورده نمی‌شوند و یا سایر محدودیت‌های فیزیکی، مانند نقض ظرفیت، جریمه‌ای تخصیص می‌دهد. از ψ به‌منظور نمایش $f\left(x, y\right)$، که عبارت است از تابع هزینه یا منفعت، استفاده می‌گردد. $\psi_\xi f\left(x, y_\xi\right)$ برای سناریوی ξ. یک واریانس بالا برای $\psi_\xi f\left(x, y_\xi\right)$ به معنای آن است که جواب یک تصمیم با ریسک بالا است. به عبارت دیگر، یک تغییر کوچک در ارزش پارامترهای نامطمئن می‌تواند منجر به یک تغییر بزرگ در ارزش تابع ارزیابی شود. مالوی، وندربی، زنیوس (۱۹۹۵) بدین منظور از تابع زیر استفاده نمودند:

$$\sigma_{(0)} = \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \psi_\xi + \lambda \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \left(\psi_\xi - \sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'}\psi_{\xi'}\right)^2 \quad ۹$$

به منظور نمایش استواری جواب از λ استفاده می‌شود که نشانگر وزن واریانس جواب به نحوی است که جواب با افزایش λ به تغییرات داده تحت تمامی سناریوها کمتر حساس باشد. معادله‌ی۹، یک معادله‌ی درجه‌ی دو است. یو و لی (۲۰۰۰) در خصوص تلاش‌های مورد نیاز محاسباتی متاثر از درجه‌دو بودن معادله بحث نموده و به جای معادله‌ی درجه‌ی دوم یک قدر مطلق را به صورت زیر پیشنهاد دادند:

$$\sigma_{(0)} = \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \psi_\xi + \lambda \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \left|\psi_\xi - \sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'}\psi_{\xi'}\right| \quad ۱۰$$

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس لئو، تسانگ، نا و همکاران (۲۰۰۷) به جای کمینه‌نمودن مجموع انحرافات مطلق در رابطه‌ی ۱۰، می‌توان دو متغیر تغییر متغیر داده‌شده بر حسب محدودیت‌های اصلی و محدودیت‌های نرم اصافه‌شده، که ارزش‌های مثبت تفاوت میان توابع مطلق را ارائه می‌دهند، را کمینه نمود. با این حال یو و لی (۲۰۰۰) بیان نمودند که این رویکرد خطی‌نمودن مستقیم بدلیل تعداد زیاد متغیرهای تغییر متغیر داده‌شده و محدودیت‌های معرفی‌شده شدیدا محدود است. معادله‌ی ۱۰ به مساله‌ی برنامه‌ریزی خطی زیر تغییر می‌یابد:

$$Min \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \psi_\xi + \lambda \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \left[\left(\psi_\xi - \sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'} \psi_{\xi'} \right) + 2\theta_\xi \right] \quad ۱۱$$

$$Subjectto \quad ۱۲$$

$$\psi_\xi - \sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'} \psi_{\xi'} + \theta_\xi \geq 0; \forall \xi \in \Omega \quad ۱۳$$

$$\theta_\xi \geq 0; \forall \xi \in \Omega$$

می‌توان چنین تفسیر نمود که در شرایطی که ψ_ξ بزرگتر از $\sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'} \psi_{\xi'}$ است، $\theta_\xi = 0$ بوده و در شرایطی که $\sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'} \psi_{\xi'}$ بزرگتر از ψ_ξ باشد، $\theta_\xi = \sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'} \psi_{\xi'} - \psi_\xi$ خواهد بود.

دومین عبارت در تابع هدف $\rho\left(\delta_1, \delta_2, ..., \delta_\xi\right)$ یک تابع جریمه‌ی موجه‌بودن است که برای لحاظ جریمه به نقض برخی از محدودیت‌های کنترل تحت برخی از سناریوها مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقض محدودیت‌های کنترل به معنای آن است که در برخی از سناریوها جواب غیرموجه حاصل شده است. با استفاده از وزن ω، که بر اساس آن بده‌بستان میان استواری جواب که توسط عبارت اول $\sigma_{(0)}$ارزیابی می‌شود، و استواری مدل که می‌توان آن را توسط $\rho_{(0)}$ در فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره مدل نمود، تابع هدف را می‌توان به صورت زیر فرموله نمود (میرزاپور آل هاشم، ملکلی، آریانژاد، ۲۰۱۱)

$$Min \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \psi_\xi + \lambda \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \left[\left(\psi_\xi - \sum_{\xi'\in\Omega} p_{\xi'} \psi_{\xi'} \right) + 2\theta_\xi \right] + \omega \sum_{\xi\in\Omega} p_\xi \delta_\xi \quad ۱۴$$

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق

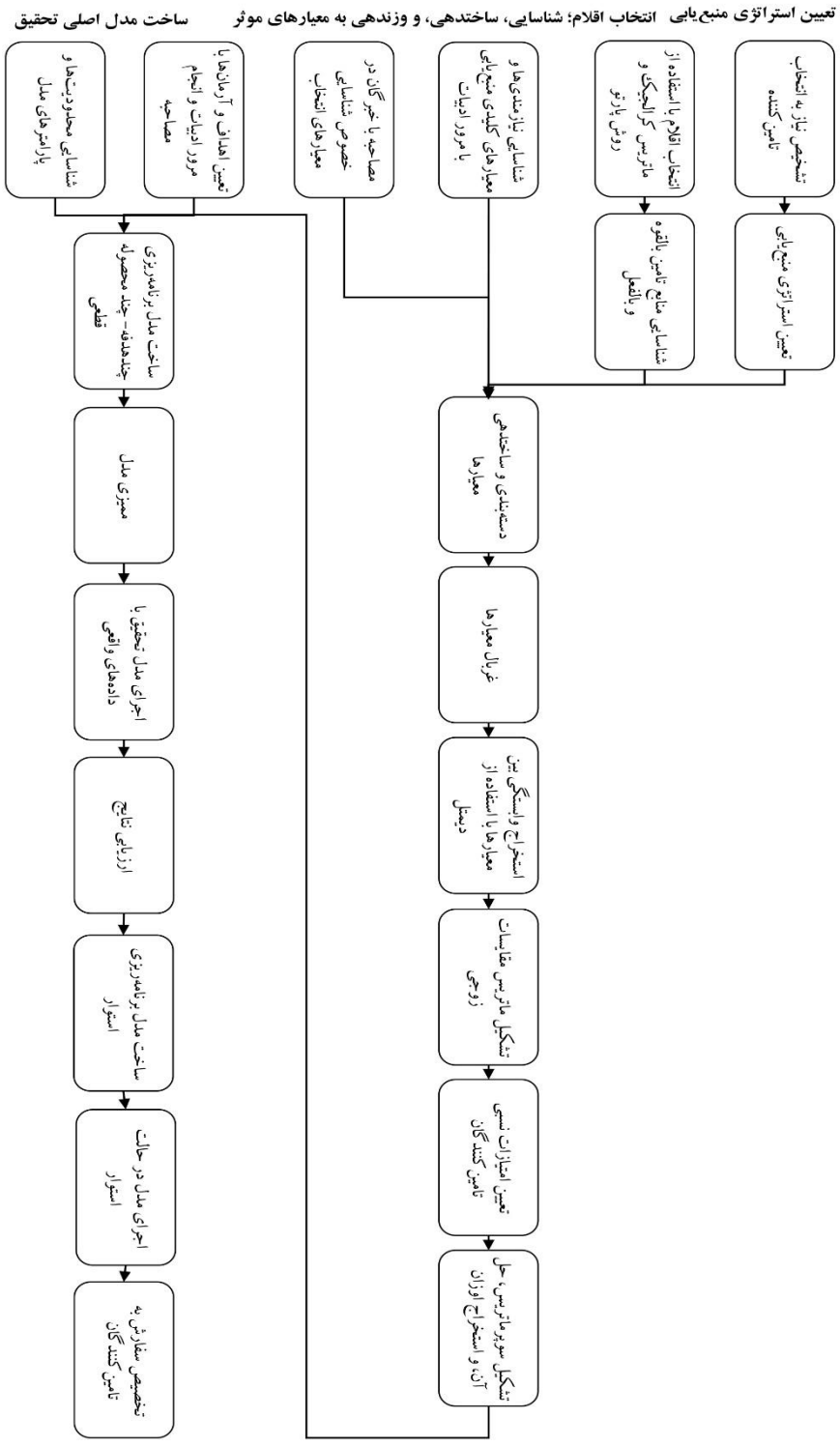
در تحقیق حاضر به منظور جمع‌آوری داده‌ها از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. برای مرور ادبیات و شناسایی و دسته‌بندی معیارهای اثرگذار از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. داده های اصلی تحقیق نیز از طریق توزیع پرسشنامه و انجام مصاحبه با خبرگان (۴۹-۲۴ نفر) گردآوری شده است. در شکل ۲ مراحل انجام تحقیق به صورت شماتیک ارائه شده است.

پیش از معرفی مدل لازم است تا به مفروضاتی که در حین طراحی مدل در نظر گرفته شده است، اشاره شود. برخی از این مفروضات مستقیماً با ویژگی‌ها و مشخصه‌های مساله در ارتباط بوده، و برخی دیگر بنا به محدودیت‌های موجود در فرآیند تحقیق در نظر گرفته شده‌اند.

این مفروضات به این شرح هستند:

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: روش انجام پژوهش حاضر

www.SID.ir

ماهیت این پژوهش به نحوی است که طی آن اهداف متعدد، و بعضاً متناقض، مورد توجه قرارگرفته است. لذا تحقیق حاضر، مدلی چندهدفه خواهد بود.

- هزینه‌ی حمل و نقل بر عهده‌ی تامین‌کننده بوده و فرض بر این است که حمل و نقل به صورت کارا (متاثر از فقدان اطلاعات مربوطه) انجام می‌گیرد.
- از آنجا که مدل مورد استفاده در این پژوهش از نوع برنامه‌ریزی خطی چند هدفه است، بنابراین مفروضات اولیه برنامه‌ریزی خطی در مورد آن صادق خواهد بود. البته لازم به ذکر است که مدل اولیه با توجه به لحاظ تخفیف افزایشی، مدلی غیر خطی بوده که با استفاده از دو دسته محدودیت تبدیل به مدل خطی شده است.
- مدل طراحی‌شده مدلی چند دوره‌ای بوده که هدف آن برنامه‌ریزی تامین و تخصیص سفارش برای دوره‌های مذکور است. به عبارتی مدل مذکور پاسخگویی سوالات اساسی مطرح‌شده در ادبیات تحقیق (تامین از کدام تامین‌کننده، به چه مقدار، و در کدام دوره‌ی زمانی) خواهد بود.
- هزینه‌های سفارش قلم i از تامین‌کننده‌ی k بستگی به تنوع و کمیت محصول سفارش‌داده‌شده نداشته و بر اساس مستندات موجود در شرکت بدست آمده است. پارامتر مذکور به عنوان یکی از پارامترهای نامطمئن لحاظ شده است.
- تقاضای اقلام بر اساس روند تقاضای بازار در ابتدای سال مشخص و در طی ماه‌های مختلف بر اساس ظرفیت و امتیازات کسب‌شده توسط تامین‌کنندگان، تقسیم می‌شود. در مدل ارائه‌شده، تقاضا به عنوان پارامتر نامطمئن در نظر گرفته شده است.
- زمان انتظار مربوط به هر تامین‌کننده از اطلاعات آرشیوی شرکت استخراج می‌گردد. پارامتر مذکور نیز از پارامترهای استوار است.
- پارت‌های دریافت‌شده از تامین‌کننده به انبار موقت منتقل شده و در آنجا بر اساس استانداردهای صنایع دفاعی آمریکا مورد بازرسی قرار می‌گیرند. پارت‌های مذکور دارای یک متوسط اقلام معیوب q_{ik} بوده که در مرحله‌ی بازرسی شناسایی و توسط تامین‌کننده جایگزین می‌شوند. درصد اقلام معیوب از اطلاعات آرشیوی شرکت

Archive of SID

www.SID.ir

استخراج شده است. با توجه به تغییرپذیری در پارامتر مذکور، متوسط اقلام معیوب نیز به عنوان یک پارامتر نامطمئن لحاظ شده است.

- نگهداری اقلام در بیش از یک دوره مجاز بوده، اما پس از اتمام اولین دوره، مشمول هزینه‌های نگهداری خواهد شد. هزینه‌های نگهداری هر واحد از تقسیم هزینه‌های انبار به کل فضای انبار ضربدر حجم کالای مورد نظر بدست می‌آید. در محاسبه‌ی هزینه‌های نگهداری خواب سرمایه نیز لحاظ شده است.
- موجودی ابتدای دوره صفر، بدلیل شروع اجرای مدل در بین دو دوره‌ی تعطیلات (موجودی معمولا در این شرایط به صفر می‌رسد.) لحاظ شده است.
- تمامی تامین کنندگان دارای ظرفیتی محدود هستند. به علاوه بر اساس اطلاعات موجود، ظرفیت تامین کننده در هر دوره ثابت است.
- با توجه به وجود هزینه‌های ثابت در راه‌اندازی خط تولید تامین کننده، و همچنین سیاست شرکت مبنی بر عدم تامین تمامی اقلام مورد نیاز از یک تامین‌کننده لازم است تا محدودیت حداقل و حداکثری برای هر یک از اقلام در هر دوره در نظر گرفته شود. این محدودیت، علاوه بر محدودیت ظرفیت تامین کننده است.
- کمبود در هر دوره مجاز بوده و هزینه‌های آن از اطلاعات آرشیوی شرکت، مبتنی بر هزینه‌های توقف خط، تامین اضطراری، و تاخیر در تحویل به مشتری محاسبه شده و به عنوان درصدی از هزینه‌های خرید لحاظ شده است.
- نگهداری اقلامی که در طی هر دوره مصرف نمی‌شوند، نیازمند در اختیار داشتن مقداری فضا (بر اساس فضای مورد نیاز محصول) است. مضافا اینکه کل فضای در اختیار برای انبارش هر قلم (یا فضای تخصیص‌یافته به هر تامین‌کننده) نیز محدود بوده که در مدل لحاظ شده است.
- با توجه به سیاست‌های شرکت محدودیتی برای تعداد تامین‌کنندگان در نظر گرفته شده است.
- رویه قیمت گذاری قطعات بدین صورت است که در ابتدای سال با تامین‌کنندگان

Archive of SID

www.SID.ir

مذاکره و قیمت محصولات (و همچنین رویه‌ی تخفیف) برای یکسال کامل تعیین و نهایی می‌گردد. قیمت مذکور معمولا در طی سال ثابت است.

بودجه‌ی خرید ماهیانه‌ی شرکت متاثر از وضعیت نقدینگی شرکت (و عموما مقدار محصول فروش‌رفته) پیش‌بینی و لحاظ شده است. با توجه به تغییرات احتمالی در میزان فروش پیش‌بینی‌شده و انحراف در بودجه‌ی فروش، این پارامتر نیز به عنوان پارامتر نامطمئن لحاظ شده است.

یافته‌های پژوهش

شناسایی، دسته‌بندی و غربال معیارها

به‌منظور شناسایی معیارهای اثرگذار از مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان استفاده شده است. پس از انجام این امر لیستی شامل ۳۶ معیار استخراج شده و بر اساس دسته‌بندی‌های متداول طبقه‌بندی شده است. به منظور انتخاب معیارهای مهم پرسشنامه‌ای (مبتنی بر طیف لیکرت) تهیه و بین خبرگان توزیع گردید. برای انتخاب معیارها از روش ناپارامتری آزمون علامت یک‌نمونه‌ای (در سطح خطای ۰,۰۵ درصد) استفاده شده است که آزمون فرض آن به شرح زیر بوده است:

در صورتی که فرض H0 پذیرفته شود، اهمیت معیار کمتر از حد میانگین برآورد می‌شود. بنابراین معیارهایی که آزمون فرض H0 در خصوص آنها رد می‌شود، به عنوان معیارهای نهایی انتخاب گردیدند[1].

شناسایی روابط متقابل میان معیارها و زیرمعیارها با اجرای روش دیمتل[2]

به منظور اجرای روش دیمتل از پرسشنامه استفاده شده است. در این روش از پاسخ‌دهندگان

[1] به علاوه به منظور سنجش پایایی پرسشنامه‌ی مذکور از آلفای کرونباخ کمک گرفته شد. بدین ترتیب که پرسشنامه‌های اولیه به صورت محدود توزیع و سپس آلفای کرونباخ با استفاده از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس محاسبه شد. مقدار این شاخص معادل با ۰,۷۸۵ بود که نشان از پایایی پرسشنامه‌های مذکور دارد.

[2] به منظور جلوگیری از طولانی‌شدن مقاله از ارائه‌ی محاسبات مربوط به روش دیمتل خودداری شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

خواسته شده تا تاثیر یک معیار بر معیار دیگر را با استفاده از یک طیف صفر (بدون تاثیر) تا چهار (حداکثر تاثیر) اندازه‌گیری نمایند. پس از استخراج ماتریس روابط کل برای کلیه‌ی معیارها و زیرمعیارها ارزش آستانه (معادل با ۰,۵) مشخص و نقشه‌ی تاثیر- روابط (اشکال ۳ و ۴)ترسیم می‌گردد.

شکل ۳: نقشه‌ی تاثیر- روابط برای معیارهای اصلی

شکل ٤: نقشه‌ی تاثیر- روابط برای زیرمعیارها

www.SID.ir

اجرای فرآیند تحلیل شبکه

در تحقیق حاضر به منظور محاسبه‌ی اوزان اهمیت معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها از فرآیند تحلیل شبکه استفاده شده است. به منظور استخراج اوزان اهمیت معیارها از پرسشنامه‌ی استاندارد فرآیند تحلیل شبکه استفاده گردید. بدین ترتیب از پرسش‌شوندگان خواسته شد تا بر یک مبنای مقایسات زوجی اهمیت هر معیار را نسبت به سایر معیارها امتیازدهی نمایند. این امر در خصوص وابستگی‌های استخراج‌شده از مرحله‌ی قبل (خروجی دیمتل) نیز انجام شد. در ادامه ماتریس تصمیم گروهی مربوط به معیارهای اصلی وابستگی‌ها استخراج و نرمال شده و سپس بردار وزنی تامین‌کنندگان در قبال معیارهای کیفی و کمی (با استفاده از پرسشنامه و اطلاعات آرشیوی) محاسبه گردید. پس از محاسبه بردارهای وزنی معیارها و امتیازات نسبی تامین‌کنندگان در قبال معیارهای کمی و کیفی نوبت به محاسبه‌ی امتیازات نهایی تامین‌کنندگان می‌رسد . بمنظور انجام این امر بردارهای حاصل در مراحل ذکرشده در قالب سوپر ماتریس (شکل ۵)، ترکیب و ماتریس حاصل با استفاده از نرم‌افزار متلب حل شده است. لازم به توضیح است که بردارهای و بردارهای وزنی مربوط به وابستگی‌ها بوده است.

	هدف	معیار	زیرمعیار	گزینه
هدف	I			
معیار	W_{21}	W_{22}		
زیرمعیار		W_{32}	W_{33}	
گزینه			W_{34}	I

شکل ۵: شکل کلی سوپر ماتریس مورد استفاده در تحقیق

پس از تشکیل سوپرماتریس و همگن نمودن آن، نوبت به همگرا نمودن آن و استخراج اوزان معیارها و همچنین امتیازات نهایی تامین‌کنندگان می‌رسد. بدین منظور سوپرماتریس محدودشده را با استفاده از نرم‌افزار متلب به توان $2K+1$ (K عددی دلخواه است) می‌رسانیم. در این تحقیق سوپرماتریس در K معادل با ۲۴ همگرا گردید. در جدول ۱ اوزان

Archive of SID

www.SID.ir

معیارها و در جدول ۲ امتیازات نهایی تامین‌کنندگان (خروجی روش تحلیل شبکه‌ای) ارائه شده است.

جدول ۱: اوزان معیارها و زیرمعیارها- خروجی فرآیند تحلیل شبکه‌ای

معیار	وزن هر معیار نسبت به هدف	شاخص	وزن زیرمعیار نسبت به معیار	وزن هر زیرمعیار نسبت به هدف
تحویل (C_1)	۰,۳۵	درصد سفارشات دریافت‌شده به صورت کامل	۰,۲۰	0.07
		درصد سفارشات دریافت‌شده در زمان تعهدشده	۰,۵۴	0.19
		درصد سفارشات دریافت‌شده بدون آسیب	۰,۲۷	0.09
پاسخگویی و انعطاف‌پذیری (C_2)	۰,۰۶	سرعت و توانایی در بازگشت و جایگزینی محصولات معیوب	۰,۲۶	0.02
		انعطاف‌پذیری در افزایش/ کاهش سفارش	۰,۲۵	0.02
		انعطاف‌پذیری در افزایش/ کاهش در تحویل (محموله‌ها)	۰,۲۶	0.02
		انعطاف‌پذیری در سهمیه	۰,۲۲	0.01
هزینه و مالی (C_3)	۰,۳۸	معیار کیفی توانایی (قدرت) و ثبات مالی شرکت تامین‌کننده	۰,۳۸	0.14
		زمان و شرایط پرداخت	۰,۱۳	0.05
		روند افزایشی (کاهشی) قیمت	۰,۴۸	0.18
دارایی و زیرساخت (C_4)	۰,۱۱	ارزیابی سیستم/ گواهینامه‌های کیفیت	۰,۳۹	0.04
		استفاده از ظرفیت	۰,۰۹	0.01
		بکارگیری تجهیزات، ماشین‌آلات، و تکنیک‌های به روز	۰,۲۵	0.03
		قابلیت‌های تبادل الکترونیکی داده‌ها	۰,۱۱	0.01
		تاریخچه‌ی عملکرد	۰,۱۷	0.02
سازمان و مدیریت (توانمندی	۰,۱۰	اندازه و شهرت (اعتبار) سازمان	۰,۱۵	0.02
		سازماندهی	۰,۲۱	0.02
		چشم‌انداز مدیریت و تناسب استراتژیک با	۰,۲۰	0.02

Archive of SID

www.SID.ir

معیار	وزن هر معیار نسبت به هدف	شاخص	وزن زیرمعیار نسبت به معیار	وزن هر زیرمعیار نسبت به هدف
سازمانی) (C_5)		شرکت		
		قابلیت مذاکره	۰,۲۹	0.03
		سطح تحصیلات و آموزش	۰,۱۵	0.02

جدول ۲: امتیازات نهایی تامین‌کنندگان با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای

ردیف (کد تامین‌کننده)	امتیاز محاسبه‌شده با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای	رتبه
۱	۰,۱۹۴	۱
۲	۰,۱۸۷	۲
۳	۰,۱۲۸	۴
۴	۰,۱۲۳	۵
۵	۰,۱۰۶	۷
۶	۰,۱۲	۶
۷	۰,۱۴۲	۳

ساخت مدل برنامه‌ریزی استوار بر مبنای رویکرد مبتنی بر سناریو

مراحل ساخت مدل ریاضی تحقیق به شرح زیر است:

تعریف متغیرهای تصمیم و پارامترهای مدل

اندیس‌های بکار رفته در مدل چند هدفه استوار عبارتند از:

I مجموعه‌ی محصولاتی که می‌بایستی خریداری گردند.

K مجموعه بالقوه‌ای از تامین کنندگان

M مجموعه‌ی صعودی نقاط شکست تخفیفهای کلی

Archive of SID

www.SID.ir

مجموعه‌ی دوره‌های زمانی	T
مجموعه‌ی سناریوهای برنامه ریزی	S

متغیرهای تصمیم مساله عبارتند از:

X_{ikmt}	مقداری از محصول i که از تامین کننده k در سطح قیمت m و در دوره t خریداری می گردد.
Z_{kt}	نشان‌دهنده این است که تامین‌کننده‌ی k در دوره t انتخاب شده است یا خیر. یک متغیر صفر و یک است که در صورتی که تامین‌کننده‌ی k جهت تامین هر کدام از محصولات انتخاب شود مقدار ۱ و در صورتی که برای تامین هیچ‌یک از محصولات انتخاب نگردد، مقدار صفر خواهد داشت.
Y_{ikmt}	یک متغیر باینری است، درصورتیکه سطح قیمت m استفاده شود مقدار ۱ و درغیر این‌صورت مقدار صفر می گیرد.
I_{it}^{s}	موجودی خالص محصول i در انتهای دوره‌ی زمانی t برای سناریوی s
$I^{+}{}_{it}^{s}$	موجودی در دست محصول i در انتهای دوره‌ی زمانی t برای سناریوی s
$I^{-}{}_{it}^{s}$	میزان سفارشات عقب‌افتاده‌ی محصول i در انتهای دوره‌ی زمانی t برای سناریوی s

پارامترهای مدل نیز عبارتند از:

p_{ikm}	هزینه‌ی تهیه یک واحد از محصول i از تامین‌کننده‌ی k در سطح قیمت m
b_{ikm}	تعدادی که در آن شکستهای قیمت صعودی برای محصول i توسط تامین‌کننده‌ی k رخ می‌دهد.
F_{k}^{s}	هزینه‌ی ثابت سفارش مربوط به تامین‌کننده‌ی k برای سناریوی s
d_{it}^{s}	تقاضای محصول i در دوره‌ی زمانی t برای سناریوی s
l_{ik}^{s}	زمان انتظار تامین کننده k جهت تولید و تامین محصول i برای سناریوی s
q_{ik}^{s}	سطح کیفیتی که تامین کننده k برای محصول i برای سناریوی s ارائه می دهد. براساس درصد خرابی مشخص می‌شود.
CAP_{ik}	ظرفیت تولید تامین‌کننده‌ی k برای محصول i
N	حداکثر تعداد تامین‌کنندگان مد نظر شرکت در هر دوره

Archive of SID

www.SID.ir

h_i	هزینه‌ی نگهداری هر واحد محصول i به ازاء هر دوره
π_i	هزینه‌ی کمبود هر واحد محصول i به ازاء هر دوره
w_i	میزان فضای موردنیاز جهت انبار محصول i
W_i	حداکثر فضای در دسترس در انبار برای محصول i
S_k	مطلوبیت محاسبه شده برای تامین کننده k
B_t^s	میزان بودجه‌ی پیش‌بینی‌شده برای خرید در هر دوره برای سناریوی s
A_k	حداقل درصد قابل قبول از ظرفیت تراک (با توجه به اینکه هزینه‌ی حمل بر عهده‌ی تامین‌کننده است.).
C_k	ظرفیت تراک تامین کننده‌ی k (هر تراک)
Pr^s	احتمال وقوع سناریوی s ام
θ_j^s	پارامتر خطی کننده تابع هدف j ام برای سناریوی s
λ	وزن واریانس جواب

تعیین اهداف

بر اساس مرور ادبیات سه هدف کمینه‌کردن زمان انتظار تحویل (رابطه‌ی ۱۸-۱۷)، کمینه‌کردن اقلام ردی (یا بیشینه‌نمودن کیفیت؛ رابطه‌ی ۲۰-۱۹) و کمینه‌کردن هزینه‌ی کل (شامل هزینه‌های خرید، سفارش، نگهداری و کمبود؛ روابط ۱۶-۱۵)، از بیشترین تکرار برخوردار بوده‌اند و بنابراین به عنوان اهداف اصلی انتخاب می‌شوند. خروجی روش دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه نیز به عنوان هدف چهارم (رابطه‌ی ۲۰) لحاظ شده است. بیان ریاضی اهداف مذکور به صورت زیر است:

الف) تابع هدف اول؛ حداقل نمودن هزینه‌ی کل (z_1): هزینه‌ی کل در هر سناریو شامل چهار جزء می‌گردد؛ هزینه‌ی خرید، هزینه‌ی ثابت سفارش، هزینه‌ی نگهداری و هزینه‌ی کمبود. تابع هدف هزینه کل به صورت ذیل تعریف می گردد:

$$TC^s = \sum_i \sum_k \sum_m \sum_t p_{ikm}.X_{ikmt}(1-q_{ik}^s) + \sum_k \sum_t F_k^s.Z_{kt} + \sum_i \sum_t h_i.I^{+s}_{it} + \sum_i \sum_t \pi_i.I^{-s}_{it} \quad :۱۵$$

Archive of SID

www.SID.ir

پس از اعمال عدم اطمینان ناشی از پارامترها رابطه‌ی ۱۵ در مدل استوار به صورت زیر ارائه می‌گردد.

$$Min\ \mathbf{z_1} = \sum_s Pr^s.TC^s + \lambda_1 \sum_s Pr^s.\left[\left(TC^s - \sum_{\acute{s}} Pr^{\acute{s}}.TC^{\acute{s}}\right) + 2\theta_1^s\right] \quad :۱۶$$

ب) تابع هدف ۲؛ حداقل‌نمودن زمان انتظار($\mathbf{z_2}$): حداقل نمودن زمان انتظار به صورت زیر بیان می‌شود:

$$LT^s = \sum_i \sum_k \sum_m \sum_t l_{ik}^s.X_{ikmt} \quad :۱۷$$

پس از اعمال عدم اطمینان ناشی از پارامترها رابطه‌ی ۱۷ در مدل استوار به صورت زیر ارائه می‌گردد.

$$Min\ \mathbf{z_2} = \sum_s Pr^s.LT^s + \lambda_2 \sum_s Pr^s.\left[\left(LT^s - \sum_{\acute{s}} Pr^{\acute{s}}.LT^{\acute{s}}\right) + 2\theta_2^s\right] \quad :۱۸$$

ج) تابع هدف ۳؛ حداقل‌نمودن اقلام ردی (حداکثر نمودن کیفیت) ($\mathbf{z_3}$): طبق تعریف، کیفیت به صورت درصد محصولات برگشتی یا معیوب محاسبه می‌شود. بنابراین حداقل‌نمودن اقلام ردی به صورت تابع زیر بیان می‌شود:

$$QT^s = \sum_i \sum_k \sum_m \sum_t q_{ik}^s.X_{ikmt} \quad :۱۹$$

پس از اعمال عدم اطمینان ناشی از پارامترها رابطه‌ی ۱۹ در مدل استوار به صورت زیر ارائه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

$$Min\ \mathbf{z_3} = \sum_{s} Pr^{s}.QT^{s} + \lambda_3 \sum_{s} Pr^{s}.\left[\left(QT^{s} - \sum_{\acute{s}} Pr^{\acute{s}}.QT^{\acute{s}}\right) + 2\theta_3^{s}\right] \quad :۲۰$$

د) تابع هدف ٤؛ حداکثرنمودن مطلوبیت ($\mathbf{z_4}$): حداکثرنمودن مطلوبیت به صورت تابع زیر بیان می‌شود:

$$Max\ \mathbf{z_4} = \sum_{i}\sum_{k}\sum_{m}\sum_{t} S_k.X_{ikmt} \quad :۲۱$$

تعریف محدودیت‌های مدل

به منظور مشخص‌نمودن محدودیت‌های مدل، از رویکردی مشابه رویکرد بکار گرفته‌شده در گام قبل استفاده گردید. بدین ترتیب، با مطالعه‌ی ادبیات، مدارک و اسناد موجود و همچنین برگزاری جلسات با مدیران و کارشناسان شرکت، محدودیت‌های مدل استخراج گردید.

الف) محدودیت ظرفیت: هر تامین‌کننده‌ی k بیشینه ظرفیتی برای تولید محصول i در هر دوره‌ی t (CAP_{ik}) دارد. بنابراین کل سفارش تخصیص‌یافته به هر تامین‌کننده در هر دوره‌ی t باید کمتر یا مساوی با حداکثر ظرفیت وی باشد. خواهیم داشت:

$$\sum_{m} X_{ikmt} \le CAP_{ik} \quad \forall i,k,t \quad :۲۲$$

ب) معادلات موجودی: موجودی خالص انتهای دوره‌ی t برابر است با موجودی ابتدای دوره به اضافه‌ی مقدار محصول سالم خریداری‌شده منهای تقاضای دوره. جهت سهولت این مجموعه معادلات را می‌توان به صورت مجموع مقدار محصول i سالم خریداری شده منهای مجموع تقاضاها تا دوره‌ی t نشان داد (رابطه‌ی ۲۳). نتیجه‌ی معادله‌ی فوق مثبت (مازاد) و یا منفی (کمبود) خواهد بود (رابطه‌ی ۲۴).

Archive of SID

www.SID.ir

$$I_{it}^{s} = \sum_{k}\sum_{m}\sum_{j=1}^{t} X_{ikmj}(1 - q_{ik}^{s}) - \sum_{j=1}^{t} d_{ij}^{s} \quad \forall i، t، s \qquad :۲۳$$

$$I_{it}^{s} = {I^{+}}_{it}^{s} - {I^{-}}_{it}^{s} \quad \forall i، t، s \qquad :۲۴ [۱]$$

ج) حداکثر تعداد تامین‌کنندگان: با توجه به خط و مشی شرکت در خصوص کاهش تعداد تامین‌کنندگان، بیشینه تعداد تامین‌کنندگان منتخب در هر دوره‌ی t، باید کمتر یا مساوی عددی مشخص باشد. این محدودیت به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\sum_{k} Z_{kt} \leq N \quad \forall t \qquad :۲۵$$

د) محدودیت بودجه‌ی خرید در هر ماه: با توجه به پیش‌بینی‌های فروش انجام‌شده در ابتدای سال (و جریان نقدینگی شرکت)، در هر ماه بودجه‌ای برای خرید مواد اولیه در نظر گرفته می‌شود. محدودیت بودجه‌ی ماهیانه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\sum_{i}\sum_{k}\sum_{m} p_{ikm} X_{ikmt}(1 - q_{ik}^{s}) \leq B_{t}^{s} \quad \forall t، s \qquad :۲۶$$

ه) محدودیت حداقل و حداکثر سفارش از هر تامین‌کننده در هر ماه: با توجه به اینکه در مورد مطالعه، هزینه‌ی حمل سفارش بر عهده‌ی تامین‌کننده است، هر تامین‌کننده (بدلیل لزوم اثربخشی هزینه‌های حمل ونقل) کمیتی را به عنوان کمینه مقدار سفارش در نظر می‌گیرد. از سوی دیگر، متاثر از سیاست‌های تامین و تدارکات، شرکت سقفی را به عنوان بیشینه مقدار سفارش در هر دوره از هر تامین‌کننده در نظر می‌گیرد که این محدودیت‌ها به صورت روابط ۲۷ و ۲۸ تعریف می‌شوند.

---

۱. با توجه به اینکه h_i و π_i مثبت بوده و بردار ضرایب محدودیت‌ها برای متغیر ${I^{+}}_{it}$، با متغیر ${I^{-}}_{it}$ وابستگی خطی دارد، پس هر دو متغیر نمی‌توانند به صورت همزمان در جواب پایه حضور داشته باشند. این بدین معنی است که محدودیت ${I^{+}}_{it} \times {I^{-}}_{it} = 0$ به صورت ذاتی ارضاء شده نیازی به لحاظ آن به صورت جداگانه در مدل نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\sum_i \sum_m w_i X_{ikmt} \geq A_k C_k * Z_{kt} \quad \forall k، t \qquad :۲۷$$

$$\sum_i \sum_m w_i X_{ikmt} \leq M Z_{kt} \quad \forall k، t \qquad :۲۸$$

و) محدودیت‌های خطی کردن مدل: با وجود تخفیف‌های صعودی قیمت، تابع هدف غیرخطی است. همچنین به منظور خطی‌سازی تابع هدف برنامه‌ریزی استوار مبتنی بر نیز از تغییر متغیر استفاده می‌شود. محدودیت‌های مربوط به خطی‌نمودن مدل به شرح روابط ۳۳-۲۹ ارائه شده است.

$$X_{ikmt} \leq (b_{ikm} - b_{ikm-1}) * Y_{ikmt} \quad \forall i، k، t، 1 \leq m \leq m_k \qquad ۲۹$$

$$X_{ikmt} \geq (b_{ikm} - b_{ikm-1}) * Y_{ik(m+1)t} \quad \forall i، k، t، 1 \leq m \leq m_{k-1} \qquad ۳۰$$

$$TC^s - \sum_{ś} Pr^{ś}.TC^{ś} + \theta_1^s \geq 0 \quad \forall s \qquad ۳۱$$

$$LT^s - \sum_{ś} Pr^{ś}.LT^{ś} + \theta_2^s \geq 0 \quad \forall s \qquad ۳۲$$

$$QT^s - \sum_{ś} Pr^{ś}.QT^{ś} + \theta_3^s \geq 0 \quad \forall s \qquad ۳۳$$

توضیح اینکه $0 = b_{i،k،0} < b_{i،k،1} < \cdots < b_{i،k،m_k}$ توالی مقادیری است که در آن نقاط قیمت شکسته می شود. p_{ikm} هزینه‌ی هر واحد برای سفارش X_{ikmt} عدد از تامین کننده‌ی k در سطح m در دوره‌ی t است، اگر

$1 \leq m \leq m_k$ و داریم $b_{i،k،m-1} < X_{ikmt} \leq b_{i،k،m}$

ز) محدودیت انبارش (می‌توان بر روی کالا یا تامین‌کننده تعریف نمود): با توجه به شکل و ماهیت قطعات، فضای انبار بر اساس قطعات قفسه‌بندی شده است. به عبارتی هر بخش

Archive of SID

www.SID.ir

از انبار جهت انبارش محصولی خاص تعبیه شده و امکان انبارش محصول مذکور در بخش دیگری از انبار وجود ندارد. دسته محدودیت مذکور در رابطه‌ی ۳۴ به نمایش درآمده است.

$$w_i\left(\sum_k\sum_m\sum_{j=1}^{t} X_{ikmj}(1-q_{ik}^s)-\sum_{j=1}^{t} d_{ij}^s\right) \leq W_i \quad \forall i،t،s \qquad ۳۴:$$

ح) محدودیت ارضای تقاضا در طی دوره و موجودی صفر در انتهای زمان مسئله (T): سیاست شرکت در بخش تولید و فروش بر این اساس است که در انتهای دوره‌ی شش ماهه تمامی تقاضاها ارضا شده و تقاضای ارضا نشده‌ای باقی نماند.

$$\sum_k\sum_m\sum_t X_{ikmj}\,(1-q_{ik}^s) \geq \sum_t d_{it}^s \quad \forall\, i،s \qquad ۳۵$$

ط) محدودیت مثبت، صحیح و یا صفر و یک بودن متغیرها: متغیرهای بکار رفته در مدل حاضر به دو دسته‌ی مثبت و عدد صحیح و صفر و یک دسته‌بندی می‌شوند که تعریف آنها در رابطه‌ی ۳۶ ارائه شده است.

$$X_{ikmt}\ ،I^{+s}_{it}\ ،I^{-s}_{it} \geq 0\ \&\ Integer،\ Z_{kt}،Y_{ikmt} \in (0،1) \qquad ۳۶$$

اجرای مدل

پس از ساخت مدل برنامه‌ریزی استوار مبتنی بر سناریو نوبت به اجرای مدل مذکور می‌رسد[۱]. در جدول ۳ بده‌بستان حاصل از اجرای مدل، با استفاده از توابع هدف به صورت مجزا ارائه شده است.

[۱] به منظور جلوگیری از طولانی‌شدن مقاله تنها نتایج نهایی مربوطه ارائه شده است. همچنین نتایج نهایی اجرای مدل در حالت قطعی نیز ارائه نشده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: جدول بده‌بستان اهداف مدل تحقیق در حالت استوار

تکرار	شرح	حداقل هزینه‌ی کل	حداقل زمان انتظار در تحویل	حداقل نمودن اقلام ردی	حداکثر نمودن مطلوبیت
۱	وزن	1.00	0.00	0.00	0.00
	مقدار	91،421	34،734	2،800	10،940
۲	وزن	0.00	1.00	0.00	0.00
	مقدار	94،753	31،101	1،429	9،570
۳	وزن	0.00	0.00	1.00	0.00
	مقدار	93،912	171،440	1،036	9،472
۴	وزن	0.00	0.00	0.00	1.00
	مقدار	95،382	172،441	274،390	11،387

پس از اجرای مدل با توابع هدف لحاظ‌شده به صورت مجزا و یکپارچه و محاسبه‌ی اندازه‌ی انباشته به ازای هر تامین‌کننده و همچنین مقادیر توابع هدف لازم است تا مقادیر نهایی توابع هدف (پس از اجرای مدل با تابع هدف یکپارچه) و همچنین درصد پوشش هر یک از توابع (در مقایسه با مقدار بهینه‌ی حاصل از اجرای اهداف به صورت مجزا) محاسبه شود. در جدول ۴ مقادیر تابع هدف حاصل از حل نهایی مدل ارائه شده است.

جدول ٤: مقادیر توابع هدف محاسبه شده در حل نهایی مدل

ردیف	هدف	مقدار تابع هدف	مقدار بهینه‌ی تابع	درصد پوشش
۱	حداقل نمودن هزینه‌ی	۹۲،۰۶۵	۹۱،۴۲۱	۹۹,۳
۲	حداقل‌نمودن زمان	۳۵،۵۴۴	۳۱،۱۰۱	۸۷,۵
۳	حداقل‌نمودن اقلام	۱،۹۸۵	۱،۰۳۶	۵۲,۲
۴	حداکثر نمودن	۱۰،۷۱۵	۱۱،۳۸۷	۹۴,۱

همانطور که ملاحظه می‌شود، تابع هدف اول تقریبا به صورت کامل بهینه شده و اهداف حداقل‌نمودن زمان انتظار و حداکثر نمودن مطلوبیت نیز تا حد قابل قبولی بهبود یافته‌اند. تنها درصد پوشش هدف سوم، یعنی حداقل‌نمودن اقلام ردی کمتر از ۶۰ درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌منظور پشتیبانی از تصمیم‌گیرنده با استفاده از در اختیار گذاشتن چندین مجموعه جواب، مدل استوار با استفاده از تابع هدف ترکیبی و با تخصیص اوزان متفاوت به هر تابع هدف، با استفاده از دو روش حداقل انحراف و روش معیار جامع مجددا اجرا شده که نتایج حاصله در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ٤: نتایج حاصل از اجرای مدل استوار با اوزان مختلف و با استفاده از روش معیار جامع و حداقل انحراف

تکرار	شرح	حداقل هزینه‌ی کل	حداقل زمان انتظار در تحویل	حداقل نمودن اقلام ردی	حداکثر نمودن مطلوبیت
۱	وزن	0.25	0.25	0.25	0.25
	معیار جامع	94،833	33،698	1،090	9،420
	حداقل انحراف	91،433	34،807	2،810	10،959
۲	وزن	0.50	0.20	0.20	0.10
	معیار جامع	93،605	33،413	036،1	9،472
	حداقل انحراف	91،421	34،745	2،805	10،949
۳	وزن	0.40	0.20	0.20	0.20
	معیار جامع	94،817	33،504	1،057	9،438
	حداقل انحراف	91،424	34،747	2،810	10،954
۴	وزن	0.30	0.30	0.20	0.20
	معیار جامع	94،935	32،690	1،082	9،352
	حداقل انحراف	91،424	34،747	2،810	10،954
۵	وزن	0.30	0.20	0.30	0.20
	معیار جامع	195،94	419،33	075،1	384،9

Archive of SID

www.SID.ir

تکرار	شرح	حداقل هزینه‌ی کل	حداقل زمان انتظار در تحویل	حداقل نمودن اقلام ردی	حداکثر نمودن مطلوبیت
	حداقل انحراف	424،91	747،34	810،2	954،10
۶	وزن	0.20	0.30	0.30	0.20
	معیار جامع	95،074	33،134	1،157	9،452
	حداقل انحراف	91،433	34،807	2،810	10،959
۷	وزن	0.20	0.30	0.20	0.30
	معیار جامع	94،833	33،698	1،090	9،420
	حداقل انحراف	91،543	33،997	2،855	10،997
۸	وزن	0.10	0.30	0.30	0.30
	معیار جامع	95،258	33،614	1،121	9،379
	حداقل انحراف	92،131	33،846	2،885	11،097
۹	وزن	0.60	0.10	0.10	0.20
	معیار جامع	95،245	33،173	1،081	9،332
	حداقل انحراف	91،424	34،747	2،810	10،954
۱۰	وزن	0.70	0.10	0.10	0.10
	معیار جامع	93،556	33،428	1،039	9،474
	حداقل انحراف	91،421	34،745	2،805	10،949

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به اینکه انتخاب تامین‌کننده یکی از مهم‌ترین ارکان موفقیت شرکت‌ها در دنیای کسب و کار امروز به شمار می‌رود، لذا لازم است تا سیستم مناسبی را به منظور ارزیابی و انتخاب آنان به کار گرفت. بررسی‌ها حاکی از آن است که انتخاب تامین‌کنندگان مساله‌ای چند معیاره بوده و متاثر از عوامل مختلف و متفاوتی چون محیط صنعت، محیط فعالیت شرکت، و... است. چندین تحقیق به ماهیت چندمعیاره‌ی مساله توجه نموده و به منظور رتبه‌بندی تامین‌کنندگان از روش‌های وزن‌دهی همچون فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه استفاده نموده‌اند. مزیت‌های مدل ارائه‌شده را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

- ارائه‌ی لیستی جامع از معیارها و زیرمعیارهای انتخاب تامین‌کننده؛
- استفاده از تکنیک دیمتل به منظور شناسایی روابط و وابستگی میان سطوح مختلف؛
- استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه؛ زیرا هم از نظر علمی یک روش شناخته‌شده و توانمند است و هم درک و کاربرد آن در عمل ساده است؛
- تلفیق تمامی موارد مذکور در قالب یک مدل چند هدفه؛
- لحاظ عدم اطمینان در مدل با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی استوار مبتنی بر سناریو.

در مقاله‌ی حاضر ۳۶ معیار در ۵ دسته‌ی تحویل، پاسخگویی و انعطاف‌پذیری، هزینه و مالی، دارایی و زیرساخت، و سازمان و مدیریت شناسایی شده که پس از اجرای روش ناپارامتری آزمون علامت یک‌نمونه‌ای، ۱۶ زیرمعیار، بدلیل اهمیت کمتر، حذف شده‌اند. نتایج حاصل از مقایسات نشانگر آن است که معیارهای هزینه و مالی (۰,۳۸)، تحویل (۰,۳۵) و دارایی و زیرساخت (۰,۱۱) به ترتیب بیشترین میزان اهمیت را در میان معیارهای اصلی به خود اختصاص داده‌اند. در بین زیرمعیارهای گروه تحویل، تحویل به موقع با ۰,۵۴ مهمترین زیرمعیار بوده است. در میان زیرمعیارهای گروه پاسخگویی و انعطاف‌پذیری نیز سرعت و توانایی در بازگشت و جایگزینی محصولات معیوب (۰,۲۶۵) بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. در میان زیر معیارهای هزینه و مالی، روند افزایشی (کاهشی) قیمت (۰,۴۸) دارای بیشترین اهمیت بوده است. در گروه دارایی و زیرساخت نیز ارزیابی سیستم/

Archive of SID

www.SID.ir

گواهینامه‌های کیفیت (۰,۳۹)، مهمترین معیار بوده است. در نهایت در گروه معیارهای مرتبط با سازمان و مدیریت قابلیت مذاکره (۰,۲۹)، در رده‌ی اول بیشترین میزان اهمیت معیارها قرار دارد.

پس از محاسبه‌ی اوزان مربوط به اهمیت معیارها، لازم بود تا امتیاز نهایی تامین‌کنندگان با توجه به معیارهای لحاظ‌شده، محاسبه گردد. در این راستا با در نظر داشتن وابستگی داخلی در بین برخی از معیارها (نتایج حاصل از اجرای روش دیمتل)، از رویکرد تحلیل شبکه‌ای استفاده گردیده، و در نهایت امتیاز تامین‌کنندگان در قبال معیارهای کمی و کیفی محاسبه گردید که بر اساس آن تامین‌کنندگان شماره‌ی ۱، ۲، و ۳ بیشترین امتیازات را به خود اختصاص دادند.

به‌منظور پاسخ به سوالات دوم و سوم تحقیق مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ای طراحی گردید که پارامترها، محدودیت‌ها و بطور کلی اطلاعات مورد نیاز برای ساخت این مدل از ادبیات تحقیق، مصاحبه با خبرگان و بررسی اسناد و مدارک موجود در شرکت استخراج گردید. مدل مذکور مدلی چند محصوله، چند تامین‌کننده، چند دوره‌ای و با لحاظ تخفیف افزایشی، کمبود و مازاد بوده که اجرای آن منجر به پاسخ به سه سوال اصلی مطرح‌شده در ادبیات (تعیین مقدار خرید از هر تامین‌کننده در هر دوره، با مد نظر داشتن محدودیت‌های لحاظ‌شده) گردید. اهداف مدل مذکور شامل حداقل‌نمودن هزینه‌ی کل (شامل هزینه‌های خرید، سفارش، نگهداری، و کمبود) بوده است. همچنین به‌منظور لحاظ عدم اطمینان ذاتی در مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده از رویکرد برنامه‌ریزی استوار مبتنی بر سناریو استفاده شده است. در ادامه مدل با استفاده از نرم‌افزار لینگو حل شده و به‌منظور پشتیبانی از تصمیم‌گیرنده با استفاده از در اختیار گذاشتن چندین مجموعه جواب، مدل مذکور با استفاده از تابع هدف ترکیبی و با تخصیص اوزان متفاوت به هر تابع هدف، با استفاده از دو روش حداقل انحراف و روش معیار جامع مجددا اجرا شده که نتایج آن در مقاله ارائه شده است.

بررسی و مقایسه‌ی مدل با سایر مدلها نشانگر آن است که مدلهای ارائه‌شده توسط [۲] و [۱۵] از بیشترین مشابهت با مقاله‌ی حاضر برخوردار بوده‌اند. به منظور نمایش تمایزات مدل‌های ذکرشده نیز از جدول ۵ استفاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: مقایسه‌ی مدل تحقیق با مدلهای موجود شامل [۲] و [۱۵].

مدل		تحقیق حاضر	رضایی و داوودی (۲۰۰۸)	بسنت و لئونگ (۲۰۰۵)
تابع (توابع) هدف	تابع حداقل نمودن هزینه	هزینه‌های خرید، سفارش، نگهداری و کمبود.	هزینه‌های خرید، سفارش, نگهداری.	هزینه‌های خرید، سفارش.
	تابع حداقل نمودن زمان انتظار	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.
	تابع حداقل نمودن اقلام ردی	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.
	تابع حداکثر نمودن مطلوبیت	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.
محدودیت‌ها	ظرفیت تامین کننده	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.
	توازن موجودی	با فرض وجود مازاد و کمبود با استفاده از دو دسته محدودیت مدل شده است.	تنها با فرض وجود مازاد و با استفاده از یک دسته محدودیت مدل شده است.	تنها با فرض وجود مازاد و با استفاده از یک دسته محدودیت مدل شده است.
	ارضای تقاضا	با توجه به لحاظ کمبود و مازاد, ارضای تقاضا در پایان دوره‌ی T مد نظر قرار گرفته است.	با توجه به لحاظ مازاد، ارضای تقاضا تنها در پایان هر دوره‌ی t مد نظر قرار گرفته است.	با توجه به لحاظ مازاد، ارضای تقاضا تنها در پایان هر دوره‌ی t مد نظر قرار گرفته است.
	انبارش	لحاظ شده است.	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.
	حداقل و	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.

Archive of SID

www.SID.ir

	حداکثر سفارش از هر تامین‌کننده			
	حداکثر تعداد تامین‌کننده‌ی همکار در هر دوره	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.
	محدودیت بودجه در هر دوره	لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.
	محدودیت خطی‌کردن مدل	لحاظ شده است.	با توجه به عدم لحاظ تخفیف لحاظ نشده است.	با توجه به عدم لحاظ تخفیف لحاظ نشده است.
متغیرهای تصمیم		$X_{ikmt}, I^{+}_{it}, I^{-}_{it}, Z_{kt}, Y_{ikmt} \in (0,1)$	$X_{ijt}, \mathrm{R}_{it}, Y_{jt}$	$X_{ijt}, \mathrm{R}_{it}, Y_{jt}$
عدم اطمینان		لحاظ شده است.	لحاظ نشده است.	لحاظ نشده است.

در نهایت به منظور جهت‌دهی پژوهشهای آتی پیشنهاد می‌شود:

- توسعه‌ی مدل ارائه‌شده با هدف حداکثرنمودن منافع کلیه‌ی اعضای زنجیره‌ی تامین؛
- توسعه‌ی مدل مذکور با مد نظر قرار دادن برنامه‌ریزی تولید و توزیع در مساله به صورت یکپارچه؛
- لحاظ سایر انواع رویکردهای برنامه‌ریزی استوار و مقایسه‌ی نتایج؛
- تلفیق مدل با رویکردهای پیش‌بینی (به عنوان مثال استفاده از شبکه‌ی عصبی و شبکه‌ی عصبی فازی)؛

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

فیض‌الهی، محمد جواد، (۱۳۸۶)، *بهینه‌سازی استوار و کاربرد آن در مهندسی مالی و صنایع*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، تهران؛

هوشمندی ماهر مجید، (۱۳۹۱)، *مدلی برای انتخاب تامین‌کننده در زنجیره‌ی تامین در شرایط عدم اطمینان*، رساله‌ی دکتری دانشکده‌ی مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی.

Aissaoui، Najla، Haouari M.، Hassini E.، (۲۰۰۷)، "*Supplier selection and order lot sizing modeling: A review"*، Journal of Computers & Operations Research، No. ،۳٤ Pp. ۳۵۱٦– .۳۵٤۰

Basnet, C., Leung, J. M. Y., (2005), *"Inventory lot sizing with supplier selection"*, Journal of Computers & Operations Research, Vol. 32, Pp. 1-14.

Bhatnagar R, Sohal AS., (2005), *" Supply chain competitiveness: measuring the impact of location factors, uncertainty and manufacturing practices."*, Technovation, Vol. 25, Num.5, Pp.443–456.

Feng, Rakesh,N.,(۲۰۱۰), *"Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing*", Computers & Operations Research Vol.۳۷Num. 4, Pp.٦٦٨–.٦٨۳.

Ghodsypour S.H, O'Brien C., (2001), "*The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint"*, Int. J. Production Economics, Vol. 73, Pp. 15-27.

Ho W.R.J، Tsai، C.L، Tzeng، G،H.، Fang، S.K، (۲۰۱۱)، *"Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM"*، Expert Systems with Applications: An International Journal ، Vol.، ،۳۸ No.، ۱Pp. ۲۵-۱٦.

Leung, S.C.H., Tsang,S.O.S., Ng,W.L., Wu,Y., (2007), *"A robust optimization model for multi-site production planning problem in an uncertain environmen"*, European Journal of Operational Research, Vol. 181, Num. 1 Pp. 224–238.

Mendoza, Ebraham, (2007), "*Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation*", A Thesis document submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of philosophy in industrial engineering and operation research, University of Pennsylvania.

Archive of SID

www.SID.ir

Mirzapour Al-E-Hashem, S.M.J, Malekly H., Aryanezhad, MB., (2011), "*A multi-objective robust optimization model for multi-product multi-site aggregate production planning in a supply chain under uncertainty"*, International Journal of Production Economics, Vol. 134, Num. 1, Pp. 28-42.

Monczka, R., R. Trent, and R. Handfield, (2005), *"Purchasing & Supply Chain Management"*, Thomson, Mason, OH.

Mulvey, J.M., Vanderbei, R.J., Zenios, S.A., (1995), *"Robust optimization of large scale systems"*, Operations Research, Vol.43, Num2, Pp. 264–281.

Peidro D., Mula J. Poler R., Cruz Lario F., (2009), *"Quantitative models for supply chain planning under uncertainty: a review*", Int J Adv Manuf Technol, Num. 400, Pp. 400-420.

Pouradab، S.، Nadali، A.، Eslami، H.، (۲۰۱۱)، "*A Hybrid Method for Credit Risk Assessment of Bank Customers"*، International Journal of Trade، Economics and Finance، Vol. ،۲ No. ،۲.

Quayle, M., (2006) "*Purchasing and Supply Chain Management: Strategies and Realities"* (1th ed.), IRM Press

Rezaei, J., Davoodi, M., (2008), *"A deterministic, multi-item inventory model with supplier selection and imperfect quality*", Journal of Applied Mathematical Modelling, Vol. 32. Pp. 2106–2116.

Wei Li, C. & Tzeng G.H., (2009), "*Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall*", Expert System with Applications, Vol. 36, Num6, Pp. 9891-9898.

Yu, C.S., Li,H.L., (2000), "*A robust optimization model for stochastic logistic problems",* International Journal of Production Economics, Vol. 64, Num. 1-3, Pp. 385–397.۱

Archive of SID

www.SID.ir