مدل تلفیقی AHP،QFD و برنامه‌ریزی آرمانی، جهت انتخاب بهترین تأمین‌کننده و تخصیص اندازه سفارش در صنعت پوشاک

فرید محمدی‌زاد[1*]، مسعود مصدق‌خواه[2]، حسینعلی حسن‌پور[3]

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۳/۶

چکیده

در این مقاله، انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان به‌وسیله معیارهای کیفی و کمی و تخصیص اندازه سفارش به آنها جهت تأمین و توزیع محصول در چند دوره زمانی، مدنظر است. به‌منظور برآورده شدن هدف تحقیق، یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگان بر پایه روش گسترش کارکرد کیفیت (QFD)[4] و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[5] و برنامه‌ریزی ریاضی ارائه می‌شود. مدل ارائه شده، از دو فاز کیفی و کمی تشکیل شده است. به‌طور کلی در فاز کیفی، تأمین‌کننده‌های بالقوه براساس معیارهای کیفی ارزیابی می‌شوند و حاصل این ارزیابی، تعیین ارجحیت خرید از هر تأمین‌کننده است و این ارجحیت‌ها در بخش کمی مسئله در تابع ارزش خرید کل به‌کار می‌روند. هدف اصلی این تلفیق کاهش هزینه تا حدی است که بتوان ادعا کرد رضایت‌مندی خریدار از خرید حاصل شده است.

واژه‌های کلیدی: انتخاب تأمین‌کننده، گسترش کارکرد کیفیت، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تخفیف، اندازه سفارش، برنامه‌ریزی ریاضی آرمانی

۱- مقدمه

مسئله انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش به آنها تأثیر مهمی در عملکرد کلی زنجیره تأمین دارد. مسئله تصمیم‌گیری جهت تعیین مراکز تأمین و تخصیص سفارش هر مرکز مصرف به یکی از آنها، یک برنامه‌ریزی ریاضی شناخته‌شده است. لیکن با بررسی روند مطالعات در زمینه لجستیک، مشخص می‌شود که تمرکز لجستیک در حال تغییر از حداقل نمودن مجموع هزینه حمل و نقل و تدارکات و یا به حداکثر کردن سود کل، به سمت ارائه خدمات بهتر به مشتریان است. با توجه به اهمیت برآورده‌سازی الزامات در کسب رضایت‌مندی مشتریان و تأثیر آن در فرآیند تصمیم‌گیری جهت طراحی و کنترل زنجیره تأمین و با در نظر گرفتن مسئله هزینه و سودآوری سازمان، نیاز به ارائه روشی که معیارهای کمی و کیفی را به‌طور توأمان لحاظ کند، احساس می‌شود. این مقاله سعی دارد تا مسئله انتخاب مراکز تأمین جهت ارسال مستقیم کالا و صدور سفارش تأمین به آنها را با رویکرد کیفی مشتری‌گرا با روش QFD به‌همراه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل کمی هزینه توسط برنامه‌ریزی ریاضی مدل‌سازی کند.

در این شبکه لجستیک، پس از صدور سفارش توسط یک مرکز تصمیم‌گیری، ارتباط بین مشتری و کارخانه (محل تهیه کالای نهایی)، بدون واسطه (توزیع‌کننده) و به‌صورت مستقیم برقرار می‌گردد، یعنی کالای نهایی به‌صورت مستقیم از کارخانه یا تأمین‌کننده نهایی برای مشتریان فرستاده می‌شود. در سیستم ارسال مستقیم، هر تأمین‌کننده نهایی به‌طور مستقل کالاها را با وسایل حمل و نقل خود که به‌طور معمول در

۱*- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، نویسنده پاسخگو، پست‌الکترونیکی: farid.mz@gmail.com، نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی صنایع

۲- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه جامع امام حسین (ع)، پست‌الکترونیکی: mmkh1342@yahoo.com

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه جامع امام حسین (ع)، پست‌الکترونیکی: hahassanpour@yahoo.com

4- Quality Function Deployment

5- Analytic Hierarchy Process

قرارداد خرید ذکر شده است، به مراکز مصرف تحویل می‌دهد. هر وسیله نقلیه فقط یک مشتری را در یک سفر پوشش می‌دهد. این روش وقتی به‌کار گرفته می‌شود که الزامات زمان تحویل سخت و غیرمنعطف باشد و یا محموله‌ها بزرگ و جداگانه باشند. در این مقاله، تصمیم‌گیری در سطح استراتژیک و میان مدت سازمان انجام می‌گیرد، یعنی با توجه به میزان تقاضای موجود، تأمین کالا از برون‌سپارها و عقد قرارداد با آنها، اقدام می‌شود. هدف اصلی این مقاله، انتخاب مناسب‌ترین مراکز تأمین از میان تأمین‌کنندگان بالقوه سراسر کشور و تخصیص سفارش هر مرکز مصرف استانی به تأمین‌کننده مناسب جهت ارسال مستقیم محصول است، به نحوی که علاوه بر ارتقاء سطح برآورده‌سازی نیازمندی‌های مصرف‌کنندگان (کیفیت محصول و تحویل)، هزینه‌های خرید و حمل و نقل کاهش یابد.

۲- پیشینه تحقیق

پیشینه ادبیات این تحقیق از پنج بخش شبکه ارسال مستقیم، انتخاب تأمین‌کننده، تخصیص اندازه سفارش، استفاده از QFD و کاربرد AHP در انتخاب تأمین‌کننده تشکیل شده است.

۲-۱- شبکه ارسال مستقیم

تحقیقات اخیر مسئله ارسال مستقیم را با توجه به حذف هزینه نگهداری مورد توجه قرار داده‌اند که از آن جمله می‌توان به مسئله طراحی شبکه ارسال مستقیم کالا توسط لیو[1] و چان[2] در تحقیق شماره [۱] و فرانتس[3] و ودمانسی[4] در تحقیق شماره [۲] اشاره کرد که مسئله را به‌صورت یافتن مسیر بهینه ارسال مستقیم مدل‌سازی می‌کند. پیشوائی و ربانی مسئله مکان‌یابی کارخانه در شبکه لجستیکی که به‌طور مستقیم کالا را به مشتری ارسال می‌کند را با هدف کمینه‌سازی هزینه کل که شامل هزینه‌های راه‌اندازی، حمل و نقل، عملیاتی و جریمه ظرفیت استفاده نشده کارخانه می‌شود، مدل‌سازی کردند [۳]. این مسئله به‌صورت چند سطحی، تک‌محصولی و برای پاسخگویی به تقاضا با ارسال مستقیم و به روش برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط مدل‌سازی شده است. دومرنگسیری[5] و همکاران زنجیره تأمینی را طراحی می‌کنند که تولیدکننده در مورد قیمت فروش مستقیم و توزیع‌کننده قیمت و مقدار سفارش را انتخاب می‌کند[۴]. مسئله به‌صورت نظریه بازی مدل‌سازی شده است. این مقاله از حیث هدف مدل‌سازی یعنی کمینه‌سازی هزینه مشابه مقاله [۳] می‌باشد.

۲-۲- انتخاب تأمین‌کنندگان

مسئله انتخاب تأمین‌کننده مسئله‌ای پیچیده در سطح راهبردی است که شامل هر دو نوع عوامل کمی و کیفی می‌شود. اما هدف این مقاله انتخاب نهایی تأمین‌کننده یعنی تعیین بهترین ترکیب از تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش به آنها است، به‌طوری که نیازمندی‌های مختلف خرید را برآورده کنند. این انتخاب یک تصمیم‌گیری استراتژیک بوده و تعیین میزان سفارش به آن، یک تصمیم تاکتیکی است. ادبیات موضوع نشان می‌دهد که سه تصمیم اساسی در ارتباط با مسئله انتخاب تأمین‌کننده وجود دارد:

۱- باید از چه تأمین‌کننده‌ای خریداری شود؟

۲- چه محصولی را به چه مقدار سفارش دهیم؟

۳- در چه دوره زمانی باید خریداری شود[۵] ؟

برای انتخاب تأمین‌کننده، پس از تعریف مسئله، معیارهای ارزیابی تعیین شده و سپس مرحله پیش‌انتخاب انجام می‌شود. در مرحله پیش‌انتخاب، تأمین‌کنندگانی که پایین‌تر از حد برآورده‌سازی حداقل نیازمندی‌ها هستند، حذف می‌شوند[۵]. برای ارزیابی نهایی از معیارهای ارزیابی متعددی بسته به ماهیت خرید و محصول مورد تقاضا استفاده می‌شود. سه معیار قیمت خالص، مدت زمان آماده شدن سفارش[6] و کیفیت مهم‌ترین عوامل جهت ارزیابی تأمین‌کننده می‌باشند[۶]. این سه معیار در این مقاله به‌کار گرفته شده است. لازم به ذکر است بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ به‌ترتیب ۶۸، ۶۴ و ۶۳ تحقیق از این سه معیار به‌عنوان معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده استفاده کرده‌اند[۷]. جدیدترین مقاله فراتحلیلی درباره انتخاب تأمین‌کنندگان توسط هو[7] و همکاران در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است[۷].

۲-۳- انتخاب تأمین کننده و تخصیص اندازه سفارش

در پاسخ به سؤالات اساسی دوم و سوم در انتخاب تأمین‌کننده، مسئله اندازه سفارش[8] مطرح می‌شود. سفارش در ابعاد بزرگ یک محصول در چند دوره یک مسئله

1- Liu
2-Chan
3- Franz
4- Woodmansee
5- Dumrongsiri

6- Lead Time
7- Ho
8- Lot-sizing

شناخته شده در مدیریت تولید و موجودی است. این نوع مسائل اولین بار توسط واگنر[1] و ویتین[2] در سال ۱۹۵۸ مطرح شد و یک الگوریتم حل پویا برای آن ارائه شد[۸] . ویژگی‌های بیشتری که به مرور به مسئله اولیه اندازه سفارش افزوده شده است. مقاله فراتحلیلی هسینی[3] و همکاران به دسته‌بندی و تحلیل ویژگی‌های افزوده شده در ادبیات موضوع شامل تخفیف در قیمت خرید، تقاضای غیرقطعی، پنجره زمانی برای برآورده‌سازی تقاضا، سفارشات عقب‌افتاده، موجودی اطمینان و چند محصولی پرداخته است[۵]. در این مقاله دو مسئله انتخاب پیمانکار و تخصیص سفارش با هم ترکیب شده‌اند. ویژگی‌های بررسی‌شده این مقاله در جدول (۱) ذکر شده است. جدول (۱) به مقایسه مقالات مرتبط مورد ارجاع در این تحقیق پرداخته است.

مطابق جدول (۱) ملاحظه می‌شود که در هیچ‌کدام، تواماً مسئله توزیع در چند دوره، تخفیف و به‌کارگیری اوزان کیفی، در یک برنامه‌ریزی ریاضی مدل نشده است.

۲-۴- گسترش کارکرد کیفیت

گسترش کارکرد کیفیت (QFD)، به حوزه مدیریت کیفیت جامع تعلق دارد که یک راهکار ساخت‌یافته و خطی را برای تبدیل نیازهای مشتری به مشخصات و ویژگی‌های محصول یا سرویس جدید، ارائه می‌دهد. جدول (۲) سه تحقیق اصلی که از QFD برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرده‌اند، را بررسی می‌کند.

این مقاله از رویکردی مشابه مقاله[۱۵] برای استفاده از QFD استفاده کرده است هر چند در هیچ یک از سه مقاله اخیر از مدل‌سازی ریاضی استفاده نشده بود.

۲-۵- کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب پیمانکار

تاثیرگذارترین مقاله‌ای که روش AHP را در انتخاب پیمانکار به کار برده است، توسط قدسی‌پور و ابراین ارائه شده است[۱۲]. آنها از تلفیق AHP و برنامه‌ریزی آرمان استفاده نموده‌اند. روش AHP به‌عنوان روشی مجزا پرکاربردترین رویکرد برای انتخاب پیمانکار، در تحقیقات انجام شده می‌باشد. تاکنون تحقیق یا مقاله‌ای که از تلفیق تواماً QFD، AHP و برنامه‌ریزی ریاضی جهت طراحی شبکه تأمین استفاده کرده باشد، منتشر نشده است.

۳- مدل پیشنهادی

همان‌طورکه پیش از این اشاره شد هدف این مقاله، انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان به‌وسیله معیارهای کیفی و کمی و تخصیص سفارش به آنها جهت تأمین و توزیع محصول می‌باشد. هدف این مقاله، توسعه یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگان براساس تلفیق روش‌های QFD، AHP و مدل ریاضی می‌باشد.

۳-۱- تشریح مسئله

مسئله عبارت است از انتخاب تعداد مشخصی تأمین‌کننده از بین i تأمین‌کننده بالقوه و تخصیص سفارش مرکز مصرف j-ام به تأمین‌کننده i-ام در دوره t-ام، به‌طوری که معیارهای کیفی و کمی در نظر گرفته شوند و تقاضای مرکز مصرف تأمین شده و هزینه کل به حداقل برسد.

۳-۲- فاز کیفی ارزیابی تأمین‌کنندگان

فاز کیفی این مقاله، رتبه‌بندی پیمانکاران بر اساس HOQ و AHP است که شامل ۵ مرحله زیر می‌باشد:

مرحله ۱: شناسایی نیازمندی‌ها و انتظارات مشتری از محصول یا خدمت خریداری شده که به‌طور معمول شاخص‌های مشتری نامیده می‌شوند، یعنی تعیین مشخصات محصول/ خدمت خریداری‌شده (WHATs).

مرحله ۲: تعیین معیارهای مرتبط با ارزیابی تأمین‌کنندگان (HOWs). بهتر است HOWs توسط تیمی متشکل از چند دیسیپلین، تعیین شود.

مرحله ۳: تعیین اهمیت نسبی "WHATs" برای این کار باید تا جای ممکن سعی کرد، نیازمندی‌هایی که برای مشتری ارزش‌افزوده ایجاد می‌کنند، در نظر گرفته شوند.

مرحله ۴: تعیین شدت رابطه متقابل WHATs -HOWs و ساختن بدنه ماتریس HOQ توسط تیمی متشکل از چند دیسیپلین .

مرحله ۵: تعیین وزن (اهمیت) معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان یا "HOWs" .

در شکل (۱) ستون کناری مشخصات کیفی محصول (What)، اهمیت نسبی مشخصات کیفی محصول را نشان می‌دهد که انتظار می‌رود تأمین‌کننده آنها را برآورده سازد.

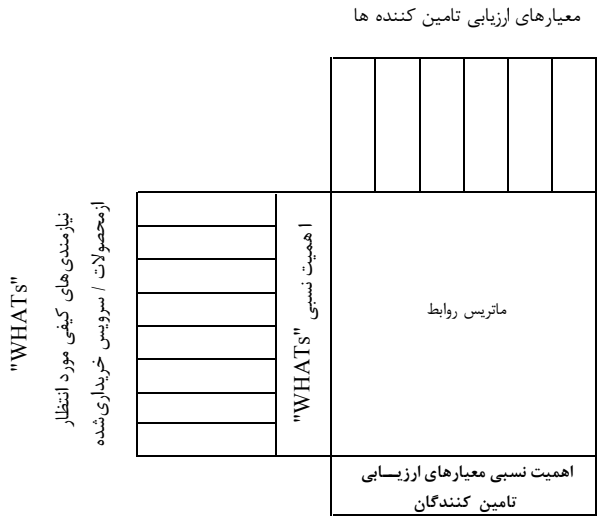
1- Wagner
2- Whitin
3- Hassini

جدول (۱): دسته‌بندی مقالات مرجع

	دوره زمانی	تخفیف	وزن کیفی	نوع مدل
بازنت[1] [۹]	چند دوره	-	-	خطی
گوسنز[2] و همکاران [۱۰]	تک دوره	تجمعی	-	خطی
دمیرتاس[3] و استن[4] [۱۱]	چند دوره	-	AHP	آرمانی خطی
قدسی‌پور[۱۲]	تک دوره	-	AHP	آرمانی خطی
ساویک[5] [۱۳]	چند دوره	تجمعی	-	خطی

جدول (۲): تحقیقاتی که از گسترش کارکرد کیفیت برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرده‌اند.

تحقیق	رویکرد
بویلاکوا[6] و همکاران [۱۴]	ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از ماتریس HOQ در متدولوژی QFD و با اعداد فازی مثلثی: نیازمندی‌های مورد انتظار از کالا یا خدمت خریداری شده عبارت است از: مطابقت با سفارش (کیفیت محصول)، هزینه خرید مناسب (قیمت رقابتی)، قابلیت اطمینان در تحویل، توانایی برای اقدام اصلاحی، حمایت از مشتری و برنامه تحویل
باتاچاریا[7] و همکاران [۱۵]	شامل مراحل: تشکیل ماتریس HOQ، ارزیابی تأمین‌کنندگان توسط AHP، تحلیل عاملی هزینه، تلفیق نتیجه و تصمیم‌گیری
هو و همکاران [۱۶]	تشکیل سه ماتریس متوالی QFD ، در مرحله اول رابطه ذی‌نفعان شرکت با نیازمندی‌های ذی‌نفعان را به‌دست آورده و براساس اهمیت نسبی نیازمندی‌های ذی‌نفعان و با تعیین روابط بین این نیازمندی‌ها و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، اهمیت نسبی این معیارها حاصل شده و سپس براساس این معیارها، تأمین‌کنندگان بالقوه مورد مقایسه قرار گرفته شدند. در هر مرحله روابط از طریق مقایسه زوجی AHP به‌دست آمده است.



شکل (۱): خانه کیفیت که بدنه اصلی آن را ماتریس روابط متقابل WHATs -HOWs تشکیل می‌دهد.

1- Basnet
2- Goossens
3- Demirtas
4- Ustun
5- Sawik
6- Bevilacqua
7- Bhattacharya

۳-۳- فاز کمی انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش

در این فاز تابع ارزش خرید (براساس ارجحیت نسبی تأمین‌کنندگان) به همراه متغیرهای هزینه حمل و نقل (معیار مکانی) و هزینه خرید و با در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستمی، به‌صورت یک برنامه‌ریزی ریاضی، مدل‌سازی می‌شوند. این مدل براساس توسعه مدل‌های [۱۱]، [۱۳] و [۱۵] می‌باشد. تفاوت‌های مدل پیش‌رو که باعث متمایز شدن و نوآوری آن می‌شود عبارت است از:

- تخفیف و اندازه سفارش مطابق برنامه توزیع[1] چنددوره‌ای که تواماً با مدل کیفی مدل شده است.
- محدودیت‌های ظرفیت تولید تجمعی افزوده شده است.
- تقاضای هر مرکز مصرف فقط باید از یک تأمین‌کننده برآورده شود.

مفروضات مدل

- در طول افق زمانی مجموع ظرفیت‌های تأمین‌کنندگان از مجموع تقاضاهای مراکز مصرف بیشتر است که با توجه به امکان انتخاب تأمین‌کنندگان بالقوه و میزان متغیر هر بار سفارش، فرضی منطقی است.
- تقاضای هر مرکز مصرف در هر دوره، فقط باید از یک تأمین‌کننده برآورده شود.
- یک تابع ارزش خرید کلی برای مجموعه تأمین‌کنندگان و براساس ظرفیت آنها تعریف کرده است.

۳-۳-۱- پارامترها و متغیرهای مدل

پارامترها و متغیرهای مدل ریاضی این تحقیق، به‌ترتیب در جداول (۳) و (۴) معرفی شده است.

۳-۳-۲- مدل ریاضی

این مدل دارای دو هدف است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

۱- تابع هزینه شامل مجموع هزینه خرید با تخفیف و هزینه حمل و نقل تا محل مصرف‌کننده است.

$$TC = f_1(X,Q) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{t} CT_{ij}.D_{jt}.X_{ijt} + \sum_{i}\sum_{k} P_{ik}.Q_{ik} \qquad (1)$$

جدول (۳): پارامترهای مدل ریاضی

NT	حداکثر تعداد تأمین‌کننده‌هایی که DM[2] بخواهد انتخاب کند.
P_{ik}	قیمت خرید هر واحد محصول از تأمین‌کننده i
CT_{ij}	هزینه حمل هر واحد محصول از تأمین‌کننده i به محل مصرف j
D_{jt}	تقاضای هر مشتری (مرکز مصرف) در دوره t
V_{it}	ظرفیت تجمعی تأمین‌کننده i تا دوره t
Up_{ik}	حد بالای بازه تخفیف مقداری k برای تأمین‌کننده i
low_{ik}	حد پایین بازه تخفیف مقداری k برای تأمین‌کننده i
Wi	وزن هر تأمین‌کننده براساس خروجی روش QFD و AHP در فاز کیفی
TPV	ارزش کلی خرید که برابر مجموع ظرفیت ضرب‌در اهمیت وزنی برای تک‌تک تأمین‌کنندگان است.
M	یک عدد بسیار بزرگ

جدول (۴): متغیرهای تصمیم‌گیری مدل ریاضی

x_{ijt}	اگر محصول از تأمین‌کننده i به محل مصرف j ارسال شود، برابر ۱ می‌شود(متغیر صفر و یک)
VAR_{it}	اگر تأمین‌کننده i برای دوره t انتخاب شود برابر ۱ می‌شود (متغیر صفر و یک)
U_{ik}	اگر میزان سفارش به تأمین‌کننده i در بازه تخفیف k قرار گیرد، برابر ۱ می‌شود. (متغیر صفر و یک)
Q_{ik}	میزان سفارش از تأمین‌کننده i که در بازه k تخفیف آن قرار گرفته است

1- Delivery Portfolio
2- Decision Maker

۲- تابع ارزش‌کلی خرید[1]

$$PV = f_2(X) = \sum_{i=1}^{n} W_i \cdot \sum_{t} \sum_{j=1}^{m} D_{jt} \cdot x_{ijt} \qquad (2)$$

محدودیت‌های سیستمی:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ijt} = 1 \qquad \forall j, t \qquad (3)$$

$$\sum_{k} U_{ik} \leq 1 \qquad \forall i \qquad (4)$$

$$\sum_{k} Q_{ik} = \sum_{j} \sum_{t} x_{ijt} \cdot D_{jt} \qquad \forall i \qquad (5)$$

$$Q_{ik} - U_{ik} \cdot low_{ik} \geq 0 \qquad \forall i,k \qquad (6)$$

$$Q_{ik} - U_{ik} \cdot up_{ik} \leq 0 \qquad \forall i,k \qquad (7)$$

$$\sum_{i} VAR_{it} \leq NT \qquad \forall t \qquad (8)$$

$$\sum_{j} x_{ijt} \cdot D_{jt} - M \cdot VAR_{it} \leq 0 \qquad \forall i,t \qquad (9)$$

$$VAR_{it} \leq \sum_{j} x_{ijt} \qquad \forall i,t \qquad (10)$$

$$\sum_{t=1}^{r} \sum_{j} D_{jt} \cdot X_{ijt} \leq V_{ir} \qquad \forall i, r \in \{1,,T\} \qquad (11)$$

$$x_{ijt}, U_{ik}, VAR_{it} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j,t,k \qquad (12)$$

محدودیت (۳) نشان‌دهنده این است که در هر دوره برای یک مرکز مصرف فقط به یک تأمین‌کننده سفارش تأمین و ارسال داده می‌شود، یعنی از بین تمام تأمین‌کنندگان، فقط یکی برای هر مرکز مصرف در یک دوره توزیع انتخاب می‌شود.

محدودیت (۴) نشان‌دهنده این است که هر سفارش خرید به یک تأمین‌کننده فقط در یک بازه تخفیف آن قرار می‌گیرد و محدودیت (۵) میزان سفارش خرید از یک تأمین‌کننده را که در یک بازه تخفیف واقع شده، مشخص می‌کند. محدودیت‌های (۶) و (۷) محدوده بازه‌های تخفیف هر تأمین‌کننده را مشخص می‌کند، یعنی Q_{ik} مقداری است که بین Low_{ik} و Up_{ik} واقع می‌شود.

محدودیت (۸) حداکثر تعداد تأمین‌کننده‌های مدنظر DM را لحاظ می‌کند. محدودیت‌های (۹) و (۱۰) التزام مدل به این را نشان می‌دهد که حداقل یک مرکز مصرف در یک دوره به تأمین‌کننده‌ای اختصاص یابد. در حقیقت با این سه محدودیت برای انتخاب هر تأمین‌کننده در هر دوره محدودیت قرار داده شده است، یعنی X_{ijt} را محدود کرده‌ایم.

محدودیت (۱۱) نشان‌دهنده محدودیت ظرفیت تجمعی تولید تا هر دوره برای هر تأمین‌کننده است که مجموع سفارشات تا هر دوره باید کمتر از این ظرفیت تجمعی باشد. محدودیت (۱۲) نیز نشان‌دهنده صفر و یک بودن متغیرهای تصمیم است.

هدف مدل عبارت است از:

$$\text{Min } f_1(x) \text{ , Max } f_2(x) \qquad \text{s.t. Constraints}$$

۳-۴- روش حل

روش حلی که برای این مسئله بهینه‌سازی در نظر گرفته شده، برنامه‌ریزی آرمان است که در ادبیات موضوع به‌عنوان پرکاربردترین روش برای حل مسائل چند هدفه که اهداف کمی و کیفی با هم مطرح هستند، استفاده شده است. چون‌که مدل چندهدفه است و راه حل قطعی ندارد، این برنامه‌ریزی آرمان به دو روش برنامه‌ریزی آرمان ارشمیدسی[2] و روش لکزیکوگراف[3] حل شده است و در هر دو مورد به‌طور تعاملی نظر DM پرسیده شد تا راه حل مطلوب آن انتخاب شود. در روش برنامه‌ریزی آرمان ارشمیدسی، تابع هدفی جهت مینیمم‌سازی فاصله از نقطه آرمان یا ایده‌آل تعریف می‌شود و دو تابع هدف بدون بعد شده و جمع‌پذیر می‌شوند. درجه اهمیت اهداف توسط DM به‌صورت اوزان کمی تعیین می‌شوند. روش دیگری که برای حل برنامه‌ریزی آرمان به‌کار می‌رود، روش لکزیکوگرافیک است که در آن DM درجه اهمیت اهداف را به‌صورت رتبه‌ای تعیین می‌کند، بدین معنی که تا هدف با اولویت بالاتر تأمین نشود، هدف اولویت بعدی در نظر گرفته نخواهد شد[۱۷].

۴- انجام مطالعه موردی و حل عددی

مطالعه موردی این تحقیق در شرکت ساترسبز انجام شده است که کار تأمین و توزیع پوشاک سازمان‌ها به‌ویژه بخش دفاعی کشور را در سطوح مختلف سازمانی به‌عهده دارد. شرکت ساترسبز برای یکپارچه‌سازی نظام تأمین و توزیع پوشاک سازمانی، مراحل تأمین و توزیع کالا را به شرکت‌های بیرونی، برون‌سپاری می‌کند. عمده فرآیند تأمین

1- Total value of purchasing

2- Archimedean Goal Programming

3- Lexicograph

در شرکت ساترسبز به‌صورت مناقصه محدود انجام می‌شود و یا در شرایط خاص، ترک مناقصه صورت می‌گیرد.

۴-۱- جمع‌آوری اطلاعات و تکمیل ماتریس HOQ

جهت جمع‌آوری اطلاعات مقاله، یک نوع پوتین به‌عنوان محصول مورد مطالعه و پنج تولیدکننده در سطح کشور جهت تأمین آن برای بیست مرکز مصرف، در نظرگرفته شده است. به منظور تعیین مشخصات کیفی مورد انتظار از محصول خریداری شده، هدف بالاتر برای آن در نظر گرفته شد. با در نظرگیری این هدف مهم، که "تأمین رضایت مشتری به کمک انتخاب بهترین تأمین‌کننده‌ها" است، باید اقدام به تعیین مشخصات کیفی مورد انتظار از محصول خریداری‌شده، نمود. برای انجام مرحله یک HOQ ، نیازمندی‌های کیفی مورد انتظار از کالا/ سرویس خریداری شده، براساس پرسش از کارشناسان شرکت ساترسبز و با توجه به معیارهای مورد نظر مشتری، تعیین شده است. بدین منظور پرسشنامه‌ای طرح و در بین برخی خبرگان شرکت ساترسبز توزیع شد. این نیازمندی‌های کیفی عبارت‌اند از: مطابقت محصول با سفارش و استانداردها، اثربخشی هزینه، تحویل به‌موقع سفارش.

برای به‌دست آوردن اهمیت نسبی نیازمندی‌های کیفی محصول/ خدمت خریداری شده از روش مقایسه زوجی استفاده می‌شود. این مقایسه زوجی بین نیازمندی‌های مشتری توسط یکی از کارشناسان معاونت خرید انجام شده است. بردار C_r نشان‌دهنده اهمیت نسبی نیازمندی‌های کیفی محصول/ خدمت خریداری شده است.

جنبه نوآوری مقاله در بعد مطالعه موردی شامل تعیین معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده‌های فعال در صنعت کفش و پوتین بوده است. برای این کار پرسش از کارشناسان مرتبط با فرآیند خرید، انجام شد و فرآیند ارزیابی تأمین‌کننده در شرکت ساترسبز استخراج گردید. با توجه به اینکه معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان با هدف برآورده‌سازی نیازمندی‌های مورد انتظار از محصول/ خدمت خریداری شده به‌دست آمده، اکنون می‌توان تأثیرگذاری نسبی هر یک از این معیارهای ارزیابی را بر یک نیازمندی خاص سنجید. این سنجش، توسط تیمی چهار نفره از واحدهای خرید، توزیع، کنترل کیفی و مالی و به‌صورت گروهی انجام شد. خروجی خانه کیفیت، اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان است. برای نشان دادن شدت رابطه از اعداد کم (۱)، متوسط (۵) و بالا (۹) استفاده می‌شود. براین اساس روابط یک سطر خانه کیفیت، نشان‌دهنده تأثیرگذاری نسبی هر یک از معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده، در برآورده‌سازی نیازمندی کیفی (در همان سطر) است. خروجی خانه کیفیت، اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان است که در جدول (۵) نشان داده شده است. پس از تکمیل شدن HOQ ، وزن نسبی هر یک از معیارها همان‌طور که در سطر پایین جدول (۵) آمده، محاسبه شد. رابطه محاسبه وزن نسبی معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده Ω_t به‌صورت زیر است:

$$\Omega_t = \sum_r^5 R_{rt} * C_r$$

که C_r برابر اهمیت نسبی هر یک از نیازمندی‌های مشتری است که از مقایسه زوجی مرحله اول حاصل شده است. سپس این اوزان را برای استفاده در مقایسه زوجی AHP، نرمال می‌کنیم و حاصل آن را بردار $[\Omega]_{t\times1}$ می‌نامیم.

۴-۳- ارزیابی تأمین‌کنندگان با AHP

روش AHP گروهی برای امتیازدهی به هر گزینه براساس هر معیار استفاده شده است. براساس این معیارها، تأمین کنندگان به‌صورت زوجی مقایسه و ارزیابی شده‌اند. به ازای هر مقایسه زوجی یک بردار ستونی از ماتریس $[\mu]_{i\times t}$ حاصل می‌شود که ماتریسی با سطرهای نرمال است. اکنون حاصل ضرب $[\mu]_{i\times t} \times [\Omega]_{t\times1}$ بردار اهمیت نسبی تأمین‌کنندگان خواهد بود. جدول (۶) اوزان نسبی تأمین‌کنندگان را بر حسب هر معیار ارزیابی نشان می‌دهد که همان ماتریس $[\mu]_{i\times t}$ است. اهمیت نسبی تأمین‌کنندگان حاصل از روش AHP ، در جدول (۷) به‌صورت کمی بیان شده است.

۴-۴- حل مدل ریاضی

پس از به‌دست آوردن وزن نسبی تأمین‌کنندگان با روش AHP، این وزن‌ها به همراه سایر پارامترهای مدل ریاضی، در مدل قرار داده شد. همچنین محدودیت انتخاب حداکثر دو تأمین‌کننده در نظر گرفته شده است. مدل ریاضی دارای دو تابع هدف و ۴۶۵ متغیر عدد صحیح است که ۴۳۰ تا از آنها صفر و یک هستند. مدل در محیط نرم‌افزاری AIMMS 3.11 و با الگوریتم Cplex 12.3 Solver به‌طور دقیق حل شده است.

جدول (۵): ماتریس روابط HOQ

نیازهای کیفی موردانتظار از محصول/ خدمت خریداری شده	Cr	سوابق اجرایی تأمین محصول	تحقق اهداف زمانی	کیفیت کار	توانایی ساخت و ماشین‌آلات	توانایی مدیریتی	توانایی فنی و برنامه‌ریزی	ثبات مالی و اعتباری	نیروی انسانی	روابط بلند مدت
مطابقت محصول بامشخصات سفارش و استانداردها	۰/۵۶	۵	۵	۹	۹	۱	۵	۵	۵	۵
اثربخشی هزینه	۰/۱۲	۵	۱	۵	۹	۵	۵	۹	۵	۱
تحویل به موقع سفارش	۰۳۲	۵	۹	۵	۵	۵	۵	۱	۱	۵

بردار Ω عبارت است از:

Ω=[.10,.12,.15,.17,.06,.10,.09,.08,.09]

جدول (۶): ارجحیت نسبی گزینه‌ها براساس هر معیار، شاخص سازگاری

	سوابق اجرایی تأمین محصول	تحقق اهداف زمانی	کیفیت کار	توانایی ساخت و ماشین‌آلات	توانایی مدیریتی	توانایی فنی و برنامه‌ریزی	ثبات مالی و اعتباری	نیروی انسانی	روابط بلندمدت
S1	۰/۵۱۳۵	۰/۵۵۲۲	۰/۳۰۰۳	۰/۴۳۸۶	۰/۲۴۶۹	۰/۲۷۲۳	۰/۲۸۸	۰/۲۸۳۳	۰/۳۶۹۹
S2	۰/۱۱۹۷	۰/۱۳۶۷	۰/۲۳۲۲	۰/۳۲۴۳	۰/۲۶۴۴	۰/۲۷۲۳	۰/۲۵۴۸	۰/۲۹۰۸	۰/۲۳۵۵
S3	۰/۲۳۳۲	/۱۹۳۰	۰/۱۵۸۴	۰/۱۳۲۷	۰/۱۹۳۸	۰/۱۷۵۵	۰/۱۶۹۲	۰/۲۱۶۲	۰/۱۴۷۴
S4	۰/۰۸۴۸	۰/۰۷۵۹	۰/۱۵۷۱	۰/۰۷۰۵	۰/۱۵۹۵	۰/۱۵۷۱	۰/۱۴۴	۰/۱۳۲	۰/۱۶۲۳
S5	۰/۰۴۸۸	۰/۰۴۲۲	۰/۱۵۲۰	۰/۰۳۳۹	۰/۱۳۵۴	۰/۱۲۲۸	۰/۱۴۴	۰/۰۷۷۷	۰/۰۸۴۹
C_I	۰/۱۰۳۹	۰/۱۰۱۲	۰/۰۰۴۴	۰/۰۹۸۲	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۵۲	۰/۰۱۴۶	۰/۰۴۲۵	۰/۰۱۵۱

جدول (۷): اوزان نسبی تأمین‌کنندگان

تأمین‌کننده i	۱	۲	۳	۴	۵
W_i	۰/۳۷	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱

۴-۴-۱- برنامه‌ریزی آرمان ارشمیدسی

برای حل مدل تابع هدف $ مسئله به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$z = \alpha \frac{TC - TC^{min}}{TC^{min}} + (1-\alpha)\frac{(PV^{max} - PV)}{PV^{max}}$$

که عبارت $TC - TC^{min}$ انحراف مثبت از حداقل هزینه مجموع خرید و حمل را نشان می‌دهد و $PV^{max} - PV$ انحراف منفی از حداکثر ارزش خرید کلی را معرفی می‌کند به‌عبارت جبری یعنی:

$$d_1^+ = PV^{max} - PV$$
$$d_2^- = TC - TC^{min}$$

با حداقل شدن تابع هدف در حقیقت مجموع انحرافات از مقاصد بهینه مدنظر تصمیم‌گیرنده، حداقل می‌شود. برای جمع شدن انحرافات باید آنها را بدون مقیاس کرد. برای این کار انحرافات بر اندازه مقصد بهینه تقسیم می‌شوند که در اینجا برای هدف اول و دوم به ترتیب TC^{min} و PV^{max} هستند. برای به‌دست آوردن TC^{min} مدل را فقط با تابع هدف TC مینیمم می‌کنیم که حاصل آن ۱۲۹۶۲۴۵۱۵۸ شده و مقدار ارزش خرید برابر ۱۲۸۷۴,۷ به‌دست می‌آید. برای به‌دست آوردن PV^{max} مدل را فقط با تابع هدف PV ماکزیمم می‌کنیم که حاصل آن ۳۵۹۳۷/۳۶ و میزان هزینه ۱۴۴۲۴۴۲۶۰۶ به‌دست می‌آید. با توجه به این که اوزان نسبی گزینه‌ها میانگینی برابر ۰/۲ دارد میانگین ارزش خرید برابر حاصل‌ضرب مجموع تقاضا در ۰/۲ است که عدد ۱۹۴۲۵/۶ است و در مدل محدودیت ارزش خرید بالاتر از میانگین قرار داده شده است. با در نظرگیری این محدودیت، میزان مینیمم هزینه ۱۳۴۹۲۰۰۶۲۶ شده است. بنابراین تابع هدف $ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$z = \alpha \frac{TC - 1349200626}{1349200626} + (1 - \alpha)\frac{(35937.36 - PV)}{35937.36}$$

مدل به ازای مقادیر مختلف α حل شده است تا جواب موردنظر تصمیم‌گیرنده یعنی جوابی که برای تصمیم‌گیرنده رضایت‌بخش باشد حاصل شود. از نقطه نظر DM کیفیت و در نتیجه ارزش تجمعی خرید مهم‌تر از هزینه کل خرید و حمل است، زیرا مأموریت اول شرکت، تأمین کالای با کیفیت است. بدین منظور وزن ارزش خرید در تابع هدف $ بیشتر در نظر گرفته می‌شود، یعنی $\alpha \leq 0.5$. جواب مدل به ازاء مقادیر α کوچکتر از ۰/۵ و حتی کوچکتر از ۰/۸۳ میزان ارزش خرید ۳۵۹۳۷ و هزینه خرید ۱۴۴۲۴۴۲۶۰۶ به‌دست می‌آید، به عبارت دیگر همه سفارشات به وزین‌ترین گزینه تخصیص داده شده است اما چون هزینه خرید بسیار بالا رفته است، بنابراین با افزایش α سعی شده جواب‌های بهینه دیگری که برای DM رضایت‌بخش باشد، تولید شود. این مقادیر و تابع هدف بهینه متناظر در جدول (۸) آورده شده است.

در این روش مطلوب‌ترین جواب تولید شده که مورد رضایت DM باشد به ازای بازه مقدار α برابر ۰/۸۴ به‌دست می‌آید، زیرا هم ارزش تجمعی خرید (سطح کلی کیفیت) در سطح بالایی است و هم هزینه کل خرید و حمل قابل قبول است، یعنی این دو هدف در موازنه‌ای قابل قبول قرار دارند. برای مقادیر α کوچک‌تر از ۰/۸۳ هزینه خرید بسیار بالا می‌رود در حالی‌که سطح کیفی آن‌چنان مطلوب‌تر نمی‌شود و برای مقادیر α بزرگتر از ۰/۸۵ سطح کیفی پایین‌تر از حد مورد نظر می‌رسد. بنابراین از آن صرف‌نظر شده است. متغیرهای تصمیم جواب بهینه به ازای α برابر ۰/۸۴، x_1^* نامیده شده که اکنون بهترین و رضایت‌بخش‌ترین جواب تولیدشده، است.

۴-۴-۲- روش لکزیکوگرافیک و جواب به ازای سطح مطلوب کیفیت

روش دیگر و البته مناسب‌ترین روش برای حل این مسئله روش لکزیکوگرافیک یا اولویت دادن به اهداف است. چون در صورت نبود محدودیت بودجه، باید بتوان سطح قابل قبولی از کیفیت را تأمین کرد، اولویت اول با کیفیت است و جواب منحصر به فردی که به ازای ماکزیمم کردن ارزش خرید حاصل می‌شود برابر ۳۵۹۳۷/۳ و هزینه کل ۱۴۴۲۴۴۲۶۰۶ که در آن همه سفارشات خرید را به تأمین کننده با بالاترین وزن نسبی تخصیص داده است و البته هزینه خرید بسیاری را تحمیل می‌کند. چیزی که در عمل نیز از آن استفاده شده است. برای غلبه بر این مشکل، حد پایینی برای ارزش تجمعی خرید در نظر گرفته می‌شود و به ازای آن محدودیت، هزینه کل مینیمم می‌شود. یعنی اندکی در جواب بهینه حداکثر ارزش خرید عدول شده است و به ازای آن هدف با اولویت بعدی یعنی هزینه کل بهبود خواهد یافت. این روش که بهبود یافته روش لکزیکوگراف اولیه است را به‌عنوان روش اهداف حددار یا انتقالات متوالی نیز می‌شناسند. از آنجایی که پنج تأمین‌کننده با پنج امتیاز متفاوت در معرض انتخاب قرار دارند، بنابراین می‌توان پنج سطح کیفی را در نظر گرفت که در بازه بیشترین و کمترین مقادیر ارزش خرید یعنی ۳۵۹۳۷ و ۱۲۸۷۴ قرار گرفته‌اند. برای مشخص کردن این سطوح کیفیت، بازه مدنظر به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌شود. بالاترین سطح کیفیت در بازه ارزش خرید ۳۱۳۲۳ تا ۳۵۹۳۷ قرار دارد. بنابراین محدودیت سطوح کیفیت مطابق جدول (۹) تعریف می‌شود. به ازای هر سطح کیفیت، تابع هدف هزینه کل مینیمم می‌شود. البته اگر ارزش تجمعی خرید پایین‌تر از سطح دوم کیفیت یعنی ۲۶۷۱۱ باشد، طبق نظر DM و بازخوردهای مصرف‌کننده، کمتر رضایت بخش بوده و در نتیجه در نظر گرفته نمی‌شود.

جدول (۸): مقادیر α ، هزینه کل، ارزش تجمعی خرید و z بهینه متناظر

#	"	!	α
۰	۳۵۹۳۷,۳۶	۱۴۴۲۴۴۲۶۰۶	۰
۰,۰۵۶۲۳۴۲۰۰۴۷	۲۸۷۵۰,۹۶	۱۳۸۸۱۳۳۰۵۲	۰,۸۴
۰,۰۴۷۶۰۲۷۳۵۴۳	۲۴۵۱۱,۴۶	۱۳۶۳۶۸۹۲۲۶	۰,۸۸
۰,۰۳۵۳۱۴۷۰۸۶۱	۲۴۵۱۱,۴۶	۱۳۶۳۶۸۹۲۲۶	۰,۹۲
۰,۰۱۸۳۷۸۴۳۰۷۳	۱۹۴۲۵,۷	۱۳۴۹۲۰۰۸۵۶	۰,۹۶
۰	۱۹۴۲۵,۶	۱۳۴۹۲۰۰۶۲۶	۱

جدول (۹): سطوح کیفیت و هزینه کمینه متناظر

	محدودیت	MIN TC
-	35937≤PV	1442442606
محدوده سطح اول کیفیت	31323 ≤ PV	1407529908
محدوده سطح دوم کیفیت	26711 ≤ PV	1383888020

جدول(۱۰): میزان سفارش در هر دوره به هر تأمین‌کننده

t	t1	t2	t3	t4
i				
s1	18720	17164	20382	17794
s2	0	0	0	0
s3	1662	10478	0	10928
s4	0	0	0	0
s5	0	0	0	0

جدول (۱۱): مقادیر متغیر X_{1jt} در راه حل انتخاب شده

t	t1	t2	t3	t4
j				
c-01	1	۰	1	۰
c-02	1	۰	1	۰
c-03	۰	۰	۰	۰
c-04	1	۰	1	۰
c-05	۰	۰	۰	۰
c-06	1	۰	1	۰
c-07	1	1	1	1
c-08	1	۰	1	1
c-09	۰	1	۰	۰
c-10	1	1	1	1
c-11	1	1	1	1
c-12	1	1	1	1
c-13	۰	۰	۰	۰
c-14	۰	1	۰	۰
c-15	1	1	1	1
c-16	۰	1	۰	1
c-17	۰	1	1	1
c-18	1	1	1	1
c-19	1	۰	1	۰
c-20	1	1	1	1

جدول (۱۲): مقادیر متغیر X_{3jt} در راه حل انتخاب شده

t	t1	t2	t3	t4
j				
c-01	۰	1	۰	1
c-02	۰	1	۰	1
c-03	1	1	1	1
c-04	۰	1	۰	1
c-05	1	1	1	1
c-06	۰	1	۰	1
c-07	۰	۰	۰	۰
c-08	۰	1	۰	۰
c-09	1	۰	1	1
c-10	۰	۰	۰	۰
c-11	۰	۰	۰	۰
c-12	۰	۰	۰	۰
c-13	1	1	1	1
c-14	1	۰	1	1
c-15	۰	۰	۰	۰
c-16	1	۰	1	۰
c-17	1	۰	۰	۰
c-18	۰	۰	۰	۰
c-19	۰	1	۰	1
c-20	۰	۰	۰	۰

۴-۵- مقایسه و انتخاب

روش‌های برنامه‌ریزی آرمان، اهداف حددار یا انتفالات متوالی نیاز به تعامل اطلاعات بین تحلیل‌گر و تصمیم‌گیرنده دارند. بنابراین با مقایسه جواب حاصل از سطح دوم کیفیت با بهترین جواب حاصل روش اول، DM به این نتیجه می‌رسد که x_1^* مطلوب‌تر است چون ارزش خرید بیشتری دارد و تفاوت هزینه قابل توجهی هم ندارد. x_1^* در قیاس با جواب حاصل از سطح اول کیفیت از مطلوبیت کمتری برخوردار است، چون ارزش خرید تجمعی آن به‌طور قابل توجهی کمتر است. بنابراین در نهایت جواب واقع در سطح اول کیفیت و با کمترین هزینه ممکن به‌عنوان جواب مدنظر DM انتخاب می‌گردد. این راه‌حل در مقایسه با راه‌حل بیشترین ارزش خرید، هزینه بسیارکمتری در بر دارد. جدول (۱۰) اندازه سفارش به هر تأمین‌کننده در هر دوره زمانی را به ازاء راه‌حل انتخاب شده نشان می‌دهد.

اندازه کل سفارش به تأمین‌کننده S_1 برابر ۷۴۰۶۰ واحد محصول و میزان کل سفارش به تأمین‌کننده S_3 برابر ۲۳۰۶۸ واحد محصول است. میزان سفارش به هر دو تأمین‌کننده به اندازه‌ای بوده است که در بازه تخفیف دوم آنها قرار گیرد. متغیرتصمیم X_{ijt} متغیری است که در عمل شبکه طراحی شده را به‌طور مشروح نشان می‌دهد. به‌طور مثال در راه‌حل منتخب، $X_{1,2,1}=1$ نشان‌دهنده این است که در شبکه طراحی شده در دوره اول توزیع، تأمین‌کننده یک باید محصول را به مرکز مصرف دو به‌طور مستقیم ارسال نماید. جداول (۱۱) و (۱۲) ، شکل جدولی شبکه ارسال مستقیم از دو تأمین‌کننده منتخب به مرکز مصرف را نشان می‌دهد.

۴-۶ اعتبار مدل تلفیقی

مدل قدسی‌پور و ابراین در مقاله[۱۲] برای اولین بار معیار ذهنی کیفیت را به‌وسیله ارزش تجمعی خرید وارد هدف مسئله کرده و آن‌را ماکزیمم نمود و بر آن اساس سفارش خرید به تأمین‌کنندگان تعلق داده شد، همانند آنچه در این تحقیق انجام شد. این تحقیق مشابه تحقیق [۱۱] است که از برنامه‌ریزی آرمان برای بهینه کردن ارزش خرید و هزینه، به‌صورت هم‌زمان استفاده کرد با این تفاوت که تحقیق حاضر چند مرکز مصرف و چند دوره زمانی و تخفیف کلی را هم مدل کرده است. روند کلی نتایج هر دو مدل مشابه بوده است.

در مقایسه با پارامترهای مختلف طبق ۴-۴-۱ اگر افزایش قابل توجهی در مقدار α صورت گیرد، میزان هزینه کل هم کاهش می‌یابد و این به‌دلیل روند طبیعی هم‌زمان کاهش هزینه و کاهش کیفیت است که با بیشتر شدن وزن هدف هزینه، مقدار آن و همین‌طور مقدار ارزش خرید کاهش می‌یابد و بر عکس. این نشان‌دهنده آن است که اثر تابع هدف ارزش خرید روی هدف هزینه‌ای، تأثیری منطقی است. روند افزایش هزینه خرید به ازای افزایش سطح حداقل ارزش خرید، در بخش ۴-۴-۲ نیز، این را تأیید می‌کند.

طبق روال تصمیم‌گیری موجود، DM تأمین‌کنندگان را به روش ساده براساس چند معیار ارزیابی می‌کند و سپس بیشترین سفارش تأمین را به تأمین‌کننده‌ای اختصاص می‌دهد که از نظر معیارهای کیفی بالاترین امتیاز را دارد (در اینجا S_1) و فقط در صورت کمبود ظرفیت آن جهت مرتفع کردن همه تقاضا، بقیه سفارش را به تأمین‌کننده با اولویت دوم تخصیص می‌دهد و به این ترتیب هزینه را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد یعنی به ازای حداکثر کردن رضایت‌مندی، هزینه زیادی می‌کند و در نتیجه اثربخشی هزینه کاهش می‌یابد. اما با به‌کارگیری روش ارائه شده در این تحقیق، ضمن حفظ رضایت‌مندی در سطحی قابل قبول، هزینه‌ای منطقی برای تأمین کالا صرف شده و نتیجه اثربخشی هزینه بیشتر می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

- هدف این مقاله، تلفیق یک مفهوم ذهنی یعنی کیفیت با یک مفهوم عینی و از سوی دیگر هزینه جهت طراحی یک شبکه از مراکز تأمین در ارتباط با تعدادی مرکز مصرف بوده است. این دو مفهوم به صورت دو هدف در نظر گرفته شده و موازنه‌ای مطلوب بین این دو هدف مدنظر بوده است.
- هدف کاهش هزینه تا حدی است که بتوان ادعا کرد رضایت‌مندی خریدار از خرید حاصل شده است.
- چون سطح کیفی بر اساس متغیر ارزش خرید که از ارزیابی کیفی ذهنی حاصل شده، تعیین می‌شود بنابراین بهتر است ابتدا در مورد ارزش خرید تصمیم‌گیری و حدودی برای آن معین شود و سپس بر اساس آن میزان هزینه برای تأمین کالا تعیین شود.
- برای بهبود اثربخشی هزینه در سطح معقولی از ارزش خرید، در صورت نبود محدودیتی برای بودجه، لزومی ندارد به تأمین‌کنندگان به‌ترتیب اولویت، سفارشاتی

تا حداکثر ظرفیت آنها تخصیص داده شود. مگر اینکه تصمیم‌گیرنده این‌طور بخواهد، یعنی حداقل ارزش خرید را آن‌قدر بالا درنظر گرفته است که فقط باید به تأمین‌کننده یا تأمین‌کنندگانی با بالاترین اولویت، سفارش تأمین و ارسال صادر شود و گرنه آن سطح از ارزش خرید به دست نمی‌آید.

۶- پیشنهاد برای تحقیقات آتی

پیشنهادات ارائه شده برای تحقیقات آتی ساختار بررسی مسئله و نوع راه حل را شامل می‌شود:

- در تحقیقات آتی می‌توان در فاز تعیین وزن نسبی تأمین‌کنندگان، از تلفیق داده‌های فازی و ANP جهت تعیین همبستگی معیارهای ارزیابی در ماتریس QFD استفاده کرد.
- به علت ساختار مدل و وجود متغیرهای صفر و یک و عدد صحیح در مدل تخصیص، زمان حل مسئله به سرعت با افزایش ابعاد بالا می‌رود. بنابراین توسعه روش‌های حل ابتکاری و فراابتکاری پیشنهاد می‌شود.
- به‌عنوان یک تصمیم‌گیری تاکتیکی لجستیکی، جهت برآورده‌سازی تقاضا می‌توان خرید را در چند مرحله انجام داد و میزان سفارش در هر بار خرید و فواصل بین خرید را تعیین کرد به‌طوری که تقاضای کل برآورده شود.
- می‌توان ظرفیت‌های تولید را به‌صورت فازی یا احتمالی برآورد نمود یا از محدودیت ظرفیت انعطاف‌پذیر استفاده کرده و انحراف از آن را مینیمم نمود.
- می‌توان تابع هدف و محدودیت‌های غیرخطی در مورد ظرفیت و میزان کالای تأخیری را وارد مدل نمود یا اینکه *Wi* را متغیری از زمان و هزینه یا نرخ خرابی دانست که در این صورت برنامه‌ریزی غیرخطی مطرح می شود.

منابع

[1] Jiyin Liu, Chung-Lun Li, Chun-Yan Chan, Mixed truck delivery systems with both hub-and-spoke and direct shipment, Transportation Research Part E 39, 325–339, 2003.

[2] Lori S. Franz, Jay Woodmansee, Zone skipping vs direct shipment of small orders: Integrating order processing and optimization, Computers & Operations Research, Volume 20, Issue 5, 2003.

[3] Mir Saman Pishvaee, Masoud Rabbani, A graph theoretic-based heuristic algorithm for responsive supply chain network design with direct and indirect shipment, Advances in Engineering Software 42, 2011.

[4] Dumrongsiri A. M.Fan, A.Jain, K.Moinzadeh: A supply chain model with direct and retail channels, European Journal of Operational Research 187, 691–718, 2008.

[5] N. Aissaouia, Mohamed Haouaria, E. Hassini.: Supplier selection and order lot sizing modeling: A review, Computers & Operations Research 34, 3516 – 3540, 2007.

[6] Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C: Vendor selection criteria and method. European Journal of Operational Research, 50, 2–18, 1991.

[7] William Ho, Xiaowei Xu, Prasanta. K. Dey: Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review, European Journal of Operational Research 202, 16–24, 2010.

[8] Wagner, Harvey M.; Whitin, Thomson M.: Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. In: Management Science 5, 1, 89-96, 1958.

[9] Basnet C, Leung Jmy: Inventory lot-sizing with supplier selection. Computers and Operations Research, 32:1–14, 2005.

[10] Goossens D.R, A.J.T. Maas b, F.C.R. Spieksma a, J.J. van de Klundert: Exact algorithms for procurement problems under a total quantity discount structure, European Journal of Operational Research, 178 603–626, 2007.

[11] Demirtas EA, Ustun O: Analytic network process and multi-period goal programming integration in purchasing decisions, Computers & Industrial Engineering,Volume 56, Issue 2, 2009.

[12] Ghodsypour, S.H., O'Brien, C: Decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. International Journal of Production Economics, 56–57, 199–212, 1998.

[13] Sawik T.: Single vs. multiple objective supplier selection in a make to order environment, Omega 38, 203–212, 2010.

[14] Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E., Giacchetta, G.: A fuzzy-QFD approach to supplier selection. Journal of Purchasing and Supply Management, 12 (1), 14–27, 2006.

[15] Bhattacharya A, Geraghty J, Young. P: Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment, Applied Soft Computing 10, 1013–1027, 2010.

[16] William Ho, Prasanta K. Dey, Martin. Lockström: Strategic Sourcing: A combined QFD and AHP approach in manufacturing, Emerald group publishing, 2011.

[۱۷] اصغرپور، محمدجواد، "***تصمیم‌گیری‌های چند معیاره***"، نشر دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.