

طراحی مدل ریاضی تصمیم‌گیری ساخت یا خرید به منظور توسعه سبد محصولات

رضا عباسی^۱، سعید صفری^۲، مرضیه فیضی^{۳*}

۱- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

۳- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۶

دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۲

چکیده

از چالش‌های اساسی برای سازمان‌های تولیدی و همچنین از موضوعات راهبردی سازمان، تصمیم‌گیری در مورد خرید قطعات (برون‌سپاری) و یا ساخت قطعات به‌وسیله کارخانه می‌باشد. به این منظور پژوهش حاضر یک روش‌شناسی مبتنی بر مدل‌های ریاضی جهت حل مسئله ارائه کرده است. روش‌شناسی مطالعه حاضر توانایی بررسی تصمیم ساخت یا خرید به منظور توسعه سبد محصولات را با استفاده از رویکرد تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره و روش برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صفر و یک دارد. در این پژوهش نخست با بررسی ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق، عوامل و شاخص‌های مقدماتی تصمیم‌گیری ساخت یا خرید شناسایی شد و اهمیت آنها با استفاده از نظرات خبرگان دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفت؛ عوامل با اهمیت بالاتر نیز به عنوان عوامل نهایی انتخاب شدند. از بین آنها عواملی که ماهیت کیفی داشتند به همراه گزینه‌های ساخت (تولید) در داخل و برون‌سپاری به سایر تولیدکننده‌ها با استفاده از روش فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) مورد رتبه‌بندی و استخراج امتیازها قرار گرفتند. سپس با توجه به عوامل کیفی، مقادیر مربوط و عوامل کمی، مدل



برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صفر و یک طراحی شدند. در نهایت مدل ریاضی طراحی شده با توجه به عوامل تصمیم‌گیری در یک شرکت تولیدی لوازم بهداشتی، از بین سه گزینه تولید در داخل و برون سپاری به دو شرکت خارجی پیاده‌سازی شد.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری، ساخت یا خرید، روش فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی، برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صفر و یک.

۱- مقدمه

تصمیم‌های ساخت یا خرید از موضوعات راهبردی سازمان می‌باشد. در این تصمیم‌ها به دنبال این هستیم که کدام فعالیت‌ها در داخل سازمان و کدام در خارج انجام گیرد؛ کدام منابع را لازم است در اختیار داشته باشیم و کدام منابع را از بیرون سازمان اجاره کنیم. آنچه مسلم به نظرمی‌رسد این است که شرکت‌ها همواره منابع محدودی در اختیار داشته باشند و همیشه استطاعت داشتن تمام فناوری‌های لازم برای تولید داخل را ندارند. حتی در صورتی که شرکت استطاعت داشتن فناوری لازم جهت تولید قطعه یا محصولی را نیز داشته باشد، این امر به آن معنا نیست که بهتر است شرکت به این امر پردازد و خود دست به تولید بزند، زیرا که تصمیم ساخت یا خرید تصمیمی چند بعدی است که باید از ابعاد مختلفی بررسی شود تا حداکثر مطلوبیت را در پی داشته باشد. در گذشته که راهبرد خرید براساس کمترین هزینه بود، تصمیم‌های ساخت یا خرید به طور عمده مبتنی بر برآورد هزینه بوده است. با توجه به تغییر فضای رقابتی از برنده - بازنده به برنده - برنده تصمیم‌های ساخت یا خرید برمبنای هزینه خود شرکت به تنهایی معنا نداشته و شکل متفاوتی به خود گرفته است.

در این پژوهش نخست بیان مسئله و ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق ارائه شد می‌شود. سپس به بررسی و ارائه مدل ریاضی تصمیم‌گیری چند هدفه‌ای برای تولید و یا برون‌سپاری محصول جدید در یک شرکت تولیدی محصولات بهداشتی پرداخته خواهد شد.

۲- بیان مسئله

سازمان‌ها برای اینکه ساخت در شرکت خود و یا به‌وسیله یک بنگاه خارجی انجام شود باید با توجه به چالش‌های زیادی مانند محدودیت‌های کیفیت، هزینه، قابلیت اطمینان و ... تصمیم



بگیرند. همچنین اگر اجزای مناسبی برای توسعه محصول وجود نداشته باشد چه اجزا در خود شرکت تولید و یا اینکه از فروشنده‌ای دریافت شود، شرایط سخت می‌شود. تصمیم‌گیری برای انتخاب درست، به علت وجود پارامترهای زیاد برای انتخاب مشکل می‌باشد [۱]. در واقع تصمیم ساخت یا خرید یکی از تصمیم‌های راهبردی هر سازمان است که نتایج بلندمدت و ماندگاری را برای سازمان‌ها در پی داشته است و نباید چنین تصمیم مهمی با دید کوتاه‌مدت، صرفه‌جویانه و گذرا بررسی شود. تصمیم ساخت یا خرید اغلب از تعیین‌کننده‌های عمده سود به شمار رفته و می‌تواند عامل تعیین‌کننده‌ای برای سلامت مالی یک شرکت به شمار رود. تصمیم ساخت یا خرید می‌تواند بر استراتژی شرکت، ساختار هزینه‌ای شرکت، رقابت‌پذیری، انعطاف‌پذیری، سطح خدمت‌دهی و مزیت‌های رقابتی سازمان تأثیر گذارد. تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری برای ساخت یا خرید براساس منابع می‌باشد و تصمیم از طریق تمرکز روی منابع سازمان گرفته می‌شود [۲]. از طرفی به دلیل ایجاد تغییرات سریع در وضعیت رقبا، تکنولوژی و تمایلات مشتریان، شرکت نمی‌تواند همواره به محصولات موجود خود تکیه کند. مشتریان در جستجوی محصولات جدیدتر و پیشرفته‌تر هستند و شرکت‌ها ناچارند محصولات جدیدی تولید و عرضه کنند که جوابگوی نیازها، سلیقه‌ها و انتظارات مشتریان باشد به همین دلیل هر شرکت به برنامه توسعه محصول جدید نیاز دارد [۳]. از تصمیماتی که به شرکت‌ها کمک می‌کند تا در توسعه محصولات موفق شوند و با مشکلاتی مواجه نشوند، تصمیم‌گیری ساخت یا خرید پیش از توسعه محصولات می‌باشد به این‌گونه که شرکت باید تصمیم بگیرد محصول جدید را به طور داخلی تولید کند و یا تولید را با برند خود به شرکت خارجی بسپارد. در این مقاله ضمن بررسی و شناسایی عوامل مهم تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری ساخت یا خرید، به طراحی مدل ریاضی در این خصوص و در راستای توسعه سبد محصولات پرداخته شده است.

۳- ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

تصمیم‌گیری ساخت یا خرید اخذ تصمیم‌های هر سازمان برای ساخت و یا خرید و یا به عبارتی برون‌سپاری در مقابل درون‌سپاری فعالیت‌ها، قطعات، زیرمونتازها و خدمات مورد



نیاز سازمان است [۴]. تصمیم‌های ساخت یا خرید از موضوعات راهبردی است که سازمان‌ها برای تولید محصولات یا خدمات جدید و یا واگذاری محصولات یا خدمات قدیم با آن روبه و هستند. در این خصوص، بیان این جمله از تام پیترز لازم است که «آنچه را که بهتر از سایر سازمان‌ها انجام می‌دهید برای خود نگه دارید و سایر فعالیتهای سازمان را برون‌سپاری کنید [۵].»

۳-۱- تصمیم‌گیری ساخت یا خرید

در گذشته روش‌های ارائه شده مبتنی بر حداقل میزان هزینه بوده که به نظریه هزینه معاملات معروف است. این نظریه شامل مجموعه‌ای از اصول می‌باشد که برای تحلیل تعاملات خریدار - تأمین‌کننده و تعیین اثر بخش‌ترین مشکل ساختاری و مدیریتی آنها استفاده می‌شود و در آن هدف اصلی، حداقل کردن کل هزینه (هزینه‌های خدمات و معامله) و حداکثر کردن ارزش کل برای شرکت است. نظریه هزینه اقتصادی معامله توسط کواس^۱ مطرح و توسط ویلیامسون^۲ توسعه پیدا کرد. کواس نظریه هزینه‌های معامله و تبادلات را مطرح ساخت. در نظریه او، این هزینه‌ها شامل هزینه‌های ایجاد قرارداد است. مطابق این نظریه چنانچه هزینه انجام فعالیت به‌وسیله منابع بازار از هزینه انجام فعالیت در درون سازمان بیشتر شود، فعالیت باید در داخل سازمان انجام شود. وینینگ و گلدبرمن^۳ تحقیقات جامعی در مورد هزینه‌های انجام فعالیت در داخل سازمان و برون‌سپاری انجام دادند. آنها هزینه‌ها را به سه دسته هزینه تولید، هزینه چانه‌زنی و هزینه فرصت تقسیم کردند [۶].^۴

یکی دیگر از رویکردها در تصمیم‌گیری برای ساخت یا خرید، توجه به شایستگی‌های محوری و مزیت‌های رقابتی سازمان است. در این زمینه نیز مطالعات زیادی انجام شده است. براساس این رویکرد، فعالیت‌هایی که مربوط به شایستگی‌های محوری یک سازمان می‌باشند، باید در داخل و سایر فعالیت‌ها و فرایندهای سازمانی به‌وسیله پیمانکاران انجام شوند. کوین و هیلمر^۵ معتقدند

1. Coas
2. Viliyamson
3. Vining & Goldberman
4. Ngwenyama
5. Koen & Hilmer



اغلب مدیران اجرایی، درک درستی از مفهوم قابلیت محوری ندارند. آنها ویژگی‌های قابلیت‌های محوری را به این صورت تعریف می‌کنند [7]: مجموعه‌ای از دانش و مهارت هستند نه محصول و عملیات؛ قابلیت انعطاف‌پذیری، تکامل و سازگاری دارند؛ از نظر تعداد محدود هستند؛ در زمینه‌هایی وجود دارند که سازمان در آنها می‌توانند نسبت به رقبای غالب و مسلط باشد؛ از دیدگاه مشتری در درازمدت عنصر مهمی برای سازمان است؛ در کل سیستم سازمانی قرار دارند.

رویکرد دیگری که برای تصمیم‌گیری در مورد ساخت یا خرید وجود دارد، رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری براساس حداقل هزینه‌ها و شایستگی‌های محوری است. آرنولد مدلی برای تصمیم‌های ساخت یا خرید ارائه داد که ترکیبی از نظریه‌های هزینه معاملات و رویکرد مزیت‌های رقابتی را بود [8]. در این مدل، این دو نظریه مکمل یکدیگر هستند و در یک مدل یکپارچه ترکیب شده‌اند. در این مدل به دو مؤلفه هزینه عملیاتی و جنبه‌های راهبردی طولانی‌مدت به طور همزمان توجه شده است.

در فرایند تصمیم‌گیری قبل از هر چیز، معیارهای مربوط به اینکه چه کالا یا خدماتی باید ساخته یا خریداری گردد، مطرح می‌شود. در بسیاری از موارد نتیجه‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار بررسی و تجزیه و تحلیل شده باشند. در مدل‌های کلاسیک تحقیق در عملیات معیاری مانند سود، هزینه، بهره‌وری، زمان و ... مورد توجه قرار می‌گیرد. در حالت کلی در تعیین گزینه‌های مختلف منظور از معیار عواملی است که تصمیم‌گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود مد نظر قرار می‌دهد. پلitzer و همکارانش چارچوبی را ارائه دادند که در آن علاوه بر هزینه به مؤلفه‌هایی مثل قابلیت‌های فناوری شرکت نیز توجه می‌شود [9].

۲-۳- پیشینه تحقیق

در زمینه تصمیم‌های ساخت یا خرید تاکنون پژوهش‌های متعددی انجام شده است. در سال ۱۳۸۳ در تحقیقی نویسنده به بررسی مدل تصمیم‌های پیمان‌سپاری (ساخت یا خرید) با استفاده از روش‌های AHP پرداخت. در مدل ارائه شده در این پژوهش با استفاده از روش‌های

1. Platts
2. Arnold



AHP، ماتریس تصمیم‌گیری و ارزیابی محصول یا فعالیت، نسبت به معیارهای صرفه‌جویی هزینه، قابلیت‌های تکنیکی و قابلیت‌های سازمانی تأمین‌کننده، وضعیت پیمان‌سپاری ساخت یا خرید مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد [۱۰]. اثر نگرش مدیریت زنجیره عرضه بر تصمیم‌گیری ساخت یا خرید در سال ۱۳۹۱ در مقاله‌ای با یک رویکردی یکپارچه برای تصمیم‌گیری در مورد ساخت و یا خرید بیان شد. این پژوهش اشاره می‌کند با توجه به اینکه خلأ مهمی در زمینه رویکردی که بتواند عوامل عملیاتی و استراتژیک را در تصمیم‌گیری دخیل کند، وجود دارد، پیشنهادهایی نیز برای چگونگی در نظر گرفتن معیارهای استراتژیک و عملیاتی در یک مدل جامع ارائه شده است [۱۱]. رویکرد منطق فازی در چندین مقاله مطرح شد. در سال ۱۳۹۱ پژوهشی به موضوع تصمیم‌گیری ساخت یا خرید در حالت عدم اطمینان پرداخته که با رویکرد منطق فازی و با استفاده از شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره، یک روش‌شناسی برای حل مسئله ساخت یا خرید ارائه نموده است. شاخص‌های به‌کار رفته در این پژوهش خروجی خط، کیفیت، هزینه واحد محصول، خطر کاهش شایستگی‌های محوری، انعطاف‌پذیری و تناسب استراتژیک می‌باشند [۱۲]. در مقاله‌ای دیگر در سال ۲۰۱۱ با ارائه چارچوب جدید تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی، تصمیم‌گیری برای ساخت یا خرید در صنعت هوافضا بررسی شد. در این پژوهش شایستگی محوری، توانایی تکنیکی، خطرپذیری نبود اطلاعات استراتژیک، خطرپذیری نبود اطلاعات محصول و هزینه کل اجرایی به عنوان معیارهایی برای چارچوب تصمیم‌گیری برون‌سپاری مطرح شدند [۲]. در زمینه زنجیره کیفیت عرضه، مقاله‌ای در سال ۲۰۱۱ ارائه شد که در این مقاله تصمیم‌گیری ساخت یا خرید به منظور انتخاب استراتژی است تا هزینه کل زنجیره عرضه کاهش پیدا کند. شاخص‌های به‌کار رفته در این مقاله انواع هزینه‌ها شامل هزینه خرید، هزینه حمل‌ونقل، هزینه تولید، هزینه موجودی و هزینه کیفیت فروشنده می‌باشد و برای دو مورد که روش متفاوتی دارند، دو مدل ریاضی صفر و یک طراحی شد [۱۳]. در زمینه توسعه محصول جدید مقاله‌ای در سال ۱۳۸۸ با هدف ارائه مدلی که در طول سالیان متمادی در ده‌ها صنعت آزمون شده‌اند، صورت گرفت که ابهام و خطرپذیری عدم اطمینان این مدل‌ها در تدوین و اجرای استراتژی توسعه محصول در ورود به بازارهای نوین و رقابتی در حدی قابل قبول بوده است [۱۴]. در سال ۲۰۰۷ مقاله‌ای به استفاده از تحلیل چند معیاره مبتنی بر وب برای تصمیم‌های ساخت یا خرید پرداخت. این پژوهش



یک رویکرد دو مرحله‌ای مبتنی بر وب را توسعه داده است: مرحله اول تحلیل چند معیاره و مرحله دوم روش فازی. آنها با استفاده از روش AHP فرایندها را اولویت‌بندی و سپس مجموعه فازی سفارش‌های طبقه‌بندی شده را محاسبه کردند [۱۵]. در سال ۲۰۱۱ تحقیقی با موضوع تصمیم‌گیری بهینه ساخت یا خرید برای انتخاب اجزای سیستم نرم‌افزار با ارائه مدل بهینه‌ای، تصمیم‌گیری ساخت یا خرید را مورد بررسی قرار دادند. معیارهای تصمیم‌گیری ساخت یا خرید در این پژوهش کیفیت، هزینه و قابلیت اطمینان می‌باشد. تمرکز تحقیق روی تعیین مدل بهینه تصمیم خرید اجزای نرم‌افزار یا ساخت آنها با استفاده از یک مدل ریاضی صفر و یک و با توجه به معیارهای تصمیم‌گیری ساخت یا خرید می‌باشد [۱]. با توجه به اطلاعات نامتوازن در زمینه تصمیم‌گیری ساخت یا خرید، در سال ۲۰۱۳ تحقیقی به ارائه مدلی پرداخته است که به شرکت در زمینه تصمیم‌گیری تولید در داخل یا برونسپاری یک محصول خاص به یک فروشنده خاص انحصارگر در بازار، کمک نماید. در این تحقیق مسئله ساخت یا خرید با استفاده از یک مدل ریاضی صفر و یک و برای برونسپاری به یک فروشنده خاص بررسی شده است [۱۶]. در سال ۲۰۱۴ مقاله‌ای با عنوان مدیریت استراتژیک ناوگان حمل‌ونقل - مشکل ساخت یا خرید، مسائل تصمیم‌گیری ساخت یا خرید در ناوگان حمل و نقل بررسی شد. این تحقیق راه‌های برطرف کردن نیازهای شرکت‌های حمل‌ونقل را با موضوع وابستگی زمانی مشکل ساخت و یک ماهیت فصلی نیازهای حمل و نقل مورد بررسی قرار داد [۱۷]. در سال ۲۰۱۴ مقاله‌ای با عنوان بررسی تئوریک برای تصمیم‌های ساخت یا خرید در طول مهندسی و طراحی محصول: سه مطالعه موردی ارائه داد. این پژوهش فرایندها و تصمیم‌گیری برای ساخت یا خرید را در طول توسعه محصول جدید براساس سه دیدگاه تئوریک تراکنش اقتصادی هزینه، دیدگاه منبع‌محور و ماهیت شایستگی محوری بررسی می‌کند [۱۸]. تحقیقی در سال ۲۰۱۵ به بررسی دستاوردهای اقتصادی جایگزینی رویکرد ساخت یا خرید و اثر تغییرات استراتژیک بین دو گزینه پرداخته است. این پژوهش با استفاده از تئوری شبکه صنعتی برای چارچوب‌بندی تحلیلی مشکل تحقیق در سه بعد مرتبط فعالیت‌ها، منابع و کارگران می‌پردازد. این مطالعه نشان می‌دهد که هر جایگزین اثر اقتصادی خاصی را مرتبط با فعالیت‌های روش‌ها، منابع و فعالان که سازمان دهی شده اند، ارائه می‌دهد [۱۹].



۴- روش تحقیق

تحقیق انجام شده برحسب هدف، یک تحقیق کاربردی و بر حسب نوع توصیفی - تبیینی ریاضی می‌باشد. در آغاز به بررسی مفاهیم و متغیرهای مهم در توسعه محصول و تصمیم‌گیری ساخت یا خرید پرداخته شده است. روش تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی فازی و روش برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صفر و یک به عنوان روش های ریاضی تحقیق می‌باشند. در نهایت نیز مدل ریاضی تصمیم‌گیری ساخت یا خرید طراحی و نتایج به دست آمده تحلیل و ارائه شد.

در این پژوهش دو جامعه مورد بررسی قرار گرفته است. به همین منظور یک شرکت تولیدکننده لوازم بهداشتی به عنوان مورد مطالعه تحقیق انتخاب شد و علاوه بر این به منظور پالایش و تعیین اهمیت شاخص‌های تصمیم‌گیری ساخت یا خرید، از نظرات جامعه اساتید دانشگاهی استفاده گردید. با توجه به اینکه تعداد اعضای جامعه آماری، محدود و در دسترس بوده‌اند، اقدام به نمونه‌گیری هدفمند شد.

همچنین به منظور کسب اطلاعات از دو نوع پرسشنامه با عنوان‌های پرسشنامه سنجش اهمیت شاخص‌های تصمیم‌گیری ساخت یا خرید و پرسشنامه سنجش اهمیت نسبی عوامل با استفاده از مقایسه‌های زوجی استفاده شد که پرسشنامه اول به منظور بررسی عوامل اولیه تصمیم‌گیری ساخت یا خرید و شناسایی عوامل نهایی و پرسشنامه دوم به منظور رتبه‌بندی عوامل کیفی تدوین و مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش حاضر برای بررسی روایی پرسشنامه شناسایی شاخص‌ها، از نظرات خبرگان استفاده شد. پرسشنامه‌های بررسی اثرگذاری عوامل و مقایسه‌های زوجی از یک مجموعه جداول کاملاً استاندارد مرتبط با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی تشکیل شده است، از این رو می‌توان گفت که پرسشنامه مربوط از روایی قابل قبولی برخوردار است.

علاوه بر این به منظور بررسی پایایی و اعتماد پرسشنامه مقایسات زوجی که از جداول متعددی تشکیل شده است، این شاخص برای هر جدول به طور مجزا محاسبه شد. نتایج حاصل از محاسبه‌های مربوط به نرخ ناسازگاری مقایسه‌های زوجی با استفاده از نرم‌افزار سوپر



دسیژن نشان می‌دهد که این کمیّت برای تمام مقایسه‌های زوجی صورت گرفته کمتر از ۰.۱ بوده و در نتیجه می‌توان به مقایسه‌های زوجی صورت گرفته اعتماد کرد.

۵- شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری ساخت یا خرید

با استفاده از مطالعه کتاب‌ها، مقالات داخلی و خارجی موجود در زمینه تحقیق و استخراج شاخص‌های تصمیم‌گیری ساخت یا خرید، ۲۳ شاخص مقدماتی زیر استخراج شد: بهای تمام شده تولید هر واحد محصول در داخل، هزینه خرید محصول، هزینه‌های مازاد، هزینه حمل‌ونقل، هزینه نگهداری موجودی، هزینه‌های شکست داخلی، کیفیت، انعطاف‌پذیری سازمان، توانایی فناوریانه سازمان، ظرفیت تولید داخلی، کنترل، به‌کارگیری فناوری‌های جدید، حفظ مزیت‌های رقابتی، اهمیت استراتژیک محصول، تناسب استراتژیک، تأمین در شرایط بحران، تحویل به موقع، تقاضا برای محصول نهایی، تقاضای پیش‌بینی شده بازار، پاسخگویی به نیازهای در حال تغییر مشتری، فرهنگ سازمانی، اندازه شرکت، امنیت اطلاعات برون‌سپاری. پس از توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه شناسایی عوامل مهم در تصمیم‌گیری ساخت یا خرید و تجزیه و تحلیل ۲۳ شاخص فوق با استفاده از آزمون فریدمن و نرم‌افزار آماری ۲۱ IBMSPSS، نمره هریک از عوامل محاسبه و ۱۲ شاخصی که بالاترین نمره را کسب کرده بودند، انتخاب شدند. ۱۲ عامل نهایی به‌ترتیب شامل این عوامل می‌باشند: بهای تمام شده تولید هر واحد محصول در داخل، هزینه خرید محصول، هزینه حمل‌ونقل، کیفیت، توانایی فناوریانه سازمان، ظرفیت تولید، حفظ مزیت‌های رقابتی، اهمیت راهبردی محصول، تأمین در شرایط بحران، تحویل به موقع، تقاضا برای محصول نهایی، امنیت اطلاعات برون‌سپاری.

۶- رتبه‌بندی عوامل کیفی

پس از مشخص شدن عوامل نهایی در مرحله قبل، شاخص‌ها از لحاظ ماهیت به دو دسته کمی و کیفی تقسیم شدند. به منظور شناسایی امتیاز شاخص‌های کیفی، از روش فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) بهره گرفته شد، به این صورت که عوامل کیفی به همراه



گزینه‌های ساخت داخل و برون‌سپاری به سایر تولیدکننده‌ها، مورد رتبه‌بندی و استخراج امتیازها قرار گرفت.

اعداد فازی متناظر با اصطلاحات کلامی در جدول ۱ آمده است [۲۰].

جدول ۱ متغیرهای کلامی و اعداد فازی مثلثی متناظر با آنها برای ماتریس‌های مقایسه‌های

زوجی

متغیرهای کلامی	امتیاز	عدد فازی مثلثی	معکوس عدد فازی مثلثی
ارجحیت برابر	۱	(۱.۱.۱)	(۱،۱،۱)
ارجحیت کم	۳	(۲.۳.۴)	(۱/۲، ۱/۳، ۱/۴)
ارجحیت متوسط	۵	(۴.۵.۶)	(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)
ارجحیت زیاد	۷	(۶.۷.۸)	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)
ارجحیت خیلی زیاد	۹	(۹.۹.۹)	(۱/۹، ۱/۹، ۱/۹)
ارجحیت ما بین برای عبارت‌های کلامی	۲	(۱.۲.۳)	(۱/۳، ۱/۲، ۱)
	۴	(۳.۴.۵)	(۱/۵، ۱/۴، ۱/۳)
	۶	(۵.۶.۷)	(۱/۷، ۱/۶، ۱/۵)
	۸	(۷.۸.۹)	(۱/۹، ۱/۸، ۱/۷)

تبدیل ماتریس مقایسه‌های زوجی از مقیاس فازی به مقیاس قطعی، با عنوان دیفازی کردن^۱ ماتریس مقایسه‌های زوجی نامیده می‌شود. به منظور دیفازی کردن اعداد فازی، برخی محققان چندین روش را پیشنهاد کرده‌اند. مهم‌ترین روش‌های دیفازی کردن عبارتند از روش میانگین، روش مرکز ناحیه^۲ و روش α برش [۲۱]. در این پژوهش به منظور دیفازی کردن پاسخ‌های متخصصان از روش مرکز ناحیه استفاده شده است. طرز محاسبه در روش مرکز ناحیه برای اعداد فازی مثلثی $M = (a \ b \ c)$ به صورت زیر است:

$$C A = \frac{(c-a)+(b-a)}{3} + a$$

1. difuzzification
2. Center of area



کیفیت، اهمیت راهبردی محصول، حفظ مزیت رقابتی، تحویل به موقع، امنیت اطلاعات برون‌سپاری، ظرفیت تولید داخلی، تأمین در شرایط بحران، توانایی فناوریانه سازمان به عنوان عوامل و شاخص‌های کیفی مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفتند که نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ امتیازهای (وزن‌های) عوامل کیفی

امتیاز (وزن)	شاخص (عامل)
۰/۱۲۷۷	حفظ مزیت رقابتی
۰/۰۱۲۸	امنیت اطلاعات برون‌سپاری
۰/۰۳۱۶	اهمیت راهبردی محصول
۰/۰۴۳۲	تأمین در شرایط بحران
۰/۰۶۳۱	تحویل به موقع
۰/۰۳۹۷	توانایی فناوریانه سازمان
۰/۰۳۶۶	ظرفیت تولید
۰/۱۳۶۷	کیفیت

همچنین امتیازهای (وزن‌های) سه گزینه ساخت و تولید در داخل و ساخت به وسیله تولیدکننده خارجی A و B نیز در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳ امتیازها (وزن‌های) گزینه‌های ساخت و تولید

امتیاز (وزن)	گزینه‌ها
۰/۵۵۲۵	تولید (ساخت) داخل
۰/۱۴۹۷	تولید به وسیله شرکت A
۰/۲۹۷۸	تولید به وسیله شرکت B



۷- مدل ریاضی تحقیق

عوامل کیفی (که ماهیتی توصیفی و غیر کمی داشتند) و امتیازها (وزن‌های) آنها در قسمت قبل مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق تمامی این عوامل جنبه مثبت دارند. دسته دیگر عوامل کمی‌اند که قابلیت تخصیص مقادیر عددی واقعی به آنها وجود دارد و ماهیتی هزینه‌ای دارند. از آن جایی که در این پژوهش به صورت همزمان درصدها بیشینه کردن متغیرهای کیفی و کمینه کردن متغیرهای کمی بوده‌ایم، از این رو مدل ریاضی تحقیق از نوع خطی چند هدفه است. تصمیم‌گیری به منظور انتخاب یکی از روش‌های ساخت (تولید) در داخل و یا برون‌سپاری به تولیدکننده‌های واجد شرایط نیز موجب صفر و یک شدن مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه شد.

۷-۱- متغیرهای مدل ریاضی

x_1 : تعداد تولید محصول مورد نظر در داخل x_2 : تعداد تولید محصول مدنظر به وسیله تولیدکننده A

y_1 : $\begin{cases} 1 & \text{اگر تولید در داخل انجام شود} \\ 0 & \text{در غیر صورت این} \end{cases}$ x_3 : تعداد تولید محصول مدنظر به وسیله تولیدکننده B

y_2 : $\begin{cases} 1 & \text{تولید وسیله به تولیدکننده A انجام شود} \\ 0 & \text{در غیر صورت این} \end{cases}$ y_3 : $\begin{cases} 1 & \text{تولید وسیله به تولیدکننده B انجام شود} \\ 0 & \text{در غیر صورت این} \end{cases}$

۷-۲- پارامترهای مدل

λ_1 : امتیاز (ضریب) کیفی تولید در داخل؛ λ_2 : امتیاز (ضریب) کیفی تولید به وسیله تولیدکننده A

λ_3 : امتیاز (ضریب) کیفی تولید به وسیله تولیدکننده B

c_1 : بهای تمام شده تولید هر واحد محصول در داخل؛ c_2 : هزینه خرید هر واحد محصول از

تولیدکننده A؛ c_3 : هزینه خرید هر واحد محصول از تولیدکننده B؛ \hat{c}_{12} : هزینه حمل به ازای هر

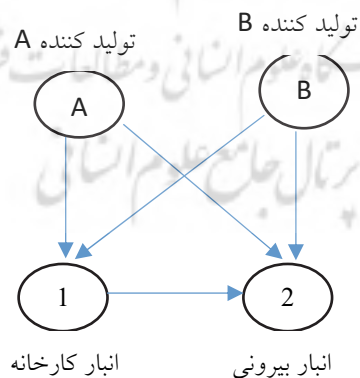


واحد محصول از تولیدکننده داخلی (کارخانه) به انبار بیرونی؛ \hat{C}_{A1} : هزینه حمل به ازای هر واحد محصول از تولید کننده A به انبار کارخانه؛ \hat{C}_{A2} : هزینه حمل به ازای هر واحد محصول از تولیدکننده A به انبار بیرونی؛ \hat{C}_{B1} : هزینه حمل به ازای هر واحد محصول از تولیدکننده B به انبار کارخانه؛ \hat{C}_{B2} : هزینه حمل به ازای هر واحد محصول از تولیدکننده B به انبار بیرونی
 D_1 : حداقل مقدار تقاضای سالیانه؛ D_2 : حداکثر مقدار تقاضای سالیانه؛ K_1 : ظرفیت انبار کارخانه
 K_2 : ظرفیت انبار بیرونی؛ Z_1 : تابع هدف کیفیت؛ Z_2 : تابع هدف هزینه؛ M : یک عدد بزرگ.

- پارامتر هزینه حمل و نقل

دو انبار بیرونی (انباری که خارج از شرکت تولیدی تصمیم‌گیرنده می‌باشد) و داخلی (انباری که در داخل شرکت تولیدی تصمیم‌گیرنده می‌باشد) وجود دارد. با این فرض تولیدکننده A و B هرکدام می‌توانند تولیدات خود را با توجه به ظرفیت انبارها به انبار داخلی و یا بیرونی منتقل کنند و شرکت تولیدکننده تصمیم‌گیرنده نیز می‌تواند تولیدات بیشتر از ظرفیت انبار خود را به انبار بیرونی منتقل کند و برای هرکدام از انتقال‌ها هزینه‌ای در نظر گرفته شود. این حمل و نقل‌ها در شکل یک به تصویر کشیده شدند.

شکل ۱ حمل و نقل بین انبارهای کارخانه و تولیدکننده‌های بیرونی



۳-۷- مدل تحقیق

با توجه به پیچیدگی‌های دنیای واقعی در مورد چنین مسئله‌ای، این روش‌شناسی سعی بر این داشت تا هرچه بیشتر واقعیات را در نظر گرفته تا نتایج از دقت و صحت بالاتری برخوردار باشد.



بدین منظور این روش عوامل را از جنبه‌های مختلف کمی و کیفی بررسی می‌کند. در واقع مدل مناسب باید علاوه بر عوامل کمی قادر به تحلیل عوامل کیفی نیز باشد تا بتواند بیشترین اطلاعات را از داده‌ها استخراج کند و تصمیم‌گیری بهتری را انجام دهد که با توجه به این عوامل تصمیم‌گیری ساخت یا خرید، اهداف چندگانه‌ای برای این تصمیم مطرح می‌شود. همچنین مدل باید یکی از روش‌های تولید داخل یا برون‌سپاری به شرکت‌های خارجی را انتخاب کند، از این رو حالت صفر و یک خرید یا ساخت نیز باید در مدل ارزیابی شود. به همین‌طور با توجه به این عوامل، مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صفر و یک برای اخذ تصمیم‌گیری ساخت یا خرید به منظور توسعه سبد محصولات طراحی و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. این مدل دارای دو تابع هدف حداقل کردن هزینه‌ها (اعم از هزینه‌های خرید، بهای تمام شده محصول و هزینه حمل‌ونقل) و تابع هدف حداکثر کردن عوامل کیفی (از قبیل توانایی فناوریانه سازمان، کیفیت، امنیت اطلاعات و ...) می‌باشد. محدودیت‌های استفاده شده در این مدل شامل محدودیت تقاضا، محدودیت ظرفیت انبار و محدودیت صفر و یک می‌باشد. مدل ریاضی طراحی شده یک مدل ریاضی چند هدفه است و دو تابع هدف دارد که در یک تابع، هدف حداکثر کردن کیفیت تولید و در تابع دیگر هدف حداقل کردن هزینه‌ها می‌باشد. با توجه به عوامل تولید، تقاضا، هزینه‌ها و ظرفیت انبارها، توابع و محدودیت‌ها به صورت زیر طراحی شده‌اند

$$\max Z_1 = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \lambda_3 x_3$$

$$\min Z_2 = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \hat{c}_{12}(x_1 - K_1) + (\hat{c}_{A1} + \hat{c}_{A2})x_2 + (\hat{c}_{B1} + \hat{c}_{B2})x_3$$

s.t:

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq D_1$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq D_2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq K_1 + K_2$$

$$y_1 + y_2 + y_3 = 1$$

$$x_i \geq y_i - 1$$

$$x_i \leq M y_i$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

$$y_1, y_2, y_3 = 0 \text{ یا } 1$$



در مدل ریاضی تحقیق، مقادیر امتیازهای مربوط به عوامل کیفی (شامل کیفیت، اهمیت راهبردی محصول، حفظ مزیت‌های رقابتی، تحویل به‌موقع، امنیت اطلاعات برون‌سپاری، ظرفیت تولید داخلی، تأمین در شرایط بحران، توانایی فناورانه سازمان) که از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به‌دست آمده‌اند و همچنین مقادیر مربوط به عوامل کمی (به‌دست آمده از شرکت مورد مطالعه) جایگزین پارامترها شد، در ادامه ارائه شده است:

$$\begin{aligned} \max Z_1 &= 0.5525x_1 + 0.1497x_2 + 0.2978x_3 \\ \min Z_2 &= 925x_1 + 1105x_2 + 1085x_3 + 85(x_1 - 12000) + (76.5)x_2 \\ &\quad + (80.5)x_3 \end{aligned}$$

s.t:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 &\geq 25000 \\ x_1 + x_2 + x_3 &\leq 37000 \\ x_1 + x_2 + x_3 &\leq 12000 + 24000 \\ y_1 + y_2 + y_3 &= 1 \\ x_i &\geq y_i - 1 \\ x_i &\leq My_i \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0 \\ y_1, y_2, y_3 &\in \{0, 1\} \end{aligned}$$

۷-۴- حل مدل

به منظور حل مدل ریاضی چند هدفه فوق، از نرم‌افزار لینگو^۱ استفاده شده است. مدل ریاضی با توجه به عوامل تصمیم‌گیری بین سه گزینه تولید در داخل، تولید به‌وسیله شرکت خارجی A و تولید به‌وسیله شرکت خارجی B تصمیم نهایی را گرفته است.

حل مدل و خروجی نرم‌افزار این‌گونه می‌باشد: $x_1=25000$ و $\lambda_1 = 1$ که به معنای ارجحیت تولید داخل و عدم برون‌سپاری به شرکت‌های A و B است ($x_2 = 0$ و $x_3 = 0$) و همچنین $\lambda_2 = 0$ و $\lambda_3 = 0$ می‌باشد. انتخاب تولید در داخل و نه برون‌سپاری محصول جدید به سایر تولیدکنندگان (A و B) منجر به این شد که برای تابع هدف اول که درصد



بیشینه کردن عوامل کیفی است، مقدار $Z_1 = 13813$ و برای تابع هدف دوم که درصد کمینه کردن عوامل هزینه‌ای است، مقدار $Z_2 = 24230000$ به دست آمد.

۸- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک روش‌شناسی برای بررسی و ارزیابی تصمیم‌گیری ساخت یا خرید ارائه شده است. با توجه به پیچیدگی‌های دنیای واقعی در مورد چنین مسئله‌ای، این روش‌شناسی سعی بر این داشت هرچه بیشتر واقعیات را در نظر بگیرد تا نتایج از دقت و صحت بالاتری برخوردار باشد. به این منظور عوامل را از جنبه‌های مختلف کمی و کیفی بررسی شد و علاوه بر آن، حالت صفر و یک خرید یا ساخت نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به عوامل تصمیم‌گیری ساخت یا خرید، اهداف چندگانه‌ای برای این تصمیم مطرح شد، از این رو با توجه به عوامل و اهداف چندگانه، مدل مناسب برای آن یک مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه صفر و یک بوده است. در این مطالعه پس از بررسی ادبیات تحقیق و شناسایی عوامل مختلف، به منظور پالایش عوامل در مرحله اول شاخص‌ها و عوامل مهم شامل هزینه خرید، بهای تمام شده تولید و هزینه حمل و نقل و تقاضا به عنوان چهار شاخص کمی و کیفیت، اهمیت راهبردی، حفظ مزیت رقابتی، تحویل به موقع، امنیت اطلاعات برون‌سپاری، ظرفیت تولید داخلی، تأمین در شرایط بحران، توانایی فناورانه سازمان به عنوان هشت شاخص کیفی عوامل نهایی شناسایی و در مرحله دوم اولویت‌بندی شاخص‌ها و عوامل کیفی با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی انجام گرفت. در نهایت اقدام به طراحی مدل برنامه‌ریزی چند هدفه صفر و یک شد. پس از طراحی مدل ریاضی و با توجه به عوامل تصمیم‌گیری، بین سه گزینه تولید در داخل، تولید به وسیله شرکت خارجی A و تولید به وسیله شرکت خارجی B، گزینه تولید محصول جدید به طور داخلی در شرکت مورد مطالعه به دست آمد.

۹- منابع

- [1] Shivani Bali, Vijay M. Ghantasala, Jha P.C. (2011) "Optimal Decision "Build-or-Buy" for Component Selection for a Modular Software System", Proceedings of the 5th National Conference; INDIA Com.



- [2] Cheshm Beraha Mohsen, Makui Ahmad, Seyed Hoseini S. M., Najmi Ali (2011) "A new fuzzy MCDA framework for make-or-buy decisions: A case study of aerospace industry", *Management Science Lettres*, 1: 323-330.
- [۳] اسماعیل‌پور رضا، جباری مریم (۱۳۸۹) «بررسی فرایند توسعه محصول جدید از ایده‌یابی تا عرضه به بازار»، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی ایران.
- [۴] حجاریان، مسعود (۱۳۹۲) / استراتژی برون‌سپاری؛ تهران: دانشگاه علامه طباطبایی.
- [۵] پرویزیان کوروش، نیری دهقان (۱۳۸۵) «برون‌سپاری راهبردی و سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر در زنجیره ارزش»؛ دومین کنفرانس ملی سرمایه‌گذاری مخاطره‌پذیر.
- [6] N Gwonyama O., Brison N. (1999) "Making the information systems outsourcing decision: A transaction cost approach to analyzing outsourcing decision problems"; *European Journal of Operational Research*, 115:351-367.
- [7] Lakhal S. (2001) "On the optimization of supply chain networking decisions"; *European Journal of Operational Research*, 129: 259-270.
- [8] Platts K. W., Probert D.R., Canez L. (2002) "Make vs. buy decisions: A process incorporating multi-attribute decision-making"; *International Journal of Production Economics*, 77(3): 247-257.
- [9] Arnold U. (2000) "New dimensions of outsourcing: A combination of transaction cost economics and the core competencies concept"; *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(1): 23-29.
- [۱۰] کریمی گوارشکی محمد حسین (۱۳۸۳) «مدل تصمیمات پیمان‌سپاری (ساخت/خرید)»؛ چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت کیفیت.
- [۱۱] اکبری جوکار محمدرضا (۱۳۹۱) «تصمیم‌گیری در مورد ساخت یا خرید و اثر نگرش مدیریت زنجیره عرضه بر آن»؛ دومین کنفرانس ملی مهندسی صنایع.
- [۱۲] محتشمی علی، الفت لعیا (۱۳۹۱) «تصمیم ساخت یا خرید در حالت عدم اطمینان با رویکرد منطق فازی با استفاده از شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چند معیاره»؛ مدیریت تولید و عملیات، دوره سوم، پیاپی ۵، شماره ۲، صص ۱-۲۲.



- [13] Seyedhosseini Seyed Mohammad, Mohammadipour Faezeh, Gorji Ashtiani Milad (2011) "Make or buy strategy decision making in supply quality chain"; *International Journal of Industrial Engineering Computations*.
- [۱۴] سرمد سعیدی سهیل، ممقانی علیرضا (۱۳۸۸) «مدل‌های اجرایی در فرایند توسعه محصول جدید»؛ مجله تدبیر، شماره ۲۱۴، ص. ۵۴.
- [15] Hwang Heung Suk., Ko Wen-Hwa., Goan, Meng-Jong (2007) "Web-based multi-attribute analysis model for make-or-buy decisions"; *Mathematical and Computer Modelling* 46, pp.1081–1090.
- [16] Su Xiu Xu, Qiang Lu, George Q. Huang, Ting Zhang (2013) "Scope economies, market information, and make-or-buy decision under asymmetric information", *Int. J. Production Economics*, 145: 339–348.
- [17] Adam Redmer (2014) "Strategic vehicle fleet management- The make or buy problem", *Scientific Journal of Logistics, logforum*, 10 (2): 205-212.
- [18] Dekkers R. (2014) "Theoretical considerations for make-or-buy decisions during 'product design and engineering': Three Indian case studies", IEEE IEEM.
- [19] Viktoria Sundquist, Kajsa Hulthén, Lars-Erik Gadde (2015) "Economic consequences of alternative make-or-buy configurations", *Industrial Marketing Management*, 46: 98–107.
- [20] Zhou X (2012) "Fuzzy analytical network process implementation with matlab", INTECH Open Access Publisher., ISBN 978-953-51-0752-1, Chapte 6.
- [۲۱] مؤمنی منصور (۱۳۸۵) مباحث نوین تحقیق در عملیات، تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.