

## یک مدل تصمیم‌گیری جهت برون‌سپاری انبار

امیرحسین نوروزی

دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی شریف  
ah\_norouzi@ie.sharif.edu

ارسلان پالشی

دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی شریف  
paleshi6@yahoo.com

### چکیده

برون‌سپاری انبار یکی از موضوعات مهمی است که شرکت‌های مختلف با آن رو به رو هستند. اهمیت این مسأله در فضای بازار رقابتی کاملاً حس می‌شود. با این وجود تا کنون در مورد چگونگی برون‌سپاری فعالیت‌های انبار، گامی فراتر از بحث برداشته نشده است. عامل‌های تعیین‌کننده‌ای که تا بحال مطرح شده‌اند، نظیر هزینه و تمرکز روی فعالیت‌های محوری نمی‌توانند به تنهایی به شرکت‌ها کمک کنند تا در مورد برون‌سپاری انبار خود تصمیم بگیرند.

عوامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری جهت برون‌سپاری انبار متعدد، نامتجانس (کیفی و کمی) و حتی متضاد می‌باشند. شدت تأثیر این عوامل در بازه‌های مختلف زمانی به دلیل تأثیر عوامل درون‌سازمانی و بیرونی می‌تواند تغییر کند. این مقاله عوامل تأثیرگذار برای تصمیم‌گیری در زمینه برون‌سپاری انبار را ارائه می‌دهد. سپس یک مدل تصمیم‌گیری را پیشنهاد می‌دهد که از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به منظور کمک به شرکت‌هایی که می‌خواهند در مورد برون‌سپاری انبار خود یا بخشی از آن تصمیم بگیرند استفاده می‌کند. ارائه نتایج به صورت کمی، قابلیت پیاده‌سازی تصمیم‌گیری گروهی و تحلیل حساسیت به کمک نرم‌افزار Expert choice از مزایای این مدل می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** برون‌سپاری، انبار، تصمیم‌گیری گروهی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

## ۱- مقدمه

تا پیش از دهه ۸۰ میلادی اکثر سازمان‌ها در جهت یکپارچگی عمودی<sup>۱</sup> پیش می‌رفتند و بیشتر فعالیت‌های زیر مجموعه‌شان را درون خود انجام می‌دادند. اما در دهه‌های اخیر بسیاری از سازمان‌ها برای حفظ مزیت رقابتی<sup>۲</sup> خود در بازارهای جهانی، برون‌سپاری<sup>۳</sup> فعالیت‌های سازمانی را دنبال می‌کنند. امروزه برون‌سپاری فعالیت‌های سازمانی به عنوان رویکردی استراتژیک تلقی می‌شود و بسیاری از شرکت‌ها در حوزه‌های مختلف صنعتی و خدماتی اقدام به برون‌سپاری یک یا چند مورد از فعالیت‌های زیر مجموعه خود کرده‌اند. انبار<sup>۴</sup> به عنوان یکی از حلقه‌های زنجیره تأمین از جمله قسمت‌هایی است که اقدام به برون‌سپاری در مورد آن صورت می‌گیرد. برون‌سپاری انبار به دلایل متعددی نظیر کاهش هزینه‌ها، تمرکز بر فعالیت‌های محوری<sup>۵</sup> و اجتناب از سرمایه‌گذاری کلان می‌تواند صورت بگیرد. با این وجود ریسک‌ها و نقاط ضعفی نیز فرآیند برون‌سپاری انبار<sup>۶</sup> را تهدید می‌کند. کاهش نظارت و کنترل بر انبار، عدم توانایی تأمین‌کننده برای برآورده کردن نیاز شرکت و مشکلات مربوط به امور پرسنلی از جمله ریسک‌های برون‌سپاری انبار هستند. اما تصمیم‌گیری در مورد برون‌سپاری انبار به دلایل متعددی کار ساده‌ای نیست و با توجه به تبعاتی که خواهد داشت به یک روش قوی و کارآ برای این کار نیاز می‌باشد. این روش باید خواست‌های زیر را ارضا کند:

با توجه به وجود مزایا و ریسک‌های متعدد در برون‌سپاری انبار نیاز به سیستمی می‌باشد که ابزاری را در اختیار ما قرار دهد که بتوان با وزن دهی معیارهای مختلف در مورد برون‌سپاری انبار تصمیم گرفت.

همچنین باید توجه داشت که معیارهای تأثیرگذار در مسئله که در واقع پارامترهای ورودی آن هستند از یک عدم قطعیت برخوردارند. چرا که بعضی از این عوامل ممکن است در طی یک بازه چند ماهه اهمیت بیشتر یا کمتری پیدا کنند، یا به دلیل کیفی بودن بعضی از این مزایا و معایب نتوان به درستی آن‌ها را ارزش‌گذاری کرد. لذا باید از ابزار مناسبی برای کنترل این عدم قطعیت‌ها استفاده شود. [۱]

همانطور که اشاره شد پارامترهای ورودی مسئله دارای عدم قطعیت هستند. برای غلبه بر این مسئله بهتر است از رویکرد تصمیم‌گیری گروهی<sup>۷</sup> استفاده شود. روش‌های متعددی برای تصمیم‌گیری گروهی ارائه شده است. در بیشتر این روش‌ها هر کارشناس نظر نهایی خود را اعلام می‌کند و سپس برآیند نتایج نهایی این کارشناسان به عنوان تصمیم نهایی انتخاب می‌شود. اما این روش‌ها چندان کارآ نیستند. چرا که عدم قطعیت مطرح شده در پارامترهای ورودی مسئله مطرح می‌باشد. لذا روش تصمیم‌گیری گروهی باید در قسمت وزن دهی به معیارها اعمال شود و ابزار تصمیم‌گیری در مورد برون‌سپاری انبار باید چنین قابلیت‌هایی را داشته باشد.

با توجه به موارد ذکر شده به نظر می‌رسد الگوریتم AHP که دارای چنین خصوصیتی نیز می‌باشد ابزار مناسبی جهت این کار باشد. سوالات کلیدی که این تحقیق به آن‌ها پاسخ خواهد داد عبارتند از:

- عوامل موثر در فرآیند برون‌سپاری انبار چیست؟
- با توجه به این عوامل، از چه مدلی می‌توان جهت تصمیم‌گیری در مورد برون‌سپاری انبار استفاده کرد؟

## ۲- ادبیات موضوع

<sup>1</sup>Vertical integration

<sup>2</sup>Competitive advantage

<sup>3</sup>Outsourcing

<sup>4</sup>Warehouse

<sup>5</sup>Core competency

<sup>6</sup>Warehouse outsourcing

<sup>7</sup>Group decision making

## ۱-۲- مدیریت زنجیره تأمین<sup>۱</sup>

مدیریت زنجیره تأمین (SCM) در اواخر دهه ۱۹۸۰ مطرح شده و در دهه ۱۹۹۰ گسترش پیدا کرد. پیش از آن از واژه های لجستیک و مدیریت عملیات به جای آن استفاده می گردید. بعضی از تعاریفی که در مورد زنجیره تأمین بیان شده است، چنین می باشد:

- داگلاس<sup>۲</sup> و دیگران: استقرار شرکت ها به ترتیبی که محصولات و یا خدماتی را برای یک بازار فراهم آورد[۲].
- چوپرا<sup>۳</sup> و میندل<sup>۴</sup>: شامل تمام مراحل است که مستقیم و یا غیر مستقیم در برآورده کردن خواست مشتری فعالیت می نمایند و فقط شامل سازنده و تأمین کننده نمی گردد بلکه حمل و نقل ها، انبارها، خرده فروش ها و خود مشتریان را نیز شامل می گردد[۳].
- جانسان<sup>۵</sup> و تری<sup>۶</sup>: شبکه ای از تسهیلات و توزیع کنندگان که عملیات تأمین مواد، تغییر مواد به محصولات نیم ساخته و محصولات نهایی و توزیع این محصولات بین مشتریان را انجام می دهند[۴].

مدیریت زنجیره تأمین عبارتی است که جهت توصیف مدیریت جریان مواد، اطلاعات و سرمایه در طول کل زنجیره تأمین، از تأمین کنندگان اجزاء و مواد تا مونتاژ کنندگان نهایی و توزیع کنندگان (انبار و خرده فروش) و در نهایت به مشتری بکار می رود.

## ۲-۲- انبار و انبار داری

با توجه به تعریف زنجیره تأمین، انبار و انبارداری یکی از حلقه های اصلی آن می باشد. به هر محل و فضایی که بتوان انواع مواد اولیه قابل مصرف در ساخت، انواع محصولات قابل فروش، کالاهای نیم ساخته، قطعات و لوازم یدکی و تجهیزات و ماشین آلات، و ملزومات و هر گونه کالای مستعمل و اسقاطی را در آن به طور منظم و سیستماتیک برای مدت معین و یا نامعلوم نگهداری نمود، انبار اطلاق می شود[۵].

انبارداری عبارتست از دریافت کالا از خارج (از قسمت های مختلف شرکت یا دیگران) و نگهداری آن ها طبق نظم و اصولی که سهولت در تحویل دادن و تحویل گرفتن با صرف حداقل وقت و نیروی مورد نیاز را تضمین کند[۵].

## ۳-۲- برون سپاری

یکی از موارد مطرح شده در مبحث لجستیک که روز به روز توجه به آن افزایش می یابد، برون سپاری می باشد. برای برون سپاری تعاریف متعددی گفته شده است که به چند مورد از آن اشاره می شود:

برون سپاری را می توان طرح فعالیت ها به وسیله ارکان ثالث (مجلات تجاری)، قرار داد بستن کارا و سیستماتیک با سازمان های بیرونی برای خرید فعالیت[۶] و یا درجه پایینی از یکپارچه سازی عمودی در یک زنجیره تأمین تعریف نمود[۶].

واژه برون سپاری معمولاً هنگامی به کار برده می شود که شرکت ها اقدام به تجزیه فعالیت ها یا تجزیه عمودی می کنند. این واژه در پایان دهه ۱۹۸۰ درباره مقاطعه کاری (پیمانکاری) فرعی سیستم اطلاعات مدیریت ابداع و به کار گرفته شد. اگرچه در گذشته بسیاری از خدمات پیمانکاری مربوط به تولید قطعات یا سیستم اطلاعات می شد، اما در سال های اخیر بسیاری از وظایف دیگر در بخش های مختلف

<sup>1</sup>Supply chain management

<sup>2</sup>Douglas

<sup>3</sup>Chopra

<sup>4</sup>Miendel

<sup>5</sup>Ganeshan

<sup>6</sup>Terry

از قبیل خدمات اداری ، خدمات مشتری ، انبار و حتی امنیت برون سپاری شده است [۱].  
برون سپاری زمانی اتفاق می افتد که یک شرکت (مشتری) کل یا قسمتی از یک وظیفه کسب و کار داخل را به یک تدارک کننده خدمت خارجی (فروشنده) واگذاری می نماید.  
اما همانطور که پیش تر اشاره شد انبار به عنوان یکی از قسمت های اصلی زنجیره تأمین از بخش هایی است که برون سپاری آن صورت می گیرد . البته برون سپاری انبار با وجود مزایایی که دارد تصمیمی چالش برانگیز است و عوامل متعددی در آن دخیل هستند. بخش بعدی به این عوامل می پردازد.

### ۳- مزایا و ریسک های برون سپاری انبار

تصور اولیه در مورد برون سپاری انبار بدین گونه بود که تنها عامل هزینه را مدنظر قرار می دادند؛ اما رفته رفته توجه به عواملی نظیر تمرکز بر فعالیت های محوری ، ارزش های سازمانی، حفظ مزیت رقابتی در بازار نیز اهمیت پیدا کردند. از طرفی برون سپاری نباید بدون توجه کامل به ریسک و خطرات مربوط به آن باشد. در نتیجه عوامل مؤثر بر برون سپاری به دو دسته مزایا و ریسک ها تقسیم بندی می شوند.

#### ۳-۱- مزایای برون سپاری

این بخش به مزایای مربوط به برون سپاری انبار می پردازد. در این راستا سعی شده است که توضیحات کافی برای هر مورد ارائه شود. این مزایا عبارتند از:

- کاهش هزینه ها

کاهش هزینه ها از عمده ترین دلایل برون سپاری انبار می باشد. زیرا تامین کننده به دلیل استفاده از تکنولوژی ها، سیستم های نوین و نیز سرشکن شدن هزینه های ثابت انبار بین موجودی های شرکت های مختلفی که سیستم انبارهای خود را به تامین کننده سپرده اند می تواند خدمات را با هزینه پایین تری نسبت به وقتی که خود شرکت اداره این فعالیت را به عهده می گیرد ارائه کند [۸]. لذا این عامل بسته به اهمیت آن برای شرکت در مقایسه با سایر عوامل و نیز میزان کاهش هزینه در صورت برون سپاری می تواند نقش تعیین کننده ای در تصمیم شرکت داشته باشد. البته باید در نظر داشت که همیشه برون سپاری منجر به کاهش هزینه نمی شود و در بعضی مواقع هزینه ها را افزایش نیز می دهد و شرکت ها باید در مورد این عامل تامل کافی بکنند.

- تمرکز روی فعالیتهای محوری

کمتز شرکتی یافت می شود که فعالیت انبارداری و بخش های مربوط و زیرمجموعه آن برایش نقش محوری داشته باشد. لذا بسیاری از شرکت ها ترجیح می دهند انبارهای خود را برون سپاری کنند تا بتوانند توانایی های خود را روی فعالیت های محوری خود نظیر طراحی محصول و تولید آن متمرکز کنند [۹].

- کسب تکنولوژی های جدید

شرکت های پیشرو در راستای مکانیزاسیون و به روز کردن فعالیت های خود در بخش های مختلف، گاهی اوقات به تغییرات و تحولات اساسی در سیستم انبارهای خود نیاز دارند. لذا به فکر تغییرات و نوسازی در این قسمت می افتند. اما نکته اینجاست که این شرکتها بدین دلیل که خود متخصص در امر انبار و مسائل مربوط به آن نیستند لذا برای نوسازی سیستم خود باید وقت و هزینه زیادی صرف کنند که این مسئله در شرایط رقابتی امروزه چندان منطقی به نظر نمی رسد. اما راه دومی نیز برای این مسئله وجود دارد و آن برون سپاری انبار به یک تامین کننده می باشد. در این حالت بخشی از کارکنان شرکت به استخدام تامین کننده در می آیند و مهارت ها و تخصص های تامین کننده را فرا می گیرند و در پایان قرارداد به شرکت منتقل می کنند [۱]. لذا این عامل از عوامل مهم در مبحث برون سپاری است و بسته به اهمیت و نقش آن برای شرکت در تصمیم شرکت در فرآیند تصمیم گیری جهت برون سپاری انبار نقش مهمی ایفا می کند.

- اجتناب از سرمایه گذاری کلان

گاهی اوقات شرکت‌ها از لحاظ مالی در شرایطی نیستند که بتوانند هزینه‌های سرسام‌آور ساخت انبار، نگهداری و مدیریت یا توسعه آن را تقبل کنند، لذا مجبور می‌شوند دست به برون سپاری آن بزنند. همچنین به این عامل می‌توان از نظر دیگری نیز نگاه کرد و آن این است که شرکت با برون سپاری انبار و سپس فروختن دارائی‌های خود در این بخش درصدی از سرمایه را که خود را تبدیل به سرمایه در گردش می‌کند

- وجود شرایط مازاد

در برخی مواقع به دلایل متعدد نظیر فصلی بودن بازار یک محصول، نوسانات تقاضا برای آن و یا اختلال در روند عرضه، ممکن است انبارهای شرکت با مازاد موجودی مواجه شوند [۹]. لذا در چنین حالتی شرکت بین دو گزینه توسعه انبار و برون سپاری مازاد موجودی باید تصمیم‌گیری کند که این مسئله بسته به وضعیت شرکت، نوع و بازار محصول می‌تواند به برون سپاری یا عدم آن و یا ترکیبی بین این دو منجر شود.

### ۳-۲- ریسک‌های برون سپاری انبار

در برون سپاری نیز مانند هر تحول جدید در سازمان، یک سری معایب وجود دارد که اگر به آن‌ها توجه نشود، شرکت‌ها با مشکلات جدی روبرو می‌شوند. در این بخش به جای استفاده از واژه معایب از واژه ریسک‌ها استفاده می‌شود. بدین معنا که اگر شرکت‌ها برون سپاری انبار را با رعایت همه جوانب انجام دهند با مشکل مواجه نمی‌شوند. ولی اگر بدون ارزیابی و بررسی شرایط گوناگون مرتبط با برون سپاری اقدام به این کار کنند، در عمل با مشکلاتی روبرو می‌شوند. در این قسمت ریسک‌های برون سپاری انبار ذکر می‌شود.

- کاهش کنترل

برون سپاری به این معنی است که سازمانی اختیار یک فرآیند را به تامین‌کننده واگذار کند. کلید اصلی در تعریف فوق واگذاری کنترل می‌باشد. در نتیجه نظارت شرکت بر نحوه اجرای فرآیند کاهش می‌یابد [۱]. حال اگر تامین‌کننده نتواند مسئولیت انبارداری را به خوبی ایفا کند، شرکت با توجه به کاهش کنترل ناشی از برون سپاری خیلی دیر به این مشکل پی می‌برد. این موضوع یکی از مهمترین ریسک‌های برون سپاری می‌باشد. شرکت‌ها با اعمال کنترل از طریق مکانیزم‌ها و الگوهای کنترلی مناسب می‌توانند بر این ریسک غلبه کنند.

- دسترسی به اطلاعات استراتژیک

همه شرکت‌ها اطلاعاتی مربوط به خود و سیستم‌های زیرمجموعه‌شان دارند که ترجیح می‌دهند سایر شرکتها (رقبا) به آن دست نیابند. این اطلاعات از آن جهت اهمیت دارند که سایر شرکت‌ها با دستیابی به آن می‌توانند قدرت رقابتی شرکت مذبور را کاهش دهند [۸]. اهمیت این مسئله را می‌توان به وضوح در قسمت‌های مربوط به طراحی محصول و تولید آن دید. اما باید گفت نظیر چنین حالتی در قسمت انبار نیز وجود دارد، چراکه در این بخش نیز پاره‌ای از اطلاعات ممکن است برای شرکت اهمیت زیادی داشته باشد، نظیر حجم موجودی بعضی کالاهای خاص، سیستم انبارداری پیشرفته شرکت، اطلاعات مربوط به آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت و غیره. حال نکته اینجاست که با برون سپاری این فعالیت، تمام این اطلاعات و حتی در بعضی اوقات اطلاعات بخش‌های دیگر شرکت که با انبار در ارتباط تنگاتنگ هستند در اختیار تامین‌کننده قرار می‌گیرد و ممکن است تامین‌کننده در طول همکاری خود با شرکت یا پس از آن این اطلاعات را در اختیار رقبای شرکت قرار دهد. لذا این مسئله در تصمیم‌گیری شرکت به برون سپاری انبار نقش مهمی ایفا می‌کند.

- مشکلات پرسنلی

از مسائلی که می‌توانند سد بزرگی بر سر راه برون سپاری انبار باشد قراردادهایی است که شرکت با کارکنان فعلی خود در زمینه استخدام آن‌ها و شرایط و طول مدت آن و نیز برکناری آنها از کار بسته است. شرکت ممکن است مجبور شود در قبال اخراج این کارکنان هزینه‌های زیادی را متحمل شود که این مسئله را باید در هنگام تصمیم‌گیری به برون سپاری در نظر بگیرد.

- وضعیت تامین‌کنندگان

در بعضی مواقع شرکت نمی‌تواند در مرحله انتخاب، تامین‌کننده مناسبی را بیابد. لذا باید به بهترین گزینه اکتفا کند یا آن که دست به برون سپاری نزند. همچنین در پاره‌ای از موارد تامین‌کنندگان پس از عقد قرارداد به طور کامل به تعهدات خود عمل نمی‌کنند یا آن که

پس از مدتی مثلاً یک یا دو سال مشکلاتی برایشان پیش می‌آید که دیگر قادر نخواهند بود به وظایف خود عمل کنند. بروز این حالت می‌تواند اختلال جدی در سیستم کاری و برنامه ریزی های شرکت بوجود آورد و به عنوان یک ریسک در مسئله برون سپاری مطرح می‌شود. لذا در نظر گرفتن احتمال بروز این مسئله در آینده بر تصمیم شرکت بر برون سپاری انبار یا عدم آن تاثیر اساسی می‌گذارد.

- افزایش هزینه ها در طول اجرای قرارداد

افزایش غیرمنتظره در نرخ تورم یا عدم محاسبه دقیق هزینه ها در هنگام بستن قرارداد موجب می‌شود که هزینه های برون سپاری بیش از حد انتظار شود و شرکت را دچار مشکل کند [۸]. این مسئله در خیلی از قراردادهای برون سپاری انبار رخ می‌دهد و لذا شرکت باید به این مورد به عنوان یک عامل مهم در تصمیم گیری خود فکر کند.

#### ۴- مدل تصمیم گیری

فرآیند تصمیم گیری، انتخاب یک گزینه از میان گزینه های موجود برای حل یک مسئله مشخص می‌باشد. برای پاسخ به مسئله پیچیده ای نظیر برون سپاری انبار نیاز به یک روش تصمیم گیری با ویژگی های خاصی است. با توجه به معیارهای مختلفی که در فرآیند برون سپاری انبار بیان شد نیاز به یک مدل تصمیم گیری چند معیاره کاملاً احساس می‌شود. همچنین باید توجه داشت که بعضی از معیارها کاملاً متعارض می‌باشند و تنها با استفاده از یک روش مناسب می‌توان این تعارض ها را کنترل کرد.

در این مقاله از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> (AHP) استفاده می‌شود. استفاده از روش AHP مزایای زیر را به دنبال دارد:

- فرموله کردن مسأله به صورت سلسله مراتبی
- در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان
- انجام تحلیل حساسیت برای کسب اطمینان از مدل
- ارائه نتیجه نهایی به صورت کمی
- استفاده از تصمیم گیری گروهی

#### ۴-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) توسط توماس ال. ساعتی (۱۹۸۰) ارائه شد. این روش می‌تواند فرآیند معرفی، اندازه گیری، تجزیه و تحلیل، تقریب و تشخیص ارزش یک سیستم پیچیده را به راحتی انجام دهد. مراحل اجرای روش AHP شامل سه گام طراحی سلسله مراتب، محاسبه وزن عناصر در هر سطح و محاسبه ارزش آلترناتیوها است [۱۰].

#### ۴-۱-۱- طراحی سلسله مراتب

هدف از این گام، تعریف مسئله است. بدین منظور از درخت تصمیم استفاده می‌شود. درخت تصمیم شامل اجزای اصلی تصمیم گیری به صورت شماتیک است. این درخت شامل سه سطح است. سطح اول هدف از تصمیم گیری را بیان می‌کند. سطح دوم معیارهایی که تصمیم گیری براساس آن صورت می‌گیرد را بیان می‌کند. در این مدل معیارهایی که برون سپاری انبار بر اساس آن سنجیده می‌شود، پیش تر توضیح داده شد. در آخرین سطح آلترناتیوها قرار می‌گیرند. در این مدل سه آلترناتیو مطرح است:

- برون سپاری انبار به صورت کامل

<sup>1</sup> Analytic hierarchy process

- برون سپاری بعضی از انواع کالاهای انبار
  - عدم برون سپاری انبار
- در شکل ۱، درخت تصمیم مربوط به این مدل نشان داده شده است.

#### ۴-۱-۲- محاسبه وزن عناصر در هر سطح

این گام شامل سه مرحله تعیین ماتریس مقایسات جفتی، محاسبه بردار اولویت‌ها و اندازه‌گیری سازگاری ماتریس‌های مقایسات جفتی است.

الف) ماتریس‌های مقایسات جفتی: در این مرحله ماتریس مقایسات جفتی معیارها و ماتریس‌های مقایسات جفتی آلترناتیوها با توجه به هر معیار تشکیل داده می‌شود. مقایسه بر مبنای اهمیتی که معیارها یا آلترناتیوها نسبت به یکدیگر دارند انجام می‌شود. اعدادی که برای مقایسه استفاده می‌شود شامل:  $\frac{1}{9}, \dots, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, \dots, 8, 9$  می‌باشند. مفهوم این اعداد در جدول زیر نشان داده شده است.

ارزش	تفسیر
۱	اهمیت یکسان
۳	اهمیت ضعیف
۵	اهمیت قوی
۷	اهمیت خیلی قوی
۹	اهمیت قطعی
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ارزش‌های متوسط بین مقیاس‌های مجاور
معکوس اعداد بالا	اگر به فعالیت $i$ نسبت به فعالیت $j$ یکی از اعداد بالا تخصیص داده شده بود، برای اهمیت فعالیت $j$ نسبت به فعالیت $i$ از عکس عدد مزبور استفاده می‌شود.

به طور مثال اگر معیارها با  $C_1, C_2, \dots, C_n$  نشان داده شوند، ماتریس مقایسات جفتی با یک ماتریس  $n \times n$  مشخص می‌شود، به طوری که

$$A = (a_{ij}), (i, j = 1, 2, \dots, n), a_{ij} = a \rightarrow a_{ji} = \frac{1}{a}, i = j \rightarrow a_{ij} = 1$$

همچنین ماتریس مقایسات جفتی آلترناتیوها با توجه به هر معیار  $3 \times 3$  می‌باشد.

ب) محاسبه بردار الویت‌ها: در این مرحله با توجه به ماتریس‌های مقایسات جفتی، بردارهای الویت هر ماتریس تعیین می‌شود. نحوه محاسبه بردار اولویت  $A$  (بردار ویژه نرمال شده  $A$ ) در زیر آورده شده است.

$$AW = \lambda_{\max} \cdot W$$

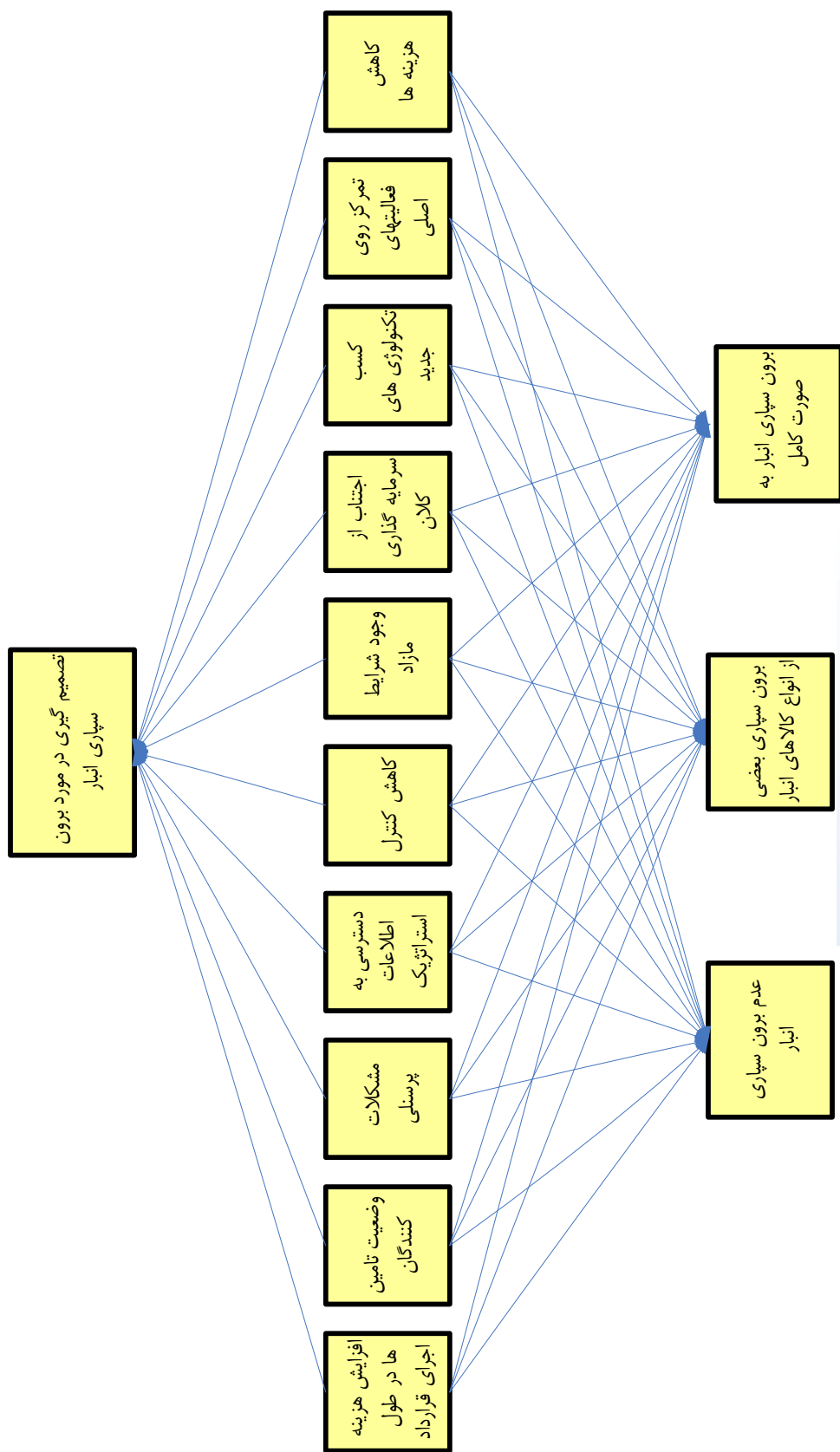
$\lambda_{\max}$ : بزرگترین مقدار ویژه ماتریس  $A$

$$W = (w_1, \dots, w_n), \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

ج) تعیین سازگاری ماتریس‌های مقایسات جفتی: سازگاری کامل ماتریس‌های مقایسات جفتی بدین معنی است که ماتریس تکمیل شده توسط تصمیم‌گیرنده از شرط زیر پیروی کند:

$$a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}, (i, j, k = 1, 2, \dots, n)$$

اما در عمل این امکان که ماتریس مقایسات جفتی سازگار نباشد، وجود دارد. لذا برای اینکه بتوان به اولویت‌های حاصله اطمینان کرد و این ناسازگاری را کنترل نمود نیاز به معیاری جهت محاسبه سازگاری هر ماتریس می‌باشد.



شکل 1. درخت تصمیم مدل برون سپاری انبار



در روش AHP برای تعیین میزان سازگاری از فاکتور نرخ سازگاری (C.R) استفاده می‌شود. در صورتی که C.R مربوط به یک ماتریس کمتر از ۰/۱ باشد، سازگاری آن ماتریس مقایسه پذیرفته می‌شود

#### ۴-۱-۳- محاسبه وزن آلترناتیوها

در این گام با توجه به بردارهای وزنی محاسبه شده برای آلترناتیوها در هر معیار و بردار وزنی مربوط به معیارها، امتیاز هر آلترناتیو محاسبه می‌شود و در نهایت آلترناتیوها براساس امتیازات خود، اولویت بندی می‌شوند.  
در این مدل ۳ آلترناتیو و ۱۰ معیار وجود دارد. فرض شود که  $c_i$  ( $i=1, \dots, 10$ ) وزن معیار  $i$  ام،  $P_{ij}$  ( $j=1, \dots, 3$  و  $i=1, \dots, 10$ ) وزن آلترناتیو  $j$  ام در مقابل معیار  $i$  ام باشد، آنگاه امتیاز آلترناتیو  $j$  ام از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$R_j = \sum_{i=1}^n C_i \cdot P_{ij}$$

#### ۴-۲- تصمیم گیری گروهی

برای فائق آمدن بر عدم قطعیت در پارامترهای ورودی مسئله، تصمیم گیری به صورت گروهی می‌تواند راهگشا باشد. بدین صورت که می‌توان نظرات کارشناسان چند متخصص در امر انبار و برون سپاری را دریافت کرد و برآیند نظرات آن‌ها را به عنوان تصمیم نهایی در هر مورد خاص در نظر گرفت.

روش‌های زیادی برای تصمیم گیری گروهی ارائه شده است. در بیشتر این روش‌ها هر تصمیم گیرنده نتیجه (تصمیم) نهایی خود را مستقل از بقیه اعلام می‌کند. سپس برآیند نتایج نهایی تصمیم گیرندگان به عنوان تصمیم نهایی انتخاب می‌شود، در حالی که اگر از روشی استفاده شود که در هر مرحله قضاوت‌های تصمیم گیرندگان با هم آمیخته شود، تصمیم گیری دقیق‌تر خواهد بود.

از قابلیت‌های بسیار مهم AHP توانایی تصمیم گیری به صورت گروهی است. AHP از روش دوم برای در نظر گرفتن قضاوت‌های تصمیم گیرندگان استفاده می‌کند. در این روش پس از این که هر کدام از ماتریس‌ها توسط کارشناسان مربوط پر شدند، به کمک میانگین گرفتن از نظرات تصمیم گیرندگان، ماتریس نهایی مربوط به هر نوع مشخص می‌شود. این ماتریس بیانگر نظرات گروه تصمیم گیری می‌باشد [۱۰].

برای محاسبه میانگین مورد نظر برای هر عدد درون ماتریس باید از میانگین هندسی استفاده کرد و استفاده از میانگین حسابی درست نخواهد بود. چرا که در هر ماتریس مقایسات جفتی اعداد مثلث پایین و بالا با هم نسبت عکس دارند و در صورتی که از میانگین هندسی استفاده شود این خاصیت ماتریس خدشه دار نخواهد شد.

همچنین با وزن دادن به نظر هر کدام از کارشناسان می‌توان تأثیر آن را در تصمیم نهایی کم یا زیاد کرد. از رابطه زیر جهت بدست آوردن ماتریس گروهی استفاده می‌شود:

$$w_{ij} = \left( \prod_{k=1}^m w_{ijk} \right)^{\frac{1}{m}}, \sum_{k=1}^m w_k = 1$$

در این رابطه  $m$  نشان دهنده تعداد تصمیم گیرندگان است و  $w_k$  وزن هر کدام از تصمیم گیرندگان را بیان می‌کند.

#### ۴-۳- تحلیل حساسیت

یکی از فرضیات کلیه روش‌های رتبه بندی چند معیاری این است که مقادیر تخصیص داده شده برای وزن معیارها، مقادیری معین و

قطعی هستند. این فرض در مدل برون سپاری انبار نیز صادق است. از طرفی مقدار هر پارامتری که در مدل به کار می رود صرفاً یک نوع برآورد می باشد. این برآوردها بر پایه اطلاعات کارشناسان انجام می شود که در بعضی از موارد دقیق نمی باشند یا در بازه های زمانی مختلف تغییر می کنند.

لذا بررسی تأثیر تغییرات پارامترهای به کار گرفته شده در مدل که تحلیل حساسیت نام دارد ضروری می باشد. برای تحلیل حساسیت نتایج گرفته شده مربوط به روش AHP، می توان از نرم افزار Expert Choice استفاده کرد. در این نرم افزار نمودارهای متفاوتی جهت تحلیل حساسیت ارائه شده اند. در این نمودارها با تغییرات منطقی وزن معیارهای به کار گرفته شده در مدل، تغییرات احتمالی در اولویت بندی آلترناتیوها نشان داده می شود.

## ۵- نتیجه گیری

سازمان های امروزی با توجه به رقابتی شدن فضای بازار، سرعت پیشرفتهای تکنولوژیک و تلاش برای کسب سهم بیشتر از بازار، نگاه خود را به انجام فعالیتهای زیر مجموعه شان تغییر داده اند. آنها به این مسئله پی برده اند که برای تداوم فعالیت خود در چنین فضایی باید بیشتر بر مزیت های رقابتی خود تکیه کنند، سرمایه های خود را در جای مناسب هزینه کنند و تعامل موثر با سایر شرکتهای داشته باشند. آنها دریافته اند که برای ماندگاری باید چابکتر شوند.

برون سپاری فعالیت ها، رویکردی اساسی در جهت پاسخگویی به نیازهای مطرح شده است. شرکت ها با سپردن فعالیت های خود به تامین کنندگان در این راه قدم بر می دارند. انبار به عنوان یکی از بخشهای اصلی زنجیره تامین از این قاعده مستثنی نبوده است. این مقاله، به برون سپاری انبار به عنوان رویکردی استراتژیک که در دهه های اخیر مورد توجه بیشتر شرکت ها قرار گرفته است پرداخته است.

اما تصمیم گیری در ارتباط با برون سپاری انبار به دلیل عوامل متعددی که بر آن اثر می گذارند امری چالش برانگیز است. همچنین نگاه به مسئله تصمیم گیری در ارتباط با برون سپاری انبار بیشتر تجربی بوده و کمتر از یک انسجام و جامع نگری علمی بهره برده است و لذا تاکنون بسیاری از موارد برون سپاری انبار تاکنون ناموفق بوده است.

این مقاله در ابتدا به بررسی عوامل موثر بر برون سپاری انبار اعم از مزایا و ریسکهای آن و تشریح آنها می پردازد. سپس روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را برای تصمیم گیری در مورد برون سپاری انبار انتخاب می کند. این روش امکان در نظر گرفتن همزمان معیارهای کمی و کیفی موثر بر مسئله را فراهم می کند، قابلیت تصمیم گیری گروهی را داراست، نتایج بدست آمده را به صورت کمی ارائه می دهد و با توجه به وجود نرم افزار قدرتمندی چون Expert Choice برای کار با AHP به عنوان ابزار موثری جهت تصمیم گیری در ارتباط با برون سپاری انبار قابل استفاده می باشد.

## تشکر و قدردانی

در پایان از جناب آقای دکتر محمد مدرس یزدی استاد دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف و جناب آقای مهندس محمود دودانگه رئیس کمیته جامع لجستیک در مرکز مطالعات و پژوهش های لجستیک که در نوشتن این مقاله به ما یاری رساندند تشکر می نمایم.

## منابع و مراجع

1. Greaver, Maurice F., "Strategic Outsourcing: A Structural Approach to Outsourcing Decisions and Initiatives", AMACOM, 1999.



2. Douglas, M. James, R. Stock, and Lisa, M. Ellram, "Fundamentals of Logistics Management", McGraw-Hill, 1998
3. Chopra, Sunil, and Meindel, Peter, "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations", Prentice-Hall Inc., 2001
4. Ganeshan, Ram, and Harrison Terry P., "An Introduction to Supply Chain Management", Department of Management Science and Information Systems, 303 Beam Business Building, Penn State University, University Park, PA, 1995
5. علمی، حسینعلی، "مدیریت انبار"، سازمان مدیریت صنعتی، ۱۳۷۶
6. Kakabadse, A, Kakabadse, N, Trends in outsourcing: Contrasting USA and Europe: European management Journal: Vol 20, no.2, 2002.
7. Momme, J, Framework for outsourcing manufacturing: strategic and operational implications: computer in industry: Vol 49, 2002.
8. Bragg, Steven M., "Outsourcing", John Wiley & Sons, 1998.
9. Milgate, Michael, "Alliances, Outsourcing And the lean organization", Quorum Books, 2001.
10. Saaty, Thomas L., "Fundamentals of decision making and priority theory", McGraw-Hill, 1994.