

طراحی مدل سلسله مراتبی زنجیره عرضه (مورد: مجتمع صنایع لاستیک یزد)

سید حبیب اله میرغفوری^۱، میرمهدی سید اصفهانی^{۲*}، عادل آذر^۳

۱- دانشجوی دکترای مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۳- دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در سالهای اخیر، سازمانها به علت مواجه شدن با چالشهای عمده در مدیریت، توجه خاصی به زنجیره عرضه و مدیریت آن مبذول داشته‌اند. در این مقاله سعی شده است تا با ارائه یک مدل سلسله مراتبی در مورد زنجیره عرضه و اجرای آن در مجتمع صنایع لاستیک یزد، گامی هر چند کوچک در گسترش و کاربردی کردن آن برداشته شود. مدل این تحقیق در سه سطح استراتژیک، تاکتیکی و عملیاتی طراحی شده است. در سطح استراتژیک، ابتدا عرضه‌کنندگان و مراکز توزیع مورد شناسایی واقع شده و ضریب اهمیت آنها مشخص گردیده است. در سطح تاکتیکی مدل، چند هدف برای برنامه‌ریزی جامع خرید، تولید و توزیع ارائه شده است که وضعیت بهینه را در یک دوره ۲ ماهه مشخص می‌کند. در مدل سطح عملیاتی نیز با هدف حداقل کردن هزینه‌های زنجیره، برنامه‌های ماهیانه تدارکات، تولید و توزیع به‌دست می‌آید. با اجرای مدل در شرکت مورد مطالعه و مقایسه آن با وضع موجود، کارایی آن مورد تأیید قرار گرفت.

کلید واژه‌ها: زنجیره عرضه، مدیریت زنجیره عرضه، مدل سلسله مراتبی

۱- مقدمه

در سالهای اخیر، تمامی سازمانهای موجود در جهان با چالشهای متعددی روبه‌رو شده‌اند. این سازمانها از یک سو به علت تغییر مداوم در نیازهای مشتریان باید سیاست تولید بر اساس مشتری را دنبال کنند و از سوی دیگر به علت رقابت شدید، محصولات خود را با قیمت پایین و کیفیت بالا به مشتریان عرضه کنند. این مسائل باعث شده است تا اتخاذ



تصمیمات بهینه و کارا در درون سازمان، نتواند به تنهایی راه را برای موفقیت یک سازمان هموار کند، بلکه کارا بودن سیستمهای کلیه سازمانهای پایین دستی^۱ و بالادستی^۲ تأثیر مستقیمی بر کامیابی سازمان در رسیدن به اهداف دارد. این دیدگاه نهایتاً منجر به پیدایش مفهوم جدیدی در مدیریت عملیات در دهه اخیر شده که به زنجیره عرضه^۳ معروف است. در این مفهوم، کلیه مراحل که به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم در برآورده ساختن نیازهای مشتریان سهیم هستند در یک زنجیره مرتبط با هم قرار می‌گیرند و به عنوان یک سیستم به آن نگریسته می‌شود [۱، ص ۴].

زنجیره عرضه درحقیقت شبکه‌ای است که عرضه‌کنندگان^۴ مواداولیه، مراکز تولید، عمده فروش‌ها و مراکز توزیع، خرده فروش‌ها، مناطق مشتریان^۵ و مشتریان نهایی محصولات را در بر می‌گیرد. در مدیریت زنجیره عرضه، هدف، بهینه‌سازی کلیه تصمیماتی است که در طول این زنجیره به وقوع می‌پیوندد. به طور کلی، این تصمیمات در زمینه سه زیر سیستم کلی ۱- تدارکات^۶، ۲- تولید، ۳- توزیع اتخاذ می‌شود. در سیستمهای سنتی برنامه‌ریزی، هر یک از اعضای یک زنجیره عرضه به طور مستقل و مجزا سعی در بهینه‌سازی تصمیمات خود می‌کند. از دیدگاه صاحب‌نظران مدیریت زنجیره عرضه، این امر نه تنها موجب بهینه‌سازی کل زنجیره عرضه نخواهد شد، بلکه گاه باعث ایجاد ناهماهنگیهایی میان این واحدها می‌شود، در صورتی که در مدیریت زنجیره، این تصمیمات به صورت یکپارچه و هماهنگ اتخاذ می‌شود و ضمن بهینه‌سازی تصمیمات در کل اعضای زنجیره عرضه، باعث کاهش قابل توجهی در هزینه‌های تدارک و تحویل یک محصول به مشتری نهایی می‌گردد. نمونه‌های متعددی از اجرای موفق این مفهوم در کشورهای پیشرفته در ادبیات تحقیق وجود دارد [۲، صص ۱-۱۵].

در کشور ما هنوز دیدگاه سنتی در برنامه‌ریزی عملیات واحدهای دخیل در تهیه و تدارک یک محصول حاکم است و واحدهای تشکیل‌دهنده زنجیره عرضه یک محصول هر کدام به



1. downstream
2. upstream
3. supply chain
4. suppliers
5. wholesaler
6. distribution centers
7. retailers
8. customer zones
9. procurement

طراحی مدل سلسله مراتبی زنجیره عرضه ...

تنهایی در راستای بهینه‌سازی منافع خود تصمیماتی اتخاذ می‌کنند. این امر در اکثر مواقع باعث افزایش هزینه‌های زنجیره، افزایش قیمت تمام شده محصول و در نتیجه کاهش قابل ملاحظه توان رقابتی شرکتها در صحنه رقابت بین الملل خواهد شد. لذا سازمانها و شرکتهای داخلی باید تلاش بیشتری در راستای گسترش و کاربردی کردن این مفهوم جدید مطرح شده در مدیریت عملیات کرده، از مزایایی که استفاده از این شیوه جدید در عمل به جای می‌گذارد، بهره‌مند شوند.

یکی از صنایع مهم و تقریباً زیر بنایی کشور، صنایع لاستیک‌سازی است؛ چرا که خود این صنعت در بسیاری موارد تغذیه کننده سایر صنایع است. این صنعت هم اکنون از طرف شرکتهای سایر کشورها، به ویژه کشورهای جنوب شرق آسیا و هند مورد تهدید جدی واقع شده است؛ چرا که این شرکتها، محصولات خود را در کیفیتهای مشابه ولی با قیمتهای پایین‌تر به بازارها، خاصه بازارهای داخلی ایران عرضه می‌کنند. با این وضعیت، موفقیت این صنایع بستگی به تلاش شرکتها در کاهش هزینه‌ها دارد. یکی از روش‌های کاهش هزینه‌ها، استفاده از مفاهیم جدید مدیریتی، به ویژه مدیریت زنجیره عرضه در عمل است.

در مجتمع صنایع لاستیک یزد- که یکی از شرکتهای بزرگ تولید کننده مصنوعات لاستیکی است- همانند اکثر صنایع تولیدی ایران، برنامه‌ریزیهای مرتبط با تدارک مواد اولیه از عرضه‌کنندگان، تولید محصولات و توزیع محصولات به مراکز توزیع و مشتریان نهایی به صورت مجزا از یکدیگر انجام می‌شود. این موضوع و همچنین خصوصیات این مجتمع، همانند سیستم تولید دسته‌ای، توزیع محصولات تنها از طریق نمایندگیهای فروش و ... که باعث شده زنجیره عرضه این صنعت زنجیره کاملی باشد، محققین را بر آن داشت تا یک مدل سلسله مراتبی در جهت مدیریت و بهینه‌سازی زنجیره عرضه این مجتمع ارائه کرده، ضمن اثبات قابلیت‌های آن، زمینه‌های کاربردی کردن آن را در سایر صنایع نیز به وجود آورند. بدین ترتیب سؤالات اصلی تحقیق به شرح زیر است:

- ۱- نوع مدل متناسب با برنامه‌ریزی زنجیره عرضه مجتمع صنایع لاستیک یزد چیست؟
 - ۲- مدل برنامه‌ریزی زنجیره عرضه مجتمع صنایع لاستیک یزد کدام جنبه‌های مدیریت زنجیره عرضه را در برمی‌گیرد؟
- فرضیات متناسب با سؤالات به شرح زیر است:

- ۱- مدل متناسب با برنامه‌ریزی زنجیره عرضه مجتمع صنایع لاستیک یزد، مدلی تجزیه‌پذیر است.



۲- مدل متناسب با برنامه‌ریزی زنجیره عرضه مجتمع صنایع لاستیک یزد، جنبه‌های منبع‌یابی، انتخاب مراکز توزیع، زمان‌بندی تولید و توزیع و پردازش سفارشها را در بر می‌گیرد.

۲- مدیریت زنجیره عرضه

در این قسمت، ضمن بیان مفهوم مدیریت زنجیره عرضه، بعضی از تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده‌اند، به اختصار معرفی خواهند شد.

الف- مدیریت زنجیره عرضه و اهداف آن

مدیریت زنجیره عرضه، وظیفه برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل کارآمد جریان مواد اولیه، موجودیهای در جریان ساخت، محصولات نهایی و همچنین جریان اطلاعات مرتبط با آن- از نقطه اولیه تا نقطه مصرف- را با هدف تأمین نیازهای مشتریان برعهده دارد [۲، ص ۵۲۸]. مدیریت زنجیره عرضه دارای اهداف متعددی به شرح زیر است:

الف- حداقل کردن هزینه‌های مربوط به زنجیره در راستای تأمین تقاضاهای مشتریان. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های مواد اولیه، هزینه تولید محصولات، هزینه مراکز توزیع، هزینه حمل و نقل مواد اولیه به مراکز تولید و محصولات نهایی به مراکز توزیع و همچنین هزینه‌های نگهداری موجودی در مراکز مختلف است [۴].

ب- حداکثر ساختن جریان کالاها میان شبکه زنجیره عرضه. این هدف باعث می‌شود تا هزینه نهایی محصولات تولیدی کاهش یابد.

ج- برآورده ساختن تقاضای مشتریان. این هدف توانایی یک سازمان در تحویل سفارشهای مشتریان در زمان مقرر و به مقدار مشخص را نشان می‌دهد.

د- انعطاف پذیری. این به معنای توانایی زنجیره عرضه در ایجاد تغییر در ستاده‌های خود متناسب با تغییراتی است که در تقاضاهای مشتریان به وجود می‌آید [۵، صص ۴۲-۴۳].

در راستای تحقق اهداف فوق، مدیریت زنجیره عرضه باید تصمیماتی را در طول این زنجیره اتخاذ کند. بعضی از این تصمیمات عبارتند از [۶، صص ۲۱۹-۲۲۶]:

الف- انتخاب عرضه‌کنندگان مواد اولیه با معیارهای علمی و اولویت بندی آنها،

ب- مکان‌یابی^۱ مراکز تولید و تعیین ظرفیت تولیدی این مراکز،



- ج- مکان‌یابی و تعیین محل مراکز توزیع و اولویت‌بندی آنها،
د- تعیین مقدار و ترکیب مواد اولیه‌ای که باید از هر عرضه‌کننده در طی یک دوره دریافت شود،
ه- تعیین مقدار و ترکیب تولید در هر کدام از مراکز تولید در طی یک دوره،
و- تعیین مقدار و ترکیب محصولات ارسالی به هر کدام از مراکز توزیع و مناطق مشتریان در طی یک دوره،
ز- تعیین مقدار و دوره تناوب اقتصادی تولید در هر کدام از مراکز تولید،
ح- تعیین مقدار و دوره تناوب اقتصادی خرید مواد اولیه،
ط- مدیریت موجودیها در طول زنجیره عرضه،
و- ...

ب- تحقیقات انجام شده

تحقیقات بسیار زیادی در زمینه مدیریت زنجیره عرضه انجام شده است. این تحقیقات از لحاظ جنبه‌های مورد مطالعه با هم متفاوت هستند. بعضی از این تحقیقات به تصمیمات استراتژیک زنجیره عرضه، همانند مکان‌یابی مراکز تولید و توزیع و انتخاب عرضه‌کنندگان مواد اولیه پرداخته‌اند. بعضی نیز جنبه‌های تاکتیکی یا عملیاتی زنجیره عرضه را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در معدودی از تحقیقات نیز ترکیبی از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. بعضی از مهمترین تحقیقات انجام شده به شرح زیر است:

الف- کوهن^۱ و لی^۲ از جمله اولین افرادی هستند که با ارائه مدل‌های برنامه‌ریزی تولید/توزیع^۳، زمینه‌های پرداختن به مدلسازی زنجیره عرضه را فراهم کردند. مدلی که توسط کوهن و لی ارائه شد، مدلی قطعی با تابع هدف حداقل کردن هزینه و به صورت دوره‌ای یک ساله در سطح استراتژیک است. این مدل به صورت برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح طراحی شده است و در جستجوی تعیین تعداد و مکان بهینه مراکز توزیع، بهبود جریان مواد اولیه، تعیین مکان مراکز تولید و ظرفیتهای بهینه هر کدام از این مراکز و نهایتاً تخصیص مشتریان به هر کدام از این مراکز توزیع است [۷، صص ۲۱۶-۲۲۸].

1. Cohen

2. Lee

3. production/distribution

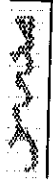


ب- برون^۱، گریوز^۲ و هانکزارنکو^۳ با ارائه مدلی از نوع برنامه‌ریزی مختلط صفر و یک، جهت مدلسازی یک سیستم تولید- توزیع چند محصولی گام برداشتند. در مدل ارائه شده توسط آنها، هدف، تعیین مکان مراکز تولید، و همچنین مراکز توزیع، ظرفیت مراکز توزیع، مقدار تولید در هر مرکز تولید و نهایتاً تعیین مقدار محصولات ارسالی از هر کدام از مراکز تولید به مراکز توزیع بود. آنها جهت حل مدل ارائه شده از یکی از تکنیکهای تجزیه استفاده کردند [۸، صص ۱۴۸۰-۱۴۹۶].

ج- کوهن و مون^۴ با ارائه مدلی ریاضی برای بهینه‌سازی زنجیره عرضه تلاش کردند. در مدل آنها، تابع هدف حداقل کردن جمع هزینه‌های کل زنجیره است. در این مدل، محدودیتهای ارائه شده مربوط به تقاضای محصولات، عرضه مواد اولیه از سوی عرضه‌کنندگان، ظرفیت تولید هر کدام از مراکز تولید، ظرفیت فروش هر کدام از مراکز توزیع، ساختار شبکه تولید و توزیع و نهایتاً مناطق مشتریان است. آنها به علت بزرگ بودن مقیاس مدل ایجاد شده و همچنین ماهیت مدل که از نوع صفر و یک است، با استفاده از تکنیک تجربه بندر، مدل را به دو مسأله فرعی (مسأله خطی و مسأله صفر و یک) تقسیم و مدل را حل کردند [۹، صص ۲۶۹-۲۹۲ و ۱۰، صص ۲۶۶-۲۷۹].

د- آرنترن^۵، برون، هاریسون^۶ و ترافتون^۷ یک مدل یکپارچه^۸ زنجیره عرضه برای شرکتهای بزرگ بین‌المللی ارائه دادند. در مدل ارائه شده توسط آنها، دو تابع هدف وجود دارد. اولین تابع هدف برای حداقل کردن هزینه‌های کل زنجیره است و دومین تابع هدف، مدت زمانی را که طول می‌کشد تا یک محصول به دست مشتری برسد حداقل می‌کند. در مدل یکپارچه آنها، محدودیتهای شامل محدودیتهای پوشش دادن تقاضاها، ظرفیت عرضه‌کنندگان در ارائه مواد اولیه، ظرفیت تولید مراکز تولید و نهایتاً ظرفیت فروش هر کدام از مراکز توزیع است. آنها مدل خود را به صورت چند دوره‌ای ارائه داده‌اند [۱۱، صص ۶۹-۹۳].

ه- سبری^۹ و بیمون^{۱۰} یک مدل چند هدفه جهت بهینه‌سازی تصمیمات زنجیره عرضه



1. Brown
2. Graves
3. Honzorenco
4. Moon
5. Arntzen
6. Harrison
7. Trafton
8. integrated model
9. Sabri
10. Beamon

ارائه داده‌اند. آنها در مدل خود به برنامه‌ریزی در دوسطح استراتژیک و عملیاتی پرداخته‌اند. در این مدل در سطح استراتژیک، سه هدف به شرح حداقل کردن هزینه کل زنجیره عرضه، حداکثر کردن نرخ برآورده ساختن تقاضاهای مشتریان و نهایتاً حداکثر کردن انعطاف‌پذیری در مقدار و زمان تحویل مواد اولیه و محصولات وجود دارد. در مدل سطح استراتژیک محدودیتها عبارتند از: محدودیت‌های عرضه مواد خام، ظرفیت تولید هر کدام از مراکز تولید، ظرفیت انبارها و مراکز توزیع و مقدار تقاضاهای مشتریان. سبری و بیمنون با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از سطح استراتژیک با استفاده از فرمولهای تعیین مقادیر اقتصادی با هدف حداقل کردن هزینه، مقادیر بهینه خرید، تولید و توزیع و همچنین دوره تناوب آنها را مشخص کرده‌اند [۱۲، صص ۵۸۱-۵۹۸].

و- کورپلا^۱ و لهموسورا^۲ با استفاده از ترکیب مدل‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی ساعتی و همچنین برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح کوشیدند مدلی جهت ارزیابی و طراحی شبکه انبارها و مراکز توزیع ارائه کنند. آنها با استفاده از تعیین برخی معیارها، انبارهای توزیع را ارزیابی کرده، با وارد کردن ضرایب اهمیت به‌دست آمده در مدل مختلط عدد صحیح، انتخاب یا عدم انتخاب انبارهای توزیع را مشخص می‌کنند. تابع هدف در مدل عدد صحیح آنها از نوع حداکثر کردن ترجیحات به‌دست آمده از مرحله قبل است [۱۳، صص ۱۲۵-۱۴۶].

ز- لی و برین^۳ در کار خود با عنوان مدل یکپارچه کارایی زنجیره عرضه، بر خلاف اکثر تحقیقات که فقط حداقل کردن هزینه را به عنوان تابع هدف در نظر گرفته‌اند، هدف را حداکثر کردن کارایی و اثربخشی قرار داده‌اند. کارایی و اثربخشی در مدل آنها بر اساس چهار معیار سود، عملکرد طبق زمانهای تحویل، سرعت در تحویل و کاهش ضایعات سنجیده می‌شود. آنها برای تحلیل عملکرد زنجیره عرضه، یک سیستم دو سطحی ارائه داده‌اند؛ به این ترتیب که در سطح زنجیره یا استراتژیک، انتخاب بهترین استراتژی و در سطح عملیاتی، بهینه‌سازی فعالیت‌های زنجیره را مد نظر قرار داده‌اند [۱۴، صص ۱۴۷-۱۵۷].

ح- گوپتا^۴، ماراناس^۵ و مکدونالد^۶ نیز مدلی با عنوان برنامه‌ریزی میان مدت در زنجیره عرضه ارائه دادند. آنها در مدل خود تقاضاها را به صورت احتمالی فرض و از برنامه‌ریزی



احتمالی استفاده کردند. در مدل ارائه شده توسط آنها، هدف، حداقل کردن هزینه‌های زنجیره عرضه است و محدودیتها نیز مربوط به برآورده ساختن تقاضاهای مشتریان و ظرفیت مراکز در نظر گرفته شده است [۱۵، صص ۲۶۱۳-۲۶۲۱].

ط- لی، ها^۱ و کیم^۲ مدلی را با عنوان فرایند مدیریت مؤثر عرضه‌کنندگان ارائه داده، انتخاب عرضه‌کنندگان را در قالب این مدل انجام دادند. آنها در این مدل با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی ساعتی با معرفی معیارهای انتخاب عرضه‌کنندگان، ضریب اهمیت عرضه‌کنندگان را تعیین و آنها را رتبه بندی کردند [۱۶، صص ۳۰۷-۳۱۸].

به علت تنوع و گستردگی تصمیماتی که در مدیریت زنجیره عرضه اتخاذ می‌شود، مدل‌های حاصل از فرموله کردن زنجیره عرضه، مدل‌های بزرگ و پیچیده ای می‌شود. لذا اکثر محققین، تحقیقات خود را از ابعاد مختلفی محدود کرده‌اند که برخی از آنها عبارتند از:

الف- محدودیت در جنبه‌های مورد مطالعه زنجیره عرضه: به عنوان مثال از میان تحقیقات ذکر شده، کوهن و لی [۷، صص ۲۱۶-۲۲۸] و برون و همکارانش [۸، صص ۱۴۸۰-۱۴۹۶]. تنها برنامه‌ریزی تولید/توزیع را مورد بررسی قرار داده‌اند. کورپلا و لهموسوارا [۱۲، صص ۱۳۵-۱۴۶]. تنها ارزیابی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع و انبارها، و لی و همکارانش [۱۶، صص ۳۰۷-۳۱۸]. فقط ارزیابی عرضه‌کنندگان و فرایند تدارک مواد اولیه را مطالعه کرده‌اند.

ب- بعد زمانی مورد مطالعه (استراتژیک، تاکتیکی و عملیاتی): بسیاری از محققین، تحقیقات خود را به مطالعه تنها یک بعد زمانی در برنامه‌ریزی محدود کرده‌اند که به عنوان مثال می‌توان به مطالعه بعد تاکتیکی در تحقیق کوهن و لی [۷، صص ۲۱۶-۲۲۸]، بعد عملیاتی در مطالعات آرنترن و همکارانش [۱۱، صص ۶۹-۹۳]. و کورپلا و لهموسوارا [۱۲، صص ۱۳۵-۱۴۶] و بعد استراتژیک در تحقیق لی و همکارانش [۱۶، صص ۳۰۷-۳۱۸]. اشاره کرد. تنها در تحقیق سبری و بیمون [۱۲، صص ۵۸۱-۵۹۸]. به برنامه‌ریزی زنجیره عرضه در دو سطح تاکتیکی و عملیاتی پرداخته شده است.

ج- هدف و معیارهای محدود در برنامه‌ریزی: در اکثر تحقیقات انجام شده، همانند تحقیقات کوهن و لی [۷، صص ۲۱۶-۲۲۸]، برون و همکارانش [۸، صص ۱۴۸۰-۱۴۹۶]، کوهن و مون [۹، صص ۲۶۹-۲۹۲ و ۱۰، صص ۲۶۶-۲۷۹]، گوپتا و همکارانش [۱۵، صص

1. Ha
2. Kim

۲۶۱۳-۲۶۲۱] تنها یک هدف و آن هم حداقل کردن هزینه‌ها در نظر گرفته شده است. در تحقیقاتی که در سالهای اخیر انجام شده است، با در نظر گرفتن بیش از یک هدف در برنامه‌ریزی زنجیره عرضه، مدل‌های واقعی‌تری ارائه شده‌اند که از آن میان می‌توان به مدل‌های آرنتزن و همکارانش [۱۱، صص ۶۹-۹۳] و سبری و بیمون [۱۲، صص ۵۸۱-۵۹۸] اشاره کرد.

با توجه به موارد فوق، در این تحقیق سعی شده است تا با بررسی نقاط ضعف و قوت تحقیقات مشابه، مدلی جامع و واقعی برای برنامه‌ریزی زنجیره عرضه مجتمع صنایع لاستیک یزد ارائه شود. جهت پرهیز از پیچیدگی بیش از حد مدل، استفاده از مدل تجزیه پذیر پیشنهاد گردیده است.

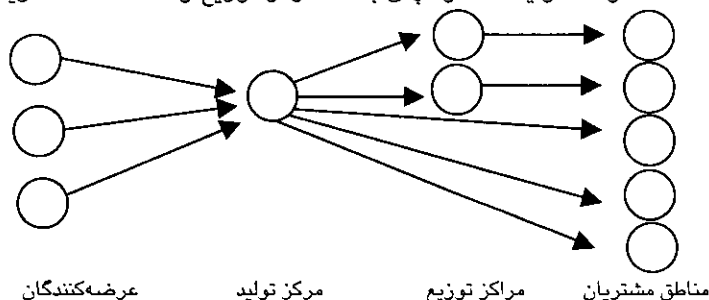
۳- طراحی مدل سلسله مراتبی زنجیره عرضه

در این قسمت، مراحل طراحی مدل سه سطحی سلسله مراتبی زنجیره عرضه شرکت مورد مطالعه را بیان کرده، مدل‌های مورداستفاده در هر سطح را به تفصیل توضیح می‌دهیم.

الف- شناسایی زنجیره عرضه شرکت مورد مطالعه

در این مرحله، پس از جمع‌آوری اطلاعات راجع به مواد اولیه مورد استفاده شرکت، عرضه‌کنندگان این مواد اولیه، محصولات تولیدی و مراکز توزیع، زنجیره عرضه شرکت مورد مطالعه، همانند شکل شماره ۱ طراحی گردید.

در این زنجیره ۶ خانواده مهم از مواد اولیه، از ۱۶ عرضه‌کننده داخلی و خارجی تأمین می‌شود که این مواد اولیه مستقیماً به محل کارخانه تولیدی این شرکت حمل می‌شوند. در محل کارخانه، محصولات تولید شده و سپس به ۱۵ مرکز توزیع و ۱۸ منطقه مشتریان ارسال



شکل ۱ زنجیره عرضه شرکت مورد مطالعه



می‌شود. مراکز توزیع مراکزی هستند که محصولات تولیدی شرکت در آنجا به صورت عرضه مستقیم به مشتریان عرضه می‌شود. مناطق مشتریان محلهایی هستند که مشتریان نهایی در آنجا قرار دارند و توسط خرده فروشها محصولات نهایی به آنها عرضه می‌شود.

ب- طراحی ساختار مدل سلسله مراتبی

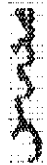
به علت تنوع تصمیماتی که در مدیریت زنجیره عرضه اتخاذ می‌شود، مدل حاصل از فرموله کردن زنجیره عرضه، مدلی بزرگ و پیچیده می‌شود. لذا تجزیه این مسأله به چند مسأله فرعی باعث خواهد شد تا علاوه بر کاهش پیچیدگی مسأله به مزایای دیگری نیز دست یافت. این مزایا عبارتند از: کاهش زمان انجام محاسبات و در نتیجه نیاز به حافظه کمتری از سیستم، متناسب بودن هر کدام از مسائل فرعی با یکی از سطوح زنجیره عرضه و نهایتاً نزدیک شدن مدل‌های ساخته شده به واقعیت. لذا در طراحی ساختار مدل زنجیره عرضه شرکت مورد مطالعه، یک ساختار ۳ سطحی طراحی گردید. این ۳ سطح به ترتیب از افق زمانی بلند مدت به کوتاه مدت عبارتند از:

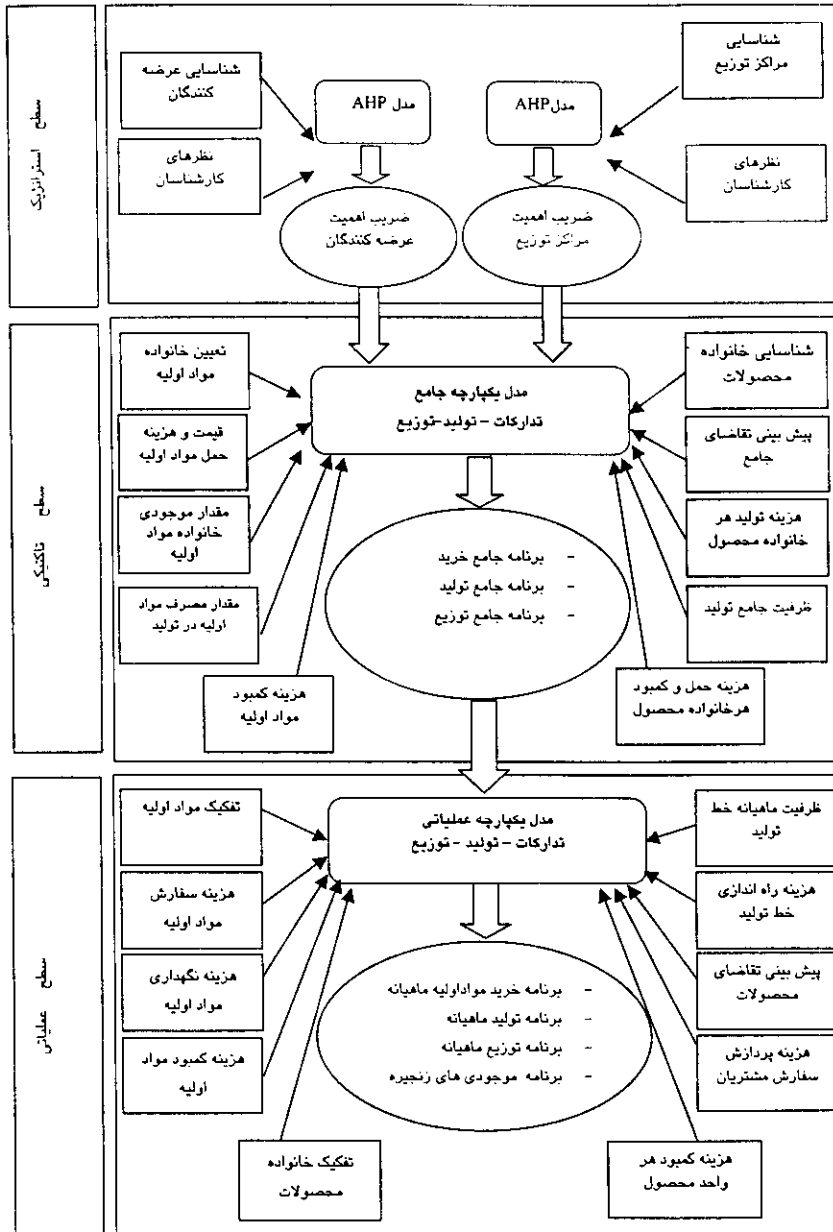
الف- سطح استراتژیک: سطحی است که در آن، عرضه‌کنندگان و همچنین مراکز توزیع مورد شناسایی قرار گرفته و با تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب، ضریب اهمیت آنها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی مشخص شده است.

ب- سطح تاکتیکی: در این سطح در یک دوره t ماهه (در شرکت مورد مطالعه ۳ ماهه در نظر گرفته شده است) ترکیب و مقدار خرید هر کدام از خانواده‌های مواد اولیه از هر عرضه کننده، ترکیب و مقدار تولید هر کدام از خانواده محصولات و ترکیب و مقدار هر کدام از خانواده محصولات که باید به مراکز توزیع و مناطق مشتریان ارسال شود، مشخص می‌گردد.

ج- سطح عملیاتی: در این سطح، مقدار و دوره تناوب اقتصادی خرید هر کدام از مواد اولیه، مقدار موجودی هر کدام از مواد اولیه در پایان هر ماه، مقدار اقتصادی و دوره تناوب اقتصادی تولید و مقدار و دوره تناوب اقتصادی ارسال محصولات تولیدی به هر کدام از مراکز توزیع و مناطق مشتریان مشخص می‌شود. بدیهی است که ستاده‌های هر سطح به عنوان داده‌های ورودی سطح بعدی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. چارچوب کلی ساختار مدل سلسله مراتبی تحقیق در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

از جمله خصوصیات مدل سلسله مراتبی ارائه شده در این تحقیق که آن را از مدل‌های ارائه شده در سایر تحقیقات متمایز می‌کند می‌توان موارد زیر را بر شمرد:





شکل ۲ مدل مفهومی سلسله مراتبی تحقیق



- الف- متناسب بودن هر یک از سطوح مدل با تصمیمات متخذه در یکی از سطوح سلسله مراتب مدیریت و در نتیجه، سازماندهی و مدیریت بهتر امور،
- ب- کاهش پیچیدگی مدل برنامه‌ریزی زنجیره عرضه به علت استفاده از تکنیک تجزیه،
- ج- مرتفع ساختن نیاز به اطلاعات جزئی در برنامه‌ریزی بلند مدت،
- د- توانمندی در به‌کارگیری متغیرهای کیفی در سطح استراتژیک به علت استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی،
- ه - بهره‌مندی از ساختار ریاضی و منطقی مستحکم به منظور پرهیز از سلیقه‌گرایی،
- و- استفاده از چندین هدف و معیار در برنامه‌ریزی و در نتیجه، واقعی‌تر شدن مدل.

ج- مدل‌های ریاضی سطوح مختلف زنجیره عرضه

۱- **سطح استراتژیک:** در این سطح، ابتدا عرضه‌کنندگان و همچنین مراکز توزیع مورد شناسایی واقع می‌شوند. سپس معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر انتخاب تعیین گردیده، درخت سلسله مراتب تصمیمیها خواهد شد. پس از آن بر اساس، تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی ساعتی توسط کارشناسان مقایسات زوجی بین عرضه‌کنندگان مختلف و همچنین میان مراکز توزیع انجام خواهد شد. نهایتاً عرضه‌کنندگان و مراکز توزیع بر اساس میزان اهمیت رتبه‌بندی خواهند شد.

۲- **مدل ریاضی سطح تاکتیکی:** در این سطح، دو نوع ادغام صورت می‌گیرد: ادغام بر روی محصولات و ادغام بر روی مواد اولیه. ادغام بر روی مواد اولیه بدین صورت است که مواد اولیه‌ای که از لحاظ وزن، قیمت و ماهیت کاربرد در تولید یکسانند و بعضاً نیز می‌توانند در فرایند تولید به جای هم به‌کار گرفته شوند و همچنین بتوان با یک سفارش آنها را از یک عرضه‌کننده دریافت کرد، در یک خانواده ادغام شده‌اند. برای ادغام بر روی محصولات ۳ عامل در نظر گرفته شد که عبارتند از: محصولات هم شکل و اندازه که دارای فرایند تولید یکسانی هستند، ترکیب مواد اولیه آنها با یکدیگر یکسان است و الگوی تقاضای یکسانی نیز دارند. در این تحقیق از ۱۲ نوع ماده اولیه مهم، ۶ خانواده مواد اولیه و از ۳۰ نوع محصول (فقط تایر)، ۲۱ خانواده محصول تشکیل شد.

صورت بندی مدل این سطح به شرح زیر است:



$$\text{Min } C_1 = \sum_s \sum_R^{NR} CT_{RS} XM_{RS} + \sum_I \sum_d^{NI D} CT_{Id} XD_{Id} + \sum_I \sum_k^{NI K} CT_{Ik} XK_{Ik} \quad (1)$$

$$\text{Min } C_2 = \sum_s \sum_R^{NR} P_{RS} XM_{RS} \quad (2)$$

$$\text{Max } Z_1 = \sum_s \sum_R^{NR} W_S XM_{RS} + \sum_I \sum_d^{NI D} W_d XD_{Id} \quad (3)$$

$$\text{Max } Z_2 = \sum_I^{NI} IP_I XP_I \quad (4)$$

$$\text{Min } c_3 = \sum_I \sum_d^{NI D} CS_{Id} E_{Id} + \sum_I \sum_k^{NI K} CS_{Ik} E_{Ik} \quad (5)$$

$$\text{Max } Z_3 = \sum_I \sum_d^{NI D} B_{Id} XD_{Id} \quad (6)$$

s.t :

$$XM_{RS} \leq CAP_s \quad \forall R, \forall s \quad (7)$$

$$tp_I XP_I \leq TPT_I \quad \forall I \quad (8)$$

$$\sum_I^{NI} tp_I XP_I \leq TPT \quad (9)$$

$$\sum_I^{NI} U_{RI} XP_I \leq \sum_s XM_{RS} + FI_R - EI_R \quad \forall R \quad (10)$$

$$FI_I + XP_I - EI_I \geq \sum_d XD_{Id} + \sum_k XK_{Ik} \quad \forall I \quad (11)$$

$$FI_{Id} + XD_{Id} - EI_{Id} + E_{Id} = d_{id} \quad \forall I, \forall d \quad (12)$$

$$XK_{Ik} + E_{Ik} = d_{Ik} \quad \forall I, \forall k \quad (13)$$

$$EI_R \geq SS_R \quad \forall R \quad (14)$$

$$EI_I \geq SS_I \quad \forall I \quad (15)$$

$$EI_{Id} \geq SS_{Id} \quad \forall I, \forall d \quad (16)$$

$$XM_{RS}, XP_I, XD_{Id}, XK_{Ik}, E_{Id}, E_{Ik} \geq 0 \quad (17)$$



در این مدل متغیرهای تصمیم و پارامترها به شرح زیر هستند:

تعداد خانواده مواد اولیه	$NR = 6$
تعداد عرضه‌کنندگان	$S = 16$
مناطق مشتریان	$K = 18$
تعداد خانواده محصولات	$NI = 21$
مقدار ماده اولیه خانواده R که از عرضه‌کننده S خریداری می‌شود	XM_{RS}
قیمت ماده اولیه R در عرضه‌کننده S	P_{RS}
موجودی ابتدای دوره ماده اولیه R	FI_R
هزینه حمل و نقل هر واحد از ماده اولیه R از عرضه‌کننده S	CT_{RS}
موجودی پایان دوره ماده اولیه R	EI_R
ظرفیت عرضه‌کننده S	CAP_S
ضریب اهمیت عرضه‌کننده S	W_S
مقدار سود فروش هر واحد محصول خانواده I	IP_I
کل زمان در دسترس جهت تولید در طول دوره برنامه‌ریزی	TPT
حداکثر زمان در دسترس برای تولید محصولات خانواده I	TPT_I
زمان لازم برای تولید یک واحد از محصول خانواده I	tp_I
مقدار ماده اولیه مورد نیاز از خانواده R برای تولید هر واحد I	U_{RI}
موجودی ابتدای دوره محصولات خانواده I	FI_I
موجودی پایان دوره محصولات خانواده I	EI_I
مقدار محصول I ارسالی به مرکز توزیع d	XD_{Id}
مقدار محصول I ارسالی به منطقه مشتریان k	XK_{Ik}
هزینه حمل و نقل هر واحد محصول I به مرکز توزیع d	CT_{Id}
هزینه حمل و نقل هر واحد محصول I به منطقه مشتریان K	CT_{IK}
مقدار تقاضای محصول I در مرکز توزیع d	d_{Id}
مقدار تقاضای محصول I در منطقه مشتریان k	d_{Ik}
مقدار سود مرکز توزیع d از فروش هر واحد محصول I	B_{Id}
موجودی ابتدای دوره محصولات خانواده I در مرکز توزیع d	FI_{Id}



EI_{ld}	موجودی پایان دوره محصولات خانواده I در مرکز توزیع d
W_d	ضریب اهمیت مرکز توزیع d
E_{I_d}	مقدار کمبود خانواده محصول I در مرکز توزیع d
E_{Ik}	مقدار کمبود خانواده محصول I در منطقه مشتریان k
CS_{I_d}	هزینه کمبود هر واحد محصول خانواده I در مرکز توزیع d
CS_{Ik}	هزینه کمبود هر واحد محصول خانواده I در منطقه مشتریان k

در این مدل، تابع هدف شماره ۱، هزینه‌های حمل و نقل مواد اولیه و همچنین هزینه حمل خانواده‌های محصولات به مراکز توزیع و مناطق مشتریان را حداقل می‌کند. تابع هدف شماره ۲، برای حداقل کردن قیمت خرید مواد اولیه است. تابع هدف شماره ۳، جهت حداکثر کردن مقدار مطلوبیت ناشی از خرید مواد اولیه و ارسال کالاها به مراکز توزیع است. در این تابع، W_S ضریب اهمیت هر یک از عرضه‌کنندگان و W_d ضریب اهمیت هر کدام از مراکز توزیع است. تابع هدف شماره ۴، سود ناشی از تولید محصولات خانواده‌های مختلف را حداکثر می‌کند. تابع هدف شماره ۵، در راستای حداقل کردن هزینه کمبود ناشی از پوشش ندادن کامل تقاضا است و نهایتاً تابع هدف شماره ۶، سود هر یک از مراکز توزیع را حداکثر می‌کند.

در این مدل، محدودیت شماره ۷، مربوط به ظرفیت هر کدام از عرضه‌کنندگان در ارائه مواد اولیه، محدودیت شماره ۸ بیانگر حداکثر زمان در دسترس جهت تولید هر خانواده محصول، و محدودیت شماره ۹ کل زمان در دسترس جهت تولید در طی دوره برنامه‌ریزی را بیان می‌کند. محدودیت شماره ۱۰ مقدار خالص مواد اولیه مورد نیاز در طی دوره برنامه‌ریزی را نشان می‌دهد. محدودیت شماره ۱۱ بیانگر اطمینان از در دسترس بودن خانواده محصولات تولید شده جهت ارسال به مراکز توزیع و مناطق مشتریان است. محدودیت شماره ۱۲ بیان می‌کند که مراکز توزیع باید در راستای تأمین تقاضاهای مشتریان حرکت کنند. محدودیت شماره ۱۳ نیز بیانگر تلاش مرکز تولید در تأمین تقاضای مشتریان است. محدودیت شماره ۱۴، ۱۵ و ۱۶ بیانگر وجود ذخیره اطمینان مواد اولیه و ذخیره اطمینان محصولات در مرکز تولید و مراکز توزیع در پایان هر دوره برنامه‌ریزی است. محدودیت شماره ۱۷ غیر منفی بودن متغیرهای تصمیم را کنترل می‌کند.

۳- **مدل ریاضی سطح عملیاتی:** در این سطح، برنامه‌ریزی به صورت ماهیانه انجام می‌شود. در این برنامه‌ریزی علاوه بر ادغام خارج سازی جوابهای حاصل از مدل سطح تاکتیکی،



مقدار و دوره تناوب اقتصادی خرید هر کدام از مواد اولیه ، مقدار و دوره تناوب اقتصادی تولید هر محصول و نهایتاً مقدار و دوره تناوب اقتصادی ارسال محصولات به مراکز توزیع و مناطق مشتریان مشخص خواهد شد. لذا در مدل این، سطح، بعد زمان نیز وارد خواهد شد. صورت بندی مدل ریاضی سطح عملیاتی به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Min} C = & \sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^T CT_{rst} XM_{rst} + \sum_{SEH=1}^S \sum_{t=1}^T S_s O_{st} + \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^T h_{rt} I_{rt} + \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T C_{it} XP_{it} + \\ & \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T S_{it} O_{it} + \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T h_{it} I_{it} + \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T CT_{idt} XD_{idt} + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T CT_{ikt} XK_{ikt} + \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T h_{idt} I_{idt} \quad (\lambda) \\ & + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T S_{dt} O_{dt} + \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T CS_{id} E_{idt} + \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T S_{kt} O_{kt} + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T CS_{ik} E_{ikt} \end{aligned}$$

s.t :

$$I_{r,t-1} + \sum_{s=1}^S XM_{rst} - I_{rt} \geq \sum_{i=1}^I U_{ri} XP_{it} \quad \forall r, \forall t \quad (2)$$

$$I_{i,t-1} + XP_{it} - I_{it} = \sum_{d=1}^D XD_{idt} + \sum_{k=1}^K XK_{ikt} \quad \forall i, \forall t \quad (3)$$

$$I_{id,t-1} + XD_{idt} - I_{idt} + E_{idt} = d_{idt} \quad \forall i, \forall d, \forall t \quad (4)$$

$$XK_{ikt} + E_{ikt} = d_{ikt} \quad \forall i, \forall k, \forall t \quad (5)$$

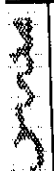
$$\sum_{r \in R} \sum_{t=1}^T XM_{rst} = XM^{**}_{rs} \quad \forall R, \forall S \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{t=1}^T XP_{it} = XP_I^{**} \quad \forall I \quad (7)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{t=1}^T XD_{idt} = XD^{**}_{Id} \quad \forall I, \forall d \quad (8)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{t=1}^T XK_{ikt} = XD^{**}_{Id} \quad \forall I, \forall k \quad (9)$$

$$\sum_{r=1}^R XM_{rst} - M O_{st} \leq 0 \quad \forall S, \forall t \quad (10)$$



$$\sum_{r=1}^R XM_{rst} - MNO_r \cdot O_{st} \geq 0 \quad \forall S, \forall t \quad (11)$$

$$XP_{it} - M \cdot O_{it} \leq 0 \quad \forall i, \forall t \quad (12)$$

$$tp_i \cdot XP_{it} - MNT_i \cdot O_{it} \geq 0 \quad \forall i, \forall t \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^I tp_i \cdot XP_{IT} \leq TPT_t \quad \forall t \quad (14)$$

$$tp_i \cdot XP_{it} \leq TPT_{it} \quad \forall i, \forall t \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^I XD_{idt} - M \cdot O_{dt} \leq 0 \quad \forall d, \forall t \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^I XD_{idt} - MND_d \cdot O_{dt} \geq 0 \quad \forall d, \forall t \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^I XD_{ikt} - M \cdot O_{kt} \leq 0 \quad \forall k, \forall t \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^I XD_{ikt} - MND_{ik} \cdot O_{kt} \geq 0 \quad \forall k, \forall t \quad (19)$$

$$I_{rt} \geq SS_r \quad \forall r, \forall t \quad (20)$$

$$I_{it} \geq SS_i \quad \forall i, \forall t \quad (21)$$

$$I_{idt} \geq SS_{id} \quad \forall i, \forall d, \forall t \quad (22)$$

$$XM_{rst}, XP_{it}, XD_{idt}, XK_{ikt}, I_{rt}, I_{it}, I_{idt} \geq 0 \quad (23)$$

$$O_{st}, O_{it}, O_{dt}, O_{kt} = 0 \text{ یا } 1 \quad (24)$$

در این مدل، تعدادی از متغیرهای تصمیم و پارامترها همانند مدل تاکتیکی است، با این تفاوت که بعد زمانی آنها اضافه شده است. سایر پارامترها و متغیرهای خاص این مدل عبارتند از:

Ors در ماه *t* از عرضه‌کننده *s* مواد اولیه خریداری شود (=1) یا خیر (=0) ؟

Oit در ماه *t* محصول *i* در شرکت تولید شود (=1) یا خیر (=0) ؟

Odt در ماه *t* محموله ای از محصولات به مرکز توزیع *d* ارسال شود (=1) یا خیر (=0) ؟

Okt در ماه *t* محموله‌ای از محصولات به منطقه مشتریان *k* ارسال شود (=1) یا خیر (=0) ؟

Ss هزینه صدور هر بار سفارش به عرضه‌کننده *s*



S_{it}	هزینه راه‌اندازی خط تولید برای تولید محصول i
S_{dt}	هزینه پردازش هر بار سفارش برای مرکز توزیع d
S_{kt}	هزینه پردازش هر بار سفارش برای منطقه مشتریان k
MNO_r	حداقل مقداری که باید در هر دفعه به عرضه کننده s سفارش داد
MNT_i	حداقل زمانی که باید یک محصول در خط تولید باشد
MND_d	حداقل مقدار محصولی که در هر بار باید برای مرکز توزیع d ارسال کرد
MND_{ik}	حداقل مقدار محصولی که در هر بار باید برای منطقه مشتری k ارسال کرد
h_{rt}	هزینه نگهداری هر واحد از ماده اولیه r در دوره t در مرکز تولید
h_{it}	هزینه نگهداری هر واحد محصول i در دوره t در مرکز تولید
h_{idt}	هزینه نگهداری هر واحد محصول i در دوره t در مرکز توزیع d

پارامترهایی که در مدل با علامت ستاره مشخص شده اند، خروجیهای مرحله قبل هستند. در این مدل، هدف، حداقل کردن کل هزینه‌های زنجیره، شامل هزینه حمل مواد اولیه و محصولات، هزینه نگهداری موجودی مواد اولیه و محصول نهایی، هزینه‌های صدور سفارش، هزینه تولید هر واحد محصول، هزینه راه‌اندازی خط تولید و هزینه‌های کمبود محصول است.

وضعیت محدودیتها در مدل بدین شرح می‌باشد: محدودیت شماره ۲ موجود بودن مواد اولیه جهت پاسخگویی به تولید را کنترل می‌کند، محدودیت شماره ۳ موازنه بین مقدار محصول موجود در مرکز تولید با مقادیری را که به مراکز تولید و مناطق مشتریان ارسال می‌شود بیان می‌کند، محدودیت شماره ۵ و ۶ مربوط به وضعیت پوشش دادن تقاضا در مراکز توزیع و مناطق مشتریان است، محدودیت شماره ۶، ۷، ۸ و ۹ مربوط به خروجیهای مدل تاکتیکی است که در این مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد، محدودیت شماره ۱۰ و ۱۱ صدور یا عدم صدور سفارش مواد اولیه به هر کدام از عرضه‌کنندگان را در ماه نشان می‌دهد، محدودیت شماره ۱۲ مربوط به وضعیت راه‌اندازی یا عدم راه‌اندازی خط تولید در هر ماه برای تولید هر کدام از محصولات است، محدودیت ۱۳ حداقل مقدار تولید هر محصول را در هر راه‌اندازی نشان می‌دهد، محدودیت شماره ۱۴ و ۱۵ مربوط به ظرفیت تولید در هر ماه است، محدودیت شماره ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ وضعیت ارسال یا عدم ارسال محصولات تولیدی در هر ماه را به هر کدام از مراکز توزیع و مناطق مشتریان بیان می‌کند، محدودیت



شماره ۲۰، ۲۱ و ۲۲ ذخیره اطمینان مواد اولیه در مرکز تولید و محصولات در مرکز تولید و مراکز توزیع را نشان می‌دهد، محدودیت شماره ۲۳ غیر منفی بودن متغیرهای پیوسته، محدودیت شماره ۲۴ صفر و یک بودن متغیرهای صفر و یک را کنترل می‌کند.

۴- حل مدل

در این تحقیق ابتدا اطلاعات و آمار مورد نیاز مدل از زنجیره شرکت مورد مطالعه جمع‌آوری گردید و سپس تحلیلها انجام شد. در مدل سطح استراتژیک، تحلیلها با استفاده از نرم افزار EC^۱ انجام شد. برای حل مدل سطح تاکتیکی، ابتدا با استفاده از تکنیکهای برنامه‌ریزی چند هدفه، مدل به مدلی با یک تابع هدف تبدیل گردید و سپس با استفاده از نرم افزار WB^۲ (محصول شرکت لیندو) که قابلیت حل مدل‌های تحقیق در عملیات را در محیط اکسل دارد، حل شد. خروجیهای مدل، شامل برنامه جامع خرید، تولید و توزیع است. در این سطح حدود ۸۴ درصد از آرمانهای تعیین شده حاصل گردید. برای حل مدل سطح عملیاتی نیز از نرم افزار WB استفاده گردید، ولی از آنجا که این مدل از نوع برنامه‌ریزی مختلط صفر و یک با مقیاس بزرگ است و حل آن نیاز به زمان زیاد و استفاده از حجم زیادی حافظه دارد، ابتدا مدل سطح عملیاتی با استفاده از ترکیب دو تکنیک تجزیه بندر^۳ و دنتزیک-ولف^۴ به چندین مدل کوچکتر تقسیم و حل گردید. خروجیهای مدل این سطح شامل برنامه ماهیانه خرید، تولید، توزیع و موجودیها است. در جدول شماره ۱، برنامه تولید و موجودیهای حاصل از اجرای مدل آورده شده است.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به جوابیهای به دست آمده از مدل و مقایسه آن با وضع موجود شرکت مورد مطالعه، کارایی مدل در بهینه‌سازی وضعیت موجود مورد تأیید قرار گرفت. در مجموع، استفاده از مدل سلسله مراتبی تحقیق، نتایج مثبت زیادی برای شرکت مورد مطالعه در پی دارد که برخی



1. expert choice
2. what,s best
3. Bender,s decomposition
4. Dantzig-Wolfe



از آنها به شرح زیر هستند:

الف- از آنجا که برنامه‌ریزی خرید مواد اولیه از طریق مدل ریاضی و هماهنگ با برنامه‌ریزی تولید انجام می‌شود، وضعیت به گونه‌ای خواهد شد که خرید بر حسب نیاز انجام گردد و در نتیجه اولاً موجودیهای زاید مواد اولیه در مرکز تولید وجود نداشته باشد و ثانیاً هرگز با کمبود مواد اولیه مواجه نشویم. این امر به وضوح در این تحقیق قابل مشاهده است. در جوابهای حاصل از مدل، برنامه خرید به تفکیک مقدار و دوره تناوب سفارش از هر عرضه‌کننده مشخص شده است.

ب- با اجرای مدل، برنامه دقیق تولید ماهیانه را می‌توان به‌دست آورد. این امر ضمن افزایش دقت، برنامه‌ریزی و کنترل تولید را ساده خواهد کرد. همچنین این امکان وجود دارد که عوامل تصادفی همانند کم و زیاد شدن تقاضا، ظرفیت و... را در مدل وارد کرد. نمونه چنین برنامه‌ای برای سه ماهه ۱۰، ۱۱ و ۱۲ شرکت مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است.

ج- مدیریت موجودی یکی از وظایفی است که مدل یکپارچه سلسله مراتبی تحقیق بدان می‌پردازد. این امر باعث می‌شود تا وضعیت موجودیها در طول زنجیره به صورت بهنگام در اختیار باشند و با اعمال مدیریت مؤثر بر آن، کاهش حجم موجودیها، و در نتیجه کاهش هزینه‌ها را باعث شود. در این تحقیق، به علت پیروی از سیاست تولید بر اساس تقاضا، حجم موجودی محصولات در مرکز تولید و مراکز توزیع حدود ۲۵ درصد کاهش یافته است. حجم موجودی مواد اولیه نیز به طور متوسط ۲۵ درصد کاهش یافته که این خود کاهش قابل توجهی را در هزینه‌ها و در نتیجه قیمت تمام شده محصولات در پی خواهد داشت. موجودیهای انبار محصول نهایی در جدول ۱ آمده است.

د- با اجرای مدل برنامه‌ریزی، توزیع به صورت دقیق و بهینه انجام خواهد شد. در اجرای مدل در شرکت مورد مطالعه چنین برنامه‌ای به‌دست آمده است. در این برنامه، وضعیت بهینه ارسال محصولات به هر کدام از مراکز توزیع و مناطق مشتریان مشخص شده است. به علت بزرگ بودن حجم برنامه توزیع، از آوردن آن صرف نظر می‌کنیم.

جدول شماره ۱ مقدار تولید و موجودی ماهیانه محصولات در مرکز تولید

موجودی پایان دوره ۱۲	مقدار تولید ۱۲ ماه (حلقه)	موجودی پایان دوره ۱۱	مقدار تولید ۱۱ ماه (حلقه)	موجودی پایان دوره ۱۰	مقدار تولید ۱۰ ماه (حلقه)	محصول
۴۷۴۱	۴۲۰۰	۸۴۹۱	۴۲۵۲	۱۱۲۳۹	-	۱
۳۲۵۰	.	۵۸۵۰	.	۸۱۵۸	.	۲
۸۷۵۴	.	۱۶۲۳۰	.	۲۴۴۷۴	.	۳
۴۸۹۵	۵۷۵۰	۵۳۲۰	۴۸۰۰	۶۷۵۰	۴۶۸۰	۴
۸۸۵۶	۴۶۳۰	۷۳۳۶	.	۱۰۸۵۰	.	۵
۴۵۶۰	۵۶۴۰	۳۷۸۲	۳۸۶۰	۸۵۲۵	۵۶۴۰	۶
۳۸۹۰	۴۳۷۰	۴۸۳۵	۴۰۲۰	۵۲۵۰	۳۸۵۰	۷
۴۱۷۶	.	۵۱۲۶	.	۵۹۷۶	.	۸
۴۳۵۰۰	.	۴۴۳۶۱	.	۴۵۵۸۰	.	۹
۴۵۰۰	.	۵۸۲۴	.	۶۵۰۰	.	۱۰
۱۰۲۰	.	۱۸۹۰	۲۶۳۰	۶۵۰	.	۱۱
۱۱۶۵۱	.	۱۵۶۰۰	.	۱۸۰۰۰	.	۱۲
۱۷۶۰	.	۲۶۳۰	۲۷۵۰	۲۸۶۰	.	۱۳
۴۶۰۰	۵۱۶۰	۶۷۵۰	۴۸۷۵	۸۶۳۰	۴۴۸۲	۱۴
۳۱۲۶۵	۴۷۵۴۰	۳۷۰۱۰	۴۰۳۶۵	۵۱۲۰۰	۴۸۷۲۵	۱۵
۱۰۹۳۵	۱۲۵۳۱	۸۹۶۰	۱۰۳۳۵	۱۰۲۳۰	۱۰۸۲۴	۱۶
۳۲۵۰	.	۳۸۵۰	.	۴۴۴۵	.	۱۷
۷۳۶۰	.	۸۲۲۰	.	۸۸۴۰	.	۱۸
۳۱۶۵۰	۶۱۶۰۰	۱۷۳۸۰	۶۰۸۵۰	۱۴۴۱۳	۶۳۳۳۵	۱۹
۱۹۶۵	۲۸۳۰	۱۲۷۰	۲۸۳۰	۲۵۰	.	۲۰
۱۸۰۰	.	۲۴۴۵	.	۲۸۰۰	.	۲۱
۳۳۳۰	.	۴۴۶۰	.	۵۸۰۵	.	۲۲
۱۲۵۰	.	۲۲۰۰	.	۲۶۵۰	.	۲۳
۵۳۷۵	.	۱۰۷۰۰	.	۱۶۰۰۰	.	۲۴
۶۵۰۰	۱۸۱۰۴	۳۵۰۰	۱۳۳۳۰	۶۲۰۰	.	۲۵
۱۳۶۰۰	۲۲۹۳۲	۹۸۰۰	۲۲۱۶۸	۱۰۳۰۰	۱۸۷۲۰	۲۶
۲۰۲۰	۶۵۵۲	۱۶۹۰	۵۳۳۲	۱۵۰۰	۵۴۸۱	۲۷
۳۳۵۰	.	۳۸۰۰	.	۴۲۰۰	.	۲۸
۶۵۰	۶۳۴۰	۶۵۰	۵۳۳۵	۸۰۰	.	۲۹
۳۰۰۰	۳۲۴۵	۳۷۰۰	۳۸۴۲	۱۴۱۴	.	۳۰



ه - مدل ارائه شده این امکان را خواهد داشت که پارامترهای مورد نظر مدیریت و پارامترهای تصادفی را در هر لحظه به آن وارد نمود و برنامه خرید، تولید و توزیع جدیدی به دست آورد. این امر باعث افزایش انعطاف‌پذیری تصمیمات، در طول زنجیره خواهد شد.

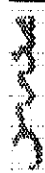
ز - با استفاده از این مدل مدت زمانی که طول می‌کشد تا محصول به دست مشتری برسد، حداقل خواهد شد.

ح - مدل تحقیق را می‌توان با اندکی تغییر در سایر محیط‌های صنعتی نیز اجرا نمود. با توجه به نتایج حاصل از اجرای مدل می‌توان نتیجه گرفت که گسترش و کاربرد این مفهوم در مدیریت عملیات باعث بهبود سیستم و کارا تر شدن آن خواهد شد. در صورتی که شرکت‌های ایرانی بخواهند حضور فعالی در صحنه‌های بین‌المللی داشته باشند، باید توانایی تولید محصولات با قیمت پایین و کیفیت بالا را در خود ایجاد کنند. استفاده از مدل این تحقیق می‌تواند گام هر چند کوچکی را در راستای رسیدن به این هدف بردارد.

با توجه به اجرای موفقیت‌آمیز مدل بر شرکت مورد مطالعه و مقایسه با وضعیت فعلی کارایی آن مورد تأیید قرار می‌گیرد. بنابراین فرضیات مدل مورد تأیید قرار می‌گیرد.

۶- پیشنهادات

- الف - به علت اینکه مدل ریاضی این تحقیق خاص شرکت مورد مطالعه این تحقیق است، لذا می‌توان با ایجاد تغییراتی زمینه‌های کاربرد آن را در سایر زمینه‌های تولیدی به کار گرفت.
- ب - در مدل سطح عملیاتی این تحقیق برنامه‌ریزی به صورت ماهیانه انجام شده است. حل این مدل به صورت هفتگی و روزانه نیز می‌تواند انجام شود.
- ج - طراحی سیستم اطلاعاتی هماهنگ با مدل ضروری به نظر می‌رسد. چرا که استفاده فناوری اطلاعات در مدیریت زنجیره عرضه باعث بهبود آن خواهد شد.
- ه - یکی از روش‌های بهبود روابط بین مراکز زنجیره، فرهنگ‌سازی آن است. انجام تحقیق در این زمینه بسیار سودمند خواهد بود.
- و - تحقیق در مورد بهینه‌سازی زنجیره عرضه در محیط‌های نادقیق و فازی، می‌تواند باعث واقعی‌تر شدن مدلها شود.



۷- منابع

- [1] Chopra. Sunil, Meindle.Peter, supply chain manangement: strategy, planning and operation, Prentice Hall, 2001.
- [2] Douglas.J, Griffin.P, coordinated supply chain management, European journal of op, erational research, 1996, vol. 94.
- [3] Mabert.V.A, Vankataramanan.M.A, Special research focus on supply chain linkages:challenges for design and management in 21 th century, Decision science, 1998 , vol. 23, no. 3.
- [4] Chen.J., Achieving maximum supply chain efficiency, IIE solutions, 1997.
- [5] Lee.L.H, Billington.c ,The evolution of supply chain planning in practice at Hwelett Packard, Interfaces, sep-oct 1995, vol. 25.
- [6] E nergus.SS, Simpson.N.C, Vakharia.A.J, Integrated production/distributon planning in supply chains: An invited review, European journal of operational research , 1999 ,vol.115.
- [7] Cohen.Ma, Lee. HL, strategic analysis of integrated production systems :models and methods, Operations resea-rch, 1988, vol. 36, no. 2.
- [8] Brown.G.G, Graves.G.W, Honczarenco.M.D, Design and operation of multicommodity production/distribution systems using promal goal decompositon, Management science, 1987, vol. 33, no. 11.
- [9] Cohen.MA, Moon. S, Impact of production scale economics, manufacturing networks and transportation costs on supply chain facility networks, Journal of manufacturing and operations management, 1990, no. 3.
- [10]Cohen.MA, Moon. S,An integrated plant loading model with economics of scale and scope, European journal of operational research, 1991, vol. 50.
- [11] Arntzen.B.C, Brown.G.G, Harrison.T.P, Trafton.L.L, Global supply chain management at Digital Equipment corporation, Interfaces, 1995, vol. 125, no.1.
- [12] Sabri.H.E, Beamon.M.B.A multi objective approach to simultaneous strategic and opertaional planning in supply chain design, Omega, 2000, vol. 28.
- [13] Korpela.J,Lehmusvaara.A, A customer oriented approach to warehouse network evaluation and design, Internatio-nal journal of production economics, 1999, vol.59.
- [14] Li.Dong, Brien.C, Integrated decision modelling of supply chain efficiency, International journal of production economics, 1999, vol. 59.



- [15] Gupta.A, Maranas.C.D,McDonald.C.M, Mid-term supply chain planning under demand uncertainty: customer customer demand satisfaction and inventory management, Computers and chemical engineering, 2000, vol. 24.
- [16] Lee.E.K,Ha.S.K, Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management, IEEE Transaction on engineering management, 2001, vol. 48, no. 3.