

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّدٍ



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان پایان نامه:

ارائه یک مدل جایابی تسهیلات در حوزه تولید و توزیع زنجیره تامین با در نظر گرفتن حمل و نقل، موجودی و محدودیت ظرفیت

نگارش:

محمود پری آذر

استاد راهنما:

آقای دکتر سید محمد معطر حسینی

استاد مشاور:

آقای دکتر بهروز کریمی

دی ماه ۱۳۸۶

## تقدیر و سپاس

بدینوسیله مراتب احترام و تشکر خود را از تمامی عزیزانی که مرا در تهیه این پایان نامه یاری کرده‌اند، به ویژه **جناب آقای دکتر سید محمد معطر حسینی** که هدایت و راهنمایی پایان نامه را بر عهده داشته‌اند و **جناب آقای دکتر بهروز کریمی** که استاد مشاور بنده در مراحل انجام پایان نامه بوده‌اند ابراز می‌دارم.

همچنین مراتب امتنان خود را از زحمات **خانم مهندس شقایق پرهیزی و آقای مهندس محمد علی موفق پور** که کمک شایانی برای بهبود این اثر داشته‌اند، ابراز می‌نمایم. از اساتید بزرگوار آقایان **دکتر داودپور و دکتر عابدزاده** که داوری این رساله را تقبل فرمودند سپاسگذارم و از خداوند متعال توفیق روزافزون آنها را خواستارم.

محمود پری آذر

دی ۱۳۸۶

**تقدیم به پدر و مادرم**

**که پیام آوران عشق، ایمان، خلوص و فداکاریند.**

## چکیده:

برنامه‌ریزی تولید و توزیع یکی از مهمترین فعالیتهای در یک زنجیره تامین برای اطمینان از بهینه سازی کلی می‌باشد. به منظور دستیابی به عملکرد عملیاتی بهینه در زنجیره تامین، کارکردهای تولید و توزیع باید به شکل یکپارچه درآیند.

در این پروژه ما به بررسی همزمان ارتباطات بین مدیریت موجودی، جایابی تسهیلات و تعیین سیاست حمل و نقل در یک شبکه توزیع پرداخته‌ایم. این ارتباطات اغلب بر پایه هزینه یا زمان انتقال، تصمیم‌سازی می‌شوند. این حوزه‌ها با هم همپوشانی دارند و این پروژه به آنالیز وابستگی‌های بین سه حوزه (جایابی تسهیلات، تعیین سیاست حمل و نقل و مدیریت موجودی) می‌پردازد و سعی در ارائه یک مدل یکپارچه برای طراحی شبکه تولید-توزیع و نمایش وابستگی‌ها دارد. مدل ارائه شده به بهبود ارتباطات بین این سه حوزه می‌پردازد و بدین منظور یک مدل ریاضی برای آن ایجاد شده است.

هدف ما در این پروژه، تمرکز بر روی یک مدل ریاضی عدد صحیح مختلط می‌باشد. تابع هدف به کمینه کردن هزینه کل شبکه با در نظر گرفتن سه مولفه تصمیم‌سازی می‌پردازد. در این مدل گزینه‌های مختلف حمل‌ونقل نیز در نظر گرفته شده است و باید تقاضای مشتریان برای تمامی محصولات توسط مراکز توزیع موجود برآورده گردد. در این مدل، مساله تعیین همزمان گزینه‌های حمل‌ونقل و پارامترهای موجودی همراه با تعداد و موقعیت کارخانجات و مراکز توزیع به گونه‌ای است که مجموع هزینه‌های موجودی، حمل‌ونقل و جایابی کمینه گردد.

از آنجا که این چنین مسئله‌های طراحی سیستمهای تولید و توزیع جزء دسته مسائل NP محسوب می‌شود، یک الگوریتم ابتکاری ممتیک برای حل آن ایجاد گردیده و نتایج آن با مسائل عددی حاصل از جواب الگوریتمهای دقیق مقایسه شده است.

## واژگان کلیدی:

جایابی تسهیلات با محدودیت ظرفیت، مدیریت زنجیره تامین، برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع، موجودی، حمل و نقل، برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط، الگوریتم ممتیک.

## فهرست اشکال

صفحه

۲۰	زنجیره تامین	شکل ۱,۲
۲۱	جایگاه تولید و توزیع در زنجیره تامین	شکل ۲,۲
۲۲	کانال‌های توزیع	شکل ۳,۲
۲۵	سیستم توزیع سه مرحله ای	شکل ۴,۲
۲۶	هزینه نهایی یک سیستم توزیع	شکل ۵,۲
۲۷	ذخیره در محل تولید با حمل مستقیم	شکل ۶,۲
۲۹	ذخیره در محل تولید با ارسال مستقیم کالا و ترکیب در هنگام حمل	شکل ۷,۲
۳۰	ذخیره در محل توزیع کننده و تحویل به وسیله متصدیان حمل و نقل	شکل ۸,۲
۳۲	انبار در محل توزیع با تحویل به صورت Last mile	شکل ۹,۲
۳۳	انبار در محل تولید با توزیع با دریافت به واسطه مشتری	شکل ۱۰,۲
۵۸	ساختار مدل یکپارچه تولید-توزیع	شکل ۱,۴
۵۹	انواع روشهای حمل	شکل ۲,۴
۶۰	ساختار مدل یکپارچه	شکل ۳,۴
۶۱	شبکه یکپارچه مورد بررسی	شکل ۴,۴
۷۵	مقایسه تابع هدف برای احداث ۲ کارخانه از داده‌های جدول ۵,۵	شکل ۱,۵
۷۶	مقایسه تابع هدف برای احداث ۳ کارخانه از داده‌های دسته اول	شکل ۲,۵
۷۶	مقایسه تابع هدف برای احداث ۴ کارخانه از داده‌های دسته اول	شکل ۳,۵
۷۶	مقایسه تابع هدف برای احداث ۵ کارخانه از داده‌های دسته اول	شکل ۴,۵
۷۷	مقایسه تابع هدف برای احداث ۳ کارخانه از داده‌های دسته دوم	شکل ۵,۵
۷۷	مقایسه تابع هدف برای احداث ۴ کارخانه از داده‌های دسته دوم	شکل ۶,۵
۷۷	مقایسه تابع هدف برای احداث ۵ کارخانه از داده‌های دسته دوم	شکل ۷,۵
۷۸	مقایسه تابع هدف برای احداث ۳ کارخانه از داده‌های دسته سوم	شکل ۸,۵
۷۸	مقایسه تابع هدف برای احداث ۴ کارخانه از داده‌های دسته سوم	شکل ۹,۵
۷۸	مقایسه تابع هدف برای احداث ۵ کارخانه از داده‌های دسته سوم	شکل ۱۰,۵
۷۹	درصد هزینه‌ها از میزان تابع هدف برای داده‌های دسته اول	شکل ۱۱,۵
۷۹	درصد هزینه‌ها از میزان تابع هدف برای داده‌های دسته اول	شکل ۱۲,۵
۸۰	درصد هزینه‌ها از میزان تابع هدف برای داده‌های دسته اول	شکل ۱۳,۵

۸۱	درصد هزینه‌ها از میزان تابع هدف برای ۳ دسته داده	شکل ۱۴،۵
۸۲	قیاس نسبی ۴ هزینه‌های موجودی برای ۳ دسته	شکل ۱۵،۵
۸۲	قیاس نسبی ۲ هزینه کلی موجودی برای هر ۳ دسته	شکل ۱۶،۵
۸۳	قیاس نسبی ۲ هزینه حمل و نقل اولیه و ثانویه برای هر ۳ دسته	شکل ۱۷،۵
۸۸	ساختار کلی الگوریتم ممیتیک	شکل ۱،۶

## فهرست جداول

۲۳	توزیع مستقیم یا غیر مستقیم، برخی از معیارهای تصمیم‌گیری	جدول ۱،۲
۲۵	معیارهای کلیدی توزیع	جدول ۲،۲
۲۸	مشخصه‌های شبکه از نوع ذخیره‌سازی در مکان تولید با حمل مستقیم	جدول ۳،۲
۲۹	مشخصه‌های شبکه از نوع ذخیره در محل تولید با ارسال مستقیم و ترکیب حمل	جدول ۴،۲
۳۲	مشخصه‌های شبکه از نوع انبار در محل توزیع و تحویل به صورت Last mile	جدول ۵،۲
۳۳	مشخصه‌های شبکه توزیع در حالت تولید با توزیع با دریافت به واسطه مشتری	جدول ۶،۲
۴۴	مشخصه‌های دسته‌بندی مدل‌های تولید و توزیع	جدول ۱،۳
۴۶	کدبندی مدل‌های تولید-توزیع	جدول ۲،۳
۵۳	الگوریتم‌های حل مسائل تولید-توزیع	جدول ۳،۳
۷۰	مجموعه‌ها و پارامترهای مدل برای دسته اول داده‌ها	جدول ۱،۵
۷۱	مجموعه‌ها و پارامترهای مدل برای دسته دوم داده‌ها	جدول ۲،۵
۷۱	مجموعه‌ها و پارامترهای مدل برای دسته سوم داده‌ها	جدول ۳،۵
۷۲	ابعاد مسائل حل شده از ۳ دسته داده‌های ورودی	جدول ۴،۵
۷۵	میزان تابع هدف برای احداث ۲ کارخانه از داده‌های دسته اول	جدول ۵،۵
۸۰	درصد تشکیل ۳ هزینه اصلی از هزینه کل	جدول ۶،۵
۸۱	درصد تشکیل ۴ هزینه موجودی از هزینه کل	جدول ۷،۵
۸۲	درصد تشکیل هزینه‌های موجودی از هزینه کل	جدول ۸،۵
۸۲	درصد تشکیل هزینه‌های حمل و نقل از هزینه کل	جدول ۹،۵
۹۰	پارامترهای ثابت مدل برای دو کلاس مسئله	جدول ۱،۶
۹۰	مجموعه‌های متغیر مدل برای دو کلاس مسائل نمونه	جدول ۲،۶
۹۱	مشخصات کلی نمونه مسائل حل شده	جدول ۳،۶
۹۳	خلاصه نتایج محاسباتی	جدول ۴،۶

# **فصل اول**

## **کلیات طرح تحقیق**



## فصل اول: کلیات طرح تحقیق

### ۱-۱- مقدمه:

در دهه اخیر با گسترش جهانی سازی، سازمانها مجبور به برقراری همکاری موثر با کارخانجات و تامین کنندگان و توزیع کنندگان خود می‌باشند. بنابراین برنامه‌ریزی مناسب در همه زمینه‌ها از اهمیت ویژه‌ای در نتیجه حاصل دارد. برنامه‌ریزی تولید و توزیع یکی از مهمترین فعالیت‌ها برای دستیابی به بهبود کلی در یک زنجیره تامین می‌باشد. این دو مورد به جهت رسیدن به عملکرد موثر عملیاتی باید ادغام شوند. سازمانها مجبور هستند که فعالیتهای تولیدی و توزیعی خود را یکپارچه کنند تا امکان هماهنگی بیشتر و در نتیجه هزینه کمتری را در به سیستم تحمیل کنند. محققان به این نتیجه رسیده‌اند که کاهش هر یک از عوامل هزینه، دیگر کارساز نمی‌باشد و می‌بایست ترکیب هزینه‌ها را کمینه ساخت، و علت آن را استفاده از روشهای بهینه‌سازی در هر یک از حوزه‌های تامین، تولید و توزیع می‌دانند و اعتقاد دارند یک بهینه‌سازی کلی، راه حل بهبود شبکه‌های زنجیره تامین می‌باشد.

همانطور که در فصل ۲ بیان خواهد شد طراحی یا طراحی دوباره سیستم تولید-توزیع ممکن است بنا به بسیاری از دلایل لازم باشد، به طور مثال دستیابی به تکنولوژی‌های جدید، تمرکز صنعتی، هزینه و پیچیدگی‌های کالاهای مورد نگهداری، سرعت تغییرات بازار، افزایش هزینه پرسنل، افزایش هزینه‌های سوخت و تعمیر وسایل نقلیه، استانداردهای، قوانین و مقررات، فراریت اقتصادی، تغییر در زیر ساخت‌ها، روند جغرافیایی و روند اجتماعی از این جمله‌اند. طراحی صحیح کانال توزیع به متعادل کردن سود و هزینه کمک خواهد کرد.

بهینه‌سازی کلی در هزینه‌ها به معنای کاهش هزینه در هر یک از فعالیتها همچون سفارش‌دهی خرید، حمل و نقل، جایابی انبار، تسهیلات و موجودی و ... بطور مجزا نمی‌باشد چرا که کاهش هزینه یکی، افزایش هزینه دیگری را به دنبال خواهد داشت. اما تصمیم نهایی یافتن موفقیت برای تعادل بین هر یک از عوامل بالا و ارائه یک مدل یکپارچه حداقل‌سازی هزینه کل در تمامی ابعاد تولید و توزیع می‌باشد. تا با حداقل هزینه، حداکثر کارایی در یک زنجیره تامین بدست آید. با توجه به موضوعات بالا لازم است یکپارچگی هزینه‌ها بین مراحل تامین، تولید و توزیع ایجاد شود.

همانطور که در فصل ۳ بیان خواهد شد نکته قابل ذکر در این مدل آن است که زمانیکه یک مدل کلی را حل می‌کنیم جوابهای بدست آمده به مراتب بهتر از زمانی است که هر یک از مدل‌های تولید یا توزیع را به تنهایی حل می‌کنیم. دلیل این امر آن است که وقتی هر یک از مدلها را به تنهایی حل می‌کنیم موجودی هر یک از مدلها فقط با در نظر گرفتن مرحله بعدی تعیین خواهد شد اما در

مدل یکپارچه تولید-توزیع موجودی مدل با در نظر گرفتن هر یک از مراحل با یکدیگر در نظر گرفته شده و به همین دلیل تبادل هزینه‌ها به درستی صورت خواهد گرفت و به همین دلیل هزینه‌های ایجاد شده از حالت قبلی که هر یک از آنها به تنهایی حل شوند کمتر خواهد بود. با توجه به آنکه این تبادل در هر یک از پرئودها، تعادل هزینه‌ها و کمترین آنها را ایجاد خواهد کرد به همین دلیل این موضوع سبب تغییر در تصمیم‌گیری در هر پرئود خواهد شد.

بر اساس مطالعاتی که بر روی ده‌ها مقاله مرتبط صورت گرفته (فصل ۳)، معیارهای متفاوتی را به جهت بررسی می‌توان لحاظ کرد که از مهمترین این معیارها می‌توان به تعداد رده‌ها، الگوی تقاضا، چند محصولی، محدودیت ظرفیت، حمل و نقل، هزینه‌های تسهیل، موجودی‌ها و دیرکردها (زمان انتظار) اشاره کرد. با بررسی بر روی هر یک از مطالعات صورت گرفته می‌توان محدودیت‌هایی بشرح زیر را برای یک مدل یکپارچه فرض نمود.

#### ۱- ارضاء تقاضای مشتریان

۲- در نظر گرفتن ظرفیت تولیدی برای هر یک از خطوط تولیدی یا برای کارخانه

۳- ایجاد انبار با در نظر گرفتن ظرفیت انبار برای مراکز تامین، تولید و توزیع

۴- برقراری تعادل بین موجودی، حمل و نقل، تولید و توزیع

۵- تخصیص و مسیر حمل و نقل در مسیرها بر اساس هزینه هر یک از مسیرها

همانطور که در فصل ۳ بیان خواهد شد در این مدل‌ها اغلب با مسائلی روبرو هستیم که از متغیرها و محدودیتهای بسیاری تشکیل شده‌اند و مدل‌های مرتبط به این کلاس، جزء مسائل *NP-hard* تلقی می‌گردند. دو تکنیک اصلی در حل مسائل مکان‌یابی تجهیزات سیستم‌های تولید-توزیع با ظرفیت محدود، استفاده از الگوریتم‌های دقیق و تکنیک‌های ابداعی (فرا ابتکاری) می‌باشند.

#### ۱-۲- ضرورت تحقیق

از آنجا که معمولاً محل تولید و مصرف محصولات بر هم منطبق نیستند، هر شرکتی برای انتقال محصولات خود به محل مشتری نیازمند بهره‌گیری از مراکز توزیع و خدمات حمل و نقل است. در بسیاری از شرکت‌ها هزینه‌های احداث مراکز تولید-توزیع، حمل و نقل و به تبع آن مدیریت موجودی قسمت قابل توجه‌ای از هزینه تمام شده محصولات را به خود اختصاص می‌دهد اما جدای از هزینه‌های ذکر شده، طراحی یک مدل یکپارچه کارا با توانایی‌ها و قابلیت‌هایی که دارد می‌تواند نقشی بسیار اساسی در رقابت‌پذیری و موفقیت هر زنجیره‌ای برعهده داشته باشد. بنابراین شرکت‌ها توجه بسیاری به انواع مسائل مطرح شده در نگرش یکپارچه سیستم‌های تولید-توزیع دارند و سعی دارند به بهترین نحو از طریق کاهش هزینه‌های کل در جهت موفقیت کل زنجیره استفاده کنند.

امروزه با رشد و توسعه بازارهای جهانی و تعامل بیشتر بازارهای کشورهای مختلف محدوده تصمیمات سیستمهای یکپارچه تولید-توزیع از بازارهای داخلی فراتر رفته و فواصل بسیار دور و عبور از مرزها را نیز شامل می‌شود و بیش از پیش در تعیین موقعیت رقابتی یک شرکت در بازار سهم دارد. به بیان دیگر اهمیت آن در زمینه صادرات و زمانیکه فواصل طولانی‌تر شده و عبور از مرزهای مختلف را شامل می‌شود بسیار بیشتر است.

شرکت‌های ایرانی مخصوصاً در صنعت خودروسازی سابقه بسیار محدودی در امر صادرات دارند. رقبای بسیار قوی در کشورهای دیگر نیز، شرایط بازار بسیار متفاوتی نسبت به بازار داخل کشور دارند. بنابراین با توجه به اهمیت نگرش یکپارچه سیستمهای تولید-توزیع در موفقیت صادرات و بهبود رقابت‌پذیری کل زنجیره و همچنین کاستی‌های علمی موجود در این زمینه، پرداختن به این موضوع از اهمیت خاصی برخوردار است.

این شرکت‌ها نیازمند یک سیستم لجستیک پاسخگو، کارا و انعطاف‌پذیر می‌باشند. در ضمن وجود یک سیستم لجستیک ضعیف به تمام تلاش‌های صورت گرفته در بخش‌های دیگر مانند تولید و بازاریابی صدمه می‌زند و در مقابل، یک ساختار لجستیکی قدرتمند می‌تواند کاستی‌های بخش‌های دیگر را جبران نماید. اغلب این شرکت‌ها تجربه‌ای در حمل‌ونقل بین‌المللی نداشته و عواملی چون فاصله زیاد، زمان طولانی حمل، هزینه بالا، و احتمال آسیب دیدن محصول، نیازمند مدیریت مناسب است. از این رو طراحی شبکه یکپارچه تولید-توزیع از اهمیت خاصی برای آنها برخوردار است.

بطور دقیق‌تر باید روشی ارائه شود که با توجه به معیارها، محدودیت‌های موجود شرکتها، و محدودیت‌های حمل‌ونقل تعیین کند که چه محصولی برای حمل به کدام بازار ارسال شود. در ضمن برای ارسال محصولات به کشورهای مقصد، مسیرهای مختلفی وجود دارد که دارای هزینه و ارجحیت‌ها و ویژگی‌های متفاوتی می‌باشند. بنابراین یکی از مسایل مطرح برای آنها عبارت است از تعیین مسیر و جریان در شبکه حمل. البته از آنجا که تعیین مسیر و جریان در شبکه کاملاً به موقعیت مکانی مراکز تولید-توزیع و سیاستهای موجودی وابسته است بنابراین باید این مساله بصورت یکپارچه مدلسازی و حل شود.

روش حل باید تصمیمات حمل و نقل را با در نظر گرفتن کل سیستم از جمله تاثیر بر هزینه-های بخش‌های دیگر (مانند جایابی تسهیلات و موجودی)، و هم جهت بودن با اهداف کلی شرکت مورد بررسی قرار دهد.

مدل مطرح شده در این پروژه می‌تواند برای تعیین بهینه جواب در مسائلی از این قبیل مورد استفاده قرار گیرد. بنحوی که ارتباطات موجود بین انواع هزینه‌ها را بخوبی بیان می‌کند و از نتایج آن

می‌توان برای انتخاب مناسب مسیر حمل و نقل، طراحی بهینه سیستم موجودی و مکان‌یابی مراکز تولید-توزیع با توجه به محدودیتهای مختلف بهره برد.

### ۱-۳- بیان مساله

بدلیل تغییرات سریع تکنولوژی و بازارهای رقابتی، سازمانها برای پیدا کردن محل انبارها و کارخانجاتشان دیگر به هزینه حمل بسنده نمی‌کنند و یا اینکه برای آنها تصمیمات مرتبط با موجودی مستقل از مکان انبارها و تصمیمات حمل و نقل نیست. در بررسی ادبیات موضوع می‌توان دریافت که برای ترکیب هزینه‌های جایابی، حمل و نقل، موجودی توسعه‌هایی صورت گرفته است اما در این مطالعات، بررسی مسیر حمل و ظرفیت حمل بطور همزمان صورت نگرفته است.

در این پروژه ما به بررسی همزمان ارتباطات بین مدیریت موجودی، جایابی تسهیلات و تعیین سیاست حمل و نقل در یک شبکه توزیع خواهیم پرداخت. این ارتباطات اغلب بر پایه هزینه یا زمان انتقال، تصمیم‌سازی می‌شوند.

در فصل ۴ به آنالیز وابستگی‌های بین سه حوزه (جایابی تسهیلات، تعیین سیاست حمل و نقل و مدیریت موجودی) می‌پردازیم و سعی در ارائه یک مدل یکپارچه برای طراحی شبکه تولید-توزیع خواهیم داشت. مدل ارائه شده به بهبود ارتباطات بین این سه حوزه می‌پردازد و بدین منظور یک مدل ریاضی برای آن ایجاد شده است.

همانطور که در فصل ۵ بیان خواهد شد وابستگی‌های درونی بسیاری بین هر سه تصمیم وجود دارد. افزایش در تعداد مراکز توزیع منجر به افزایش کل موجودی سیستم می‌شود. مکان موجودی‌ها نیز تعیین کننده روشهای حمل، نوع آنها و حامل آنها است. برآوردن رضایت مشتری نیازمند استفاده از روشهای حمل سریعتر و قابل اطمینان‌تر است. تغییراتی در میانگین سطح موجودی دوره‌ای در یک تسهیل منجر به تغییراتی در اندازه انتقالی حمل می‌شود.

هدف ما در این پروژه تمرکز بر روی یک مدل ریاضی برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط (MIP) می‌باشد. تابع هدف هزینه‌های کل توزیع را به کمک سه فاکتور (جایابی تسهیلات، گزینه‌های حمل و نقل و پارامترهای موجودی) کمینه می‌کند.

برای انتقال محصولات از کارخانجات به انبارها و همچنین از انبارها به مشتریان، مسیرهای حمل متفاوتی لحاظ گردیده است که به عنوان مثال می‌توان به مسیرهای حمل کامیونی، دریایی، ریلی و هوایی اشاره کرد که بسته به شرایط و معیارهای مخصوص هر مسئله‌ای، هر کدام از برتری‌هایی برخوردارند. در مسائلی که فواصل توزیع محصولات طولانی می‌باشد (مانند لجستیک جهانی) وجود این فرض منجر به تصمیم‌گیری‌های بهتر که منطبق با واقعیت هستند می‌گردد.

در این مدل تابع هدف کل هزینه را که شامل هزینه تاسیس مراکز تولیدی، هزینه موجودی دوره‌ای مراکز تولیدی، هزینه حمل محصولات از تسهیلات تولیدی به مراکز توزیع، هزینه موجودی در راه از تسهیلات تولیدی به مراکز توزیع، هزینه حمل محصولات از مراکز توزیع به مشتریان، هزینه موجودی در راه از مراکز توزیع تا مشتریان و هزینه تاسیس مراکز توزیع را کمینه می‌کند.

بدلیل اینکه چنین مسئله‌هایی جزء دسته مسائل NP محسوب می‌شود، یک الگوریتم ابتکاری مبتنی بر حل آن ایجاد گردیده و نتایج آن با مسائل عددی حاصل از جواب الگوریتمهای دقیق مقایسه شده است.

### ۱-۳-۱- محدودیتهای مدل:

باید شرایطی را فراهم کرد که میزان محصول ارسالی برای هر یک از انبارها جوابگوی نیازهای مشتریان آن محصول باشد. این محدودیت تضمین می‌کند که تمام تقاضای مشتریان برآورده شود. همچنین با توجه به اینکه برای هر یک از کارخانه‌ها و انبارها ظرفیتی در نظر گرفته شده است تعداد محصولات حمل شده از کارخانه‌ها به انبارها نباید از فضای آنها بیشتر باشد.

از آنجائیکه سرمایه‌گذاری برای ایجاد مراکز تولید و توزیع محدود می‌باشد و مکان‌های انتخاب شده برای ایجاد آنها ممکن است از سقف سرمایه‌گذاری بیشتر باشد به همین لحاظ موضوع انتخاب از میان محل‌های کاندید شده مطرح خواهد شد لذا در این زمینه یک متغیر صفر و یک تعریف شده است که بر اساس اینکه مقدار آن یک یا صفر باشد ایجاد و یا عدم ایجاد آنها بررسی می‌گردد. همچنین کل محصول ارسالی به یک مرکز توزیع باید برابر با کل محصول ارسالی توسط آن مرکز باشد.

### ۱-۴- اهداف تحقیق:

هدف کلی که در این پایان نامه به دنبال آن خواهیم بود ارائه روشی است که به صورت یکپارچه و همزمان به تعیین گزینه‌های حمل‌ونقل و پارامترهای موجودی همراه با تعداد و موقعیت مراکز تولید و توزیع محصولات در شبکه تولید-توزیع بپردازد. این روش یکپارچه باید تصمیمات حمل و نقل را با در نظر گرفتن کل سیستم از جمله تاثیر بر هزینه‌های بخش‌های دیگر (مانند جایابی تسهیلات و موجودی)، و هم جهت بودن با اهداف کلی شرکت مورد بررسی قرار دهد.

در مدل ریاضی ایجاد شده دنبال پاسخ دادن به سوالات زیر هستیم:

✓ چه تعداد کارخانه و انبار (مراکز توزیع) مورد نیاز است؟

- ✓ بهترین محل برای کارخانه ها و انبارها کجاست؟
- ✓ جریان محصولات در میان این سیستم چگونه باشد؟
- ✓ کدام محصول، در کدام کارخانه و برای کدام بازار تولید شود؟
- ✓ مقادیر کالا که به هر انبار بر اساس تقاضا باید تخصیص یابد چه مقدار می باشد؟
- ✓ از طریق چه انبارهایی محصولات باید به مشتری ها جریان یابند؟
- ✓ وسیله و مسیر حمل برای رساندن محصولات از کارخانجات به انبارها و مشتریان چگونه است؟

#### ۱-۵- دستاوردها:

در این پایان نامه با ایجاد یک مدل ریاضی برنامه ریزی عدد صحیح مختلط (MIP) به بررسی همزمان ارتباطات و آنالیز وابستگی های درونی بین مدیریت موجودی، جایابی تسهیلات و تعیین سیاست حمل و نقل در یک شبکه تولید-توزیع پرداخته ایم. مدل ارائه شده به بهبود ارتباطات بین این سه حوزه می پردازد.

به منظور تحلیل مدل از رویکردهای مختلف، اقدام به حل دسته مسئله هایی (با خصوصیات متفاوت) نموده ایم که به کمک آنها به راحتی می توان به تحلیل رفتارهای مختلف انواع هزینه ها (مانند موجودی دوره ای و موجودی در راه در ابعاد مختلف جایابی تسهیلات)، نرخ استفاده از انبارها، میزان استفاده از مسیرهای مختلف، جریان محصولات و بسیاری موارد مختلف (که در فصل ۵ آورده شده) پرداخت.

این تحلیلها از جایگاه ویژه ای برای مدیران بخشهای مختلف هر سازمان برخوردار می باشند. بنحوی که طراحی و شناسایی مناسب شبکه تولید-توزیع را میسر می سازد.

## **فصل دوم**

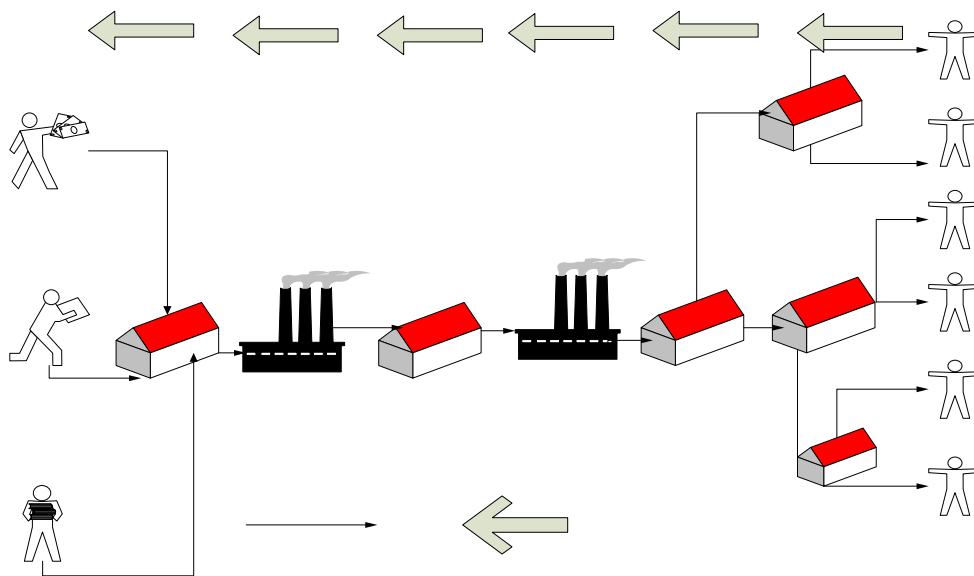
# **تولید و توزیع و جایگاه آن در زنجیره تامین**

## فصل دوم: تولید و توزیع و جایگاه آن در زنجیره تامین

### ۱-۲- زنجیره تامین

زنجیره تامین شبکه‌ای از سازمان‌ها که با ارتباطی بالادستی به پایین دستی، در فرایندها و فعالیت‌هایی درگیرند و به صورت محصولات و خدمات ارائه شده به مشتری نهایی، تولید ارزش می‌کنند [۱]. به طور وسیعتر، یک زنجیره تامین، شامل دو یا چند سازمان است که از نظر قانونی از هم جدا بوده و توسط جریانهای مواد، اطلاعات و مالی به هم مرتبط هستند. این سازمان‌ها می‌توانند شرکت‌هایی باشند که قطعات، اجزای تشکیل دهنده و محصولات نهایی تولید می‌کنند و حتی فراهم‌کنندگان خدمات تهیه و توزیع و خود مشتری نهایی را نیز دربرمی‌گیرند [۲].

همانطور که در شکل ۱،۲ آمده است، یک شبکه فقط روی جریان در داخل یک زنجیره تمرکز نمی‌کند، بلکه روی شبکه‌های پیچیده همگرا و واگرا از جریان کار می‌کند که این شبکه‌ها، تعداد زیادی از سفارشات را که باید به موازات هم برآورده شوند، دربر می‌گیرد.



شکل ۱،۲. زنجیره تامین

[3] Hand Field مدیریت زنجیره تامین<sup>۱</sup> را شامل همه فعالیت‌های مرتبط با جریان مواد و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) به حالت محصول نهایی (برای مصرف) و نیز جریان های اطلاعاتی مرتبط با آنها می‌شود تعریف کرده است. مدیریت زنجیره تامین شامل اجزاء مدیریت اطلاعات، مدیریت موجودی و جریان مواد (لجستیک) و مدیریت روابط بین اعضاء زنجیره می‌باشد.

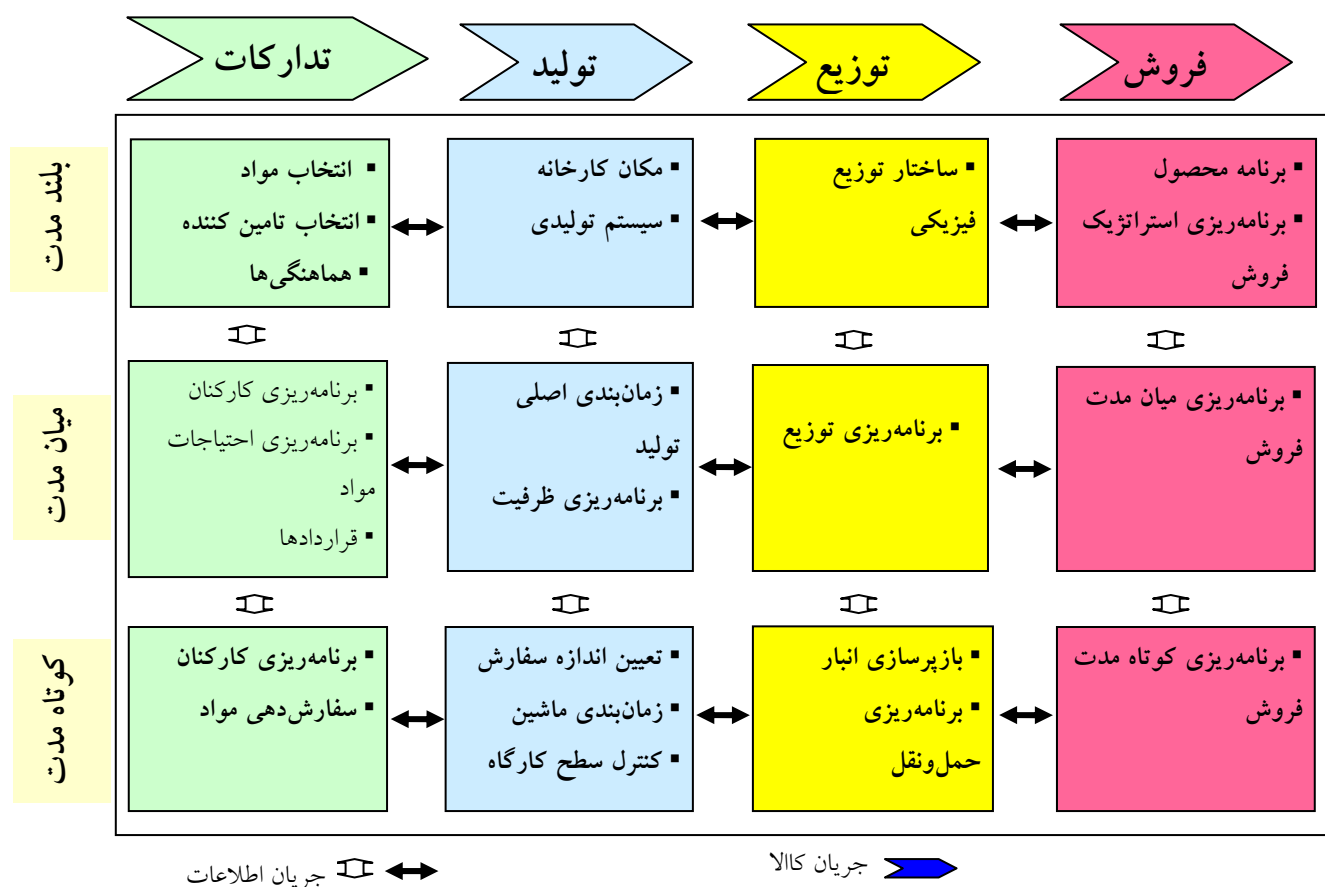
<sup>۱</sup> Supply Chain Management (SCM)



## ۲-۲- جایگاه توزیع در زنجیره تامین

تصمیم‌گیری در مورد طراحی شبکه توزیع یک بحث استراتژیک محسوب می‌گردد. عموماً، افق برنامه ریزی برای برنامه‌ریزی‌های استراتژیک از سه تا دوازده سال متغیر است و این تصمیمات استراتژیک شامل، احداث یا بسته شدن تسهیلات تولید و توزیع، تخصیص محصولات به تسهیلات و تاسیس خطوط اصلی تولید می‌باشد. هدف در این برنامه‌ریزی‌ها عموماً اهداف مالی چون، حداکثر کردن ارزش فعلی سود شبکه یا حداقل کردن ارزش فعلی هزینه‌ها با توجه به محدودیت‌های تقاضای مشتریان، سرویس‌دهی به مشتریان و بودجه می‌باشد. نتیجه این تصمیم‌گیری‌ها تعیین ظرفیت تولید و توزیع و تخصیص این ظرفیت‌ها به محصولات و نواحی تقاضا می‌باشد. سپس این ظرفیت‌ها و تخصیص‌ها در فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی به عنوان محدودیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. برنامه‌ریزی عملیاتی به ترتیب به تعیین جزئیات جریان و انبار مواد برای دوره‌های کوچکتری در یک دوره طولانی‌تر می‌پردازد [۴].

در شکل ۲،۲ فرآیندهای اصلی زنجیره تامین از رویکردهای متفاوت و فعالیتهای مرتبط به آنها بیان شده است [۲].



شکل ۲،۲. جایگاه تولید و توزیع در زنجیره تامین

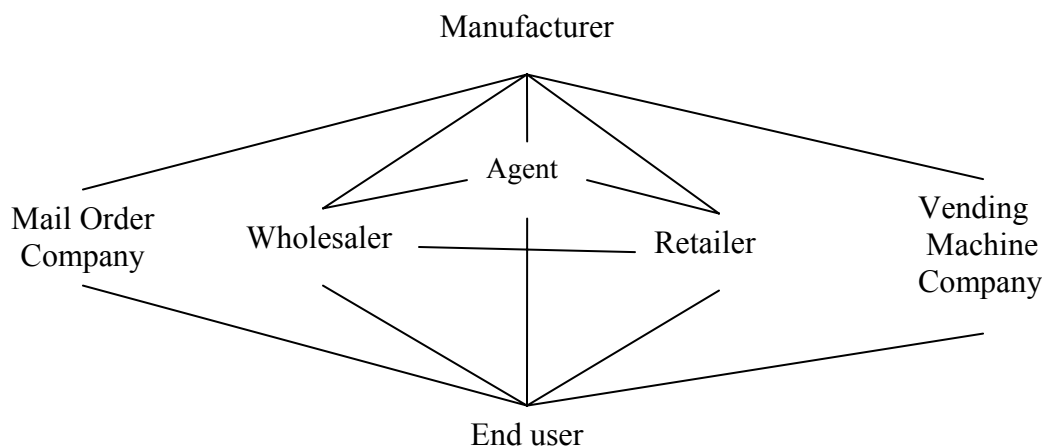
## ۳-۲- توزیع

توزیع عبارت است از قابل دسترس ساختن محصولات در بازارها. به سخن ساده توزیع، رساندن محصول مناسب به مکان مناسب در زمان مناسب است [۵].

### ۳-۲-۱ کانال توزیع

کانال توزیع، مسیری است که طی آن، محصول و حقوق مالکیت آن از تولید به مصرف جریان می‌یابد. کانال‌های توزیع اکثراً زنجیره‌هایی از موسسات مختلف هستند که به غیر از عرضه‌کننده اصلی و استفاده‌کننده نهایی، واسطه‌ها نام دارند [۶].

ساختار کانال توزیع را سه عامل اصلی نیازمندی‌های مشتری نهایی، توانمندی‌های شرکت اصلی و در دسترس بودن و تمایل واسطه‌های مناسب برای حضور در کانال توزیع تعیین می‌کند [۵]. طراحی صحیح کانال توزیع به متعادل کردن سود و هزینه کمک خواهد کرد. برای حداکثر کردن سود، یک کانال خوب باید با اهداف شرکت نسبت به سهم بازار، سودآوری، رشد و توسعه محصولات جدید مطابقت و سازگاری داشته باشد. در شکل ۳،۲ ساختار یک کانال توزیع که شامل تولیدکننده، خرده فروش، عمده فروش، ... و مشتری نهایی است ترسیم شده است [۵].



شکل ۳،۲. کانال‌های توزیع

### ۳-۲-۲ طراحی شبکه توزیع

یک شبکه توزیع شامل جریان محصولات نهایی یک تولیدکننده کالاهای مصرفی از کارخانه‌ها به مشتری‌ها از طریق فروشندگان کلی، خرده فروشان، بخش‌های فروش و... است. هر کارخانه محدوده مشخصی از محصولات را تامین می‌کند. سفارشات مشتری‌ها شامل مخلوطی از محصولات است [۷].

طراحی یا طراحی دوباره سیستم توزیع یک تولیدکننده ممکن است بنا به بسیاری از دلایل لازم باشد، به طور مثال دستیابی به تکنولوژی‌های جدید، تمرکز صنعتی، هزینه و پیچیدگی‌های کالاهای مورد نگهداری، سرعت تغییرات بازار، افزایش هزینه پرسنل، افزایش هزینه‌های سوخت و تعمیر وسایل نقلیه، استانداردسازی، قوانین و مقررات، فراریت اقتصادی<sup>۱</sup>، تغییر در زیر ساخت‌ها، روند جغرافیایی و روند اجتماعی از این جمله‌اند [۶].

مساله طراحی شبکه توزیع شامل تصمیم درباره ساختارهای پایه‌ای شبکه توزیع، تعداد و محل انبار مرکزی ( $CW^2$ )، انبار منطقه‌ای ( $RW^3$ )، نقطه انتقال بدون موجودی ( $TP^4$ ) و مسیرهای توزیع، بستگی بسیار به محصول و اندازه سفارش یا مناطق تحویل و تخصیص TPها به CWها دارد. هدف مینیمم کردن هزینه حمل و نقل، جابجایی، مدیریت و موجودی است [۸]. در بخش ۱-۳-۸ گزینه‌های موجود جهت طراحی شبکه توزیع به تفصیل توضیح داده شده است.

## ۲-۳-۳- توزیع مستقیم یا غیر مستقیم؟

پاسخ به این سوال که آیا شرکت باید از واسطه‌ها استفاده کند یا نه، پیچیده و دشوار است. این تصمیم شامل مزایا و ریسک‌هایی است که در بخش‌ها و بازارهای مختلف متفاوت است. به هر حال معیارهای مختلفی در رابطه با محصولات و خدمات وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به عنوان شاخص‌های کلی در انتخاب نوع توزیع مورد استفاده قرار داد. البته این معیارها همیشه باید با توجه به نیازهای استراتژیک شرکت اصلاح شوند. در جدول ۱،۲ چند مورد از این عوامل مورد بررسی قرار گرفته است [۵].

جدول ۱،۲. توزیع مستقیم یا غیر مستقیم، برخی از معیارهای تصمیم‌گیری

عوامل	زیاد	کم
تمرکز جغرافیایی	مستقیم	غیر مستقیم
تعداد خریداران	غیر مستقیم	مستقیم
پیچیدگی محصول	مستقیم	غیر مستقیم
قیمت واحد	مستقیم	غیر مستقیم
استاندارد سازی	غیر مستقیم	مستقیم
نیازهای ارائه خدمت	مستقیم	غیر مستقیم
قیمت مبادله	مستقیم	غیر مستقیم
اطلاعات فروش	مستقیم	غیر مستقیم

<sup>1</sup> Economic Volatility

<sup>2</sup> Central warehouse

<sup>3</sup> Regional warehouse

<sup>4</sup> Transshipment

فرکانس خرید	غیرمستقیم	مستقیم
احتمال فاسد شدن	مستقیم	غیرمستقیم

### ۲-۳-۴- برنامه ریزی چند کاناله

برای بسیاری از شرکت‌ها زمانی که استفاده از یک کانال برای پاسخ‌گویی به نیازهای توزیع کافی نمی‌باشد، استفاده از رویکرد چند کاناله ضروری می‌شود. از مزایای سیستم‌های چند کاناله آن است که شرکت قادر می‌شود بخش‌های بیشتری از بازار را پوشش دهد. و همچنین شرکت می‌تواند محدوده محصولاتش را جدا نماید و هر محصولی را به تنها یک کانال توزیع واگذار نماید تا توزیع کند. به این ترتیب شرکت می‌تواند رقابت بین قیمت‌ها را کاهش دهد [۹].

### ۲-۳-۵- انتخاب نوع توزیع

مشخصه‌های نوع توزیع از ساختار شبکه توزیع، الگوی تحویل، آرایش روش‌های حمل و نقل و محدودیت‌های بارگیری تشکیل می‌شود. ساختار توزیع، شبکه ارتباطات بین کارخانه (انبار محصول) و مشتری‌ها را شرح می‌دهد. ساختار توزیع یک مرحله‌ای وقتی وجود دارد که فقط ارتباطات مستقیم بین یک کارخانه (انبار محصول) و مشتریانش برقرار باشد. در حالتی که اگر در شبکه توزیع، یک لایه میانی (مانند انبارهای مرکزی (CW) یا انبارهای ناحیه‌ای (RW) وجود داشته باشد، یک ساختار توزیع دو مرحله‌ای ارائه می‌شود. یک ساختار توزیع سه مرحله‌ای، یک لایه اضافی دیگر (مانند CW و RW) را وارد می‌کند.

الگوی تحویل یا به صورت سیکلی و یا پویاست. در یک الگوی سیکلی، کالاها در یک بازه زمانی ثابت (مانند عزیمت‌های حمل دور دنیا) حمل می‌شوند. یک الگوی پویا زمانی ارائه می‌شود که تحویل کالا بسته به تقاضا (برای حمل و نقل) انجام شود. با توجه به آرایش روش‌های حمل و نقل، در شبکه توزیع می‌توان آرایش وسایل نقلیه روی مسیرها (مسیرهای استاندارد یا مسیرهای متغیر بسته به تقاضا) و به طور ساده یک ظرفیت حمل و نقل مفروض از ارتباطات منفرد در شبکه توزیع را تشخیص داد. حتی ممکن است ظرفیت‌های حمل و نقل، نامحدود در نظر گرفته شوند و فقط یک تابع هزینه مفروض (مثلاً بر پایه یک قرارداد با یک فراهم‌کننده خدمت طرف سوم بزرگ) منظور شود. محدودیت‌های بارگیری (مثل نیاز یک کامیون با بار پر) ممکن است احتیاجات بیشتری را بوجود آورد [۱۰]. در شکل ۴،۲ یک سیستم توزیع سه مرحله‌ای ترسیم شده است.