



دانشگاه کردستان  
دانشکده مهندسی  
گروه مهندسی صنایع

عنوان

مسئله مسیر یابی - موجودی چند محصولی و چند خرده فروش  
برای کالاهای فاسد شدنی

پژوهشگر

همایون شعبانی

استاد راهنما

دکتر عیسی نخعی کمال آبادی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته صنایع گرایش صنایع

شهر ۱۳۹۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه کردستان  
دانشکده مهندسی  
گروه مهندسی صنایع

عنوان:

مسأله مسیریابی-موجودی چند محصولی و چند خرده فروش برای کالاهای  
فاسدشدنی

پژوهشگر:

همایون شعبانی

استاد راهنما:

دکتر عیسی نخعی کمال آبادی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته صنایع گرایش صنایع

شهریور ماه ۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،  
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع  
این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان است.

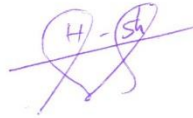
**\*\*\*تعهد نامه\*\*\***

اینجانب همایون شعبانی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته صنایع گرایش صنایع دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی گروه مهندسی صنایع تعهد می نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی که برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

همایون شعبانی

۱۳۹۳ / ۰۶ / ۲۵





دانشگاه کردستان  
دانشکده مهندسی  
گروه مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته صنایع گرایش صنایع

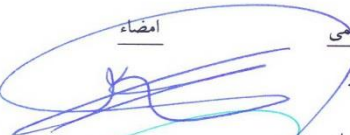

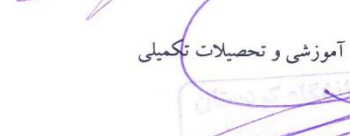
عنوان:

مسأله مسیریابی-موجودی چند محصولی و چند خرده فروش برای کالاهای  
فاسدشدنی

پژوهشگر:

همایون شعبانی

در تاریخ ۲۵ / ۰۶ / ۱۳۹۳ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره  
۱۹٫۸۱ و درجه عالی به تصویب رسید.

امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	استاد	دکتر عیسی نخعی کمال آبادی	۱- استاد راهنما
	استادیار	دکتر علیرضا عیدی	۲- استاد داور خارجی
	دانشیار	دکتر فردین احمدی زر	۳- استاد داور داخلی

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی

مهر و امضاء گروه دانشکده

تقدیم به

بزرگ مرد زندگی، پدر مهربانم

والاترین تجلی گذشت، مادر نازنینم

همراه همیشگی زندگی، برادر عزیزم

## سپاسگزاری و قدردانی

خداوند بزرگ را شاکرم که لطف خود را شامل حال این بنده حقیر نمود تا بتوانم پژوهش خود را به پایان برسانم و بتوانم سهمی هرچند اندک در راه توسعه علمی کشور عزیزم ایران بردارم. از استاد راهنمای بزرگوار خودم، آقای دکتر عیسی نخعی که در کمال سعه صدر و با حسن خلق و فروتنی از هیچ کمکی در این عرصه بر بنده دریغ ننمودند، سپاسگزارم. علاوه بر راهنمایی‌های ارزنده و بی‌نظیر در مراحل انجام این پژوهش، ایشان با رفتار و گفتار خود همواره راهنمای گرانقدر بنده در تمام عرصه‌های زندگی بوده‌اند.

لازم است تشکر ویژه‌ای از خانواده خودم داشته باشم. پدر مهربانم، مادر نازنینم و برادر عزیزم که در تمام طول زندگی مشوق و پشتیبان همیشگی بنده بوده‌اند. همچنین از پسرخاله عزیزم آقای دکتر بهنام علیزاده تشکر می‌کنم که در مراحل انجام این پژوهش از کمک‌ها و مشورت‌های ایشان نهایت استفاده را بردم. در نهایت از تمام افرادی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به بنده حقیر در طول انجام این پژوهش یاری رساندند تشکر می‌نمایم.



## چکیده

مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند راه‌های زیادی برای افزایش کارایی و بهره‌وری مهیا کند. مسأله مسیریابی-موجودی نیز یک مسأله سخت از زنجیره تأمین است. این تحقیق به بررسی توأم مسأله مسیریابی موجودی و کالاهای فاسدشدنی برای چند محصول با تقاضای قطعی می‌پردازد. زنجیره تأمین مورد بررسی شامل دو سطح است. در سطح اول یک تولیدکننده وجود دارد در صورتی که سطح دوم شامل چندین خرده‌فروش است. این زنجیره تأمین تحت رویکرد موجودی مدیریت شده توسط فروشنده فعالیت می‌کند. همچنین محصولات با استفاده از ناوگان محدودی از وسائل نقلیه با ظرفیت محدود و تحت استراتژی‌های توزیع مختلف با ارسال چندگانه بین خرده‌فروشان توزیع می‌گردد. ظرفیت تولید و نگهداری تولیدکننده محدود و در هر دوره مقدار معینی است و ظرفیت نگهداری خرده‌فروشان نیز محدود است و کمبود مجاز نیست. تابع هدف کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های سیستم است.

در این تحقیق یک دسته‌بندی نسبتاً کامل از تمام پژوهش‌های پیشین در حوزه مسیریابی-موجودی صورت گرفته است و همچنین پژوهش‌های پیشین در حوزه مدیریت موجودی و مسیریابی وسائل نقلیه کالاهای فاسدشدنی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت به این جمع‌بندی می‌رسیم که بررسی توأم مسیریابی و موجودی تمام انواع کالاهای فاسدشدنی می‌تواند در دنیای واقعی بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. از این‌رو دو مدل برای مسائل مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی ارائه می‌گردد و با استفاده از روش‌های مختلف به حل مدل پرداخته می‌شود. برای ارزیابی جواب‌ها، روش‌هایی برای به‌دست آوردن حدود پایین مسائل مختلف ارائه می‌شود. با استفاده از آزمایشات عددی بر روی مسائل نمونه تصادفی مختلف، کارایی و قابلیت اطمینان روش‌های پیشنهادی ارزیابی می‌گردد. نتایج محاسباتی و مقایسه‌ها بیانگر عملکرد مطلوب الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده مبتنی بر جمعیت برای مسائل نمونه است.

**کلمات کلیدی:** مسأله مسیریابی-موجودی، کالاهای فاسدشدنی، زنجیره تأمین، مسیریابی وسائل

نقلیه، مدیریت موجودی

## فهرست مطالب

فصل ۱ (معرفی تحقیق).....	۱
۱-۱- بیان مسأله تحقیق.....	۳
۱-۱-۱- مدیریت موجودی در زنجیره تأمین.....	۳
۱-۱-۱-۱- رویکرد سنتی مدیریت موجودی در زنجیره تأمین.....	۴
۱-۱-۱-۲- رویکرد موجودی مدیریت شده توسط فروشنده.....	۵
۲-۱-۱- مسأله مسیریابی-موجودی.....	۵
۱-۲-۱-۱- تعریف مسأله مسیریابی-موجودی.....	۶
۳-۱-۱- معرفی مسأله اصلی تحقیق.....	۷
۲-۱- ضرورت تحقیق.....	۷
۳-۱- اهداف تحقیق.....	۸
۴-۱- کاربردهای تحقیق.....	۸
۵-۱- مفروضات تحقیق.....	۹
۶-۱- سوال‌های تحقیق.....	۹
۷-۱- نوآوری تحقیق.....	۱۰
۸-۱- روش تحقیق.....	۱۰
۹-۱- چارچوب تحقیق.....	۱۱
۱۰-۱- تعاریف و اصطلاحات.....	۱۱
فصل ۲ (بررسی پژوهش‌های پیشین).....	۱۳
۱-۲- دسته بندی مسأله مسیریابی- موجودی.....	۱۴
۱-۱-۲- دسته بندی محققین مختلف برای مسأله مسیریابی- موجودی.....	۱۴
۲-۱-۲- دسته بندی جامع پیشنهادی برای مسأله مسیریابی- موجودی.....	۱۵
۲-۲- طبقه بندی پژوهش‌های پیشین در حوزه مسأله مسیریابی- موجودی.....	۱۸
۳-۲- مرور پژوهش‌های پیشین در حوزه مدیریت موجودی و مسیریابی کالاهای فاسدشدنی.....	۳۹
۴-۲- جمع بندی.....	۴۰
فصل ۳ (مدلسازی مسأله).....	۴۱
۱-۳- مدلسازی تحت استراتژی ارسال مستقیم.....	۴۲

- ۳-۱-۱- مدلسازی مسأله مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی با طول عمر ثابت تحت  
استراتژی ارسال مستقیم..... ۴۳
- ۳-۱-۱-۱- مفروضات مدل *FL1* ..... ۴۳
- ۳-۱-۱-۲- علائم و نمادهای مورد استفاده ..... ۴۳
- ۳-۱-۱-۳- مدل ریاضی ..... ۴۴
- ۳-۱-۲- مدلسازی مسأله مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی با طول عمر متغیر تحت  
استراتژی ارسال مستقیم..... ۴۵
- ۳-۱-۲-۱- مفروضات مدل *RL1* ..... ۴۵
- ۳-۱-۲-۲- علائم و نمادهای مورد استفاده ..... ۴۶
- ۳-۱-۲-۳- مدل ریاضی ..... ۴۶
- ۳-۱-۲-۴- مدل ارائه شده توسط بارد و نانانوکول ..... ۴۷
- ۳-۱-۲-۵- ارائه مدل توسعه یافته و متناسب شده برای مسأله تحقیق ..... ۴۸
- ۳-۱-۳- مدلسازی مسأله مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی با طول عمر ثابت ..... ۴۹
- ۳-۱-۳-۱- مفروضات مدل *FL2* ..... ۴۹
- ۳-۱-۳-۲- علائم و نمادهای مورد استفاده ..... ۴۹
- ۳-۱-۳-۳- مدل ریاضی ..... ۵۱
- ۳-۱-۳-۴- مدلسازی مسأله مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی با طول عمر متغیر ..... ۵۲
- ۳-۱-۳-۵- مفروضات مدل *RL2* ..... ۵۳
- ۳-۱-۳-۶- علائم و نمادهای مورد استفاده ..... ۵۳
- ۳-۱-۳-۷- مدل ریاضی ..... ۵۳
- ۳-۱-۴- تفاوت‌های دو مدل ..... ۵۵
- ۳-۱-۵- ایجاد بهبود در مدل ..... ۵۵
- ۳-۱-۶- جمع‌بندی ..... ۵۸
- فصل ۴ (رویکرد حل) ..... ۵۹**
- ۴-۱- مفاهیم پایه‌ای ..... ۶۱
- ۴-۱-۱- پیچیدگی محاسباتی مسأله مسیریابی-موجودی ..... ۶۱
- ۴-۱-۲- الگوریتم شاخه و برش ..... ۶۱
- ۴-۱-۲-۱- معرفی ..... ۶۱

۶۲	..... انتخاب متغیر شاخه ۲-۲-۱-۴
۶۳	..... انتخاب گره ۳-۲-۱-۴
۶۴	..... الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده ۳-۱-۴
۶۴	..... معرفی ۱-۳-۱-۴
۶۷	..... پذیرش حرکت ۲-۳-۱-۴
۶۷	..... پارامترهای خاص الگوریتم ۳-۳-۱-۴
۶۹	..... روش‌های آزادسازی ۴-۱-۴
۷۰	..... فاصله بهینگی ۵-۱-۴
۷۱	..... ساختارهای پیشنهادی برای الگوریتم حل ۲-۴
۷۱	..... روش‌های یافتن حد بالا ۱-۲-۴
۷۱	..... الگوریتم شاخه و برش ۱-۱-۲-۴
۷۲	..... الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده مبتنی بر جمعیت ۲-۱-۲-۴
۷۲	..... معرفی و نحوه استفاده از الگوریتم برای مدل ۱-۲-۱-۲-۴
۷۶	..... پارامترهای الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده ۲-۲-۱-۲-۴
۷۹	..... بعد جمعیتی اضافه‌شده به الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده ۳-۲-۱-۲-۴
۸۰	..... روش‌های یافتن حد پایین ۲-۲-۴
۸۳	..... جمع‌بندی ۳-۴
۸۴	<b>فصل ۵ (آزمایشات عددی).....</b>
۸۵	..... مسأله مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی ۱-۵
۸۵	..... چگونگی ایجاد مسائل نمونه و مقادیر پارامترهای الگوریتم ۲-۵
۸۸	..... نتایج عددی ۳-۵
۹۲	..... مقایسه‌های نتایج به‌دست آمده ۴-۵
۹۵	..... جمع‌بندی ۵-۵
۹۶	<b>فصل ۶ (نتایج و پژوهش‌های آتی).....</b>
۹۷	..... نتیجه‌گیری ۱-۶
۹۸	..... پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی ۲-۶
۹۹	<b>منابع و مأخذ.....</b>

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲: دسته بندی جامع پیشنهادی برای مسأله مسیریابی - موجودی ..... ۱۵
- جدول ۲-۲: طبقه‌بندی پژوهش‌های پیشین در حوزه مسأله مسیریابی - موجودی (I) ..... ۱۹
- جدول ۳-۲: طبقه‌بندی پژوهش‌های پیشین در حوزه مسأله مسیریابی - موجودی (II) ..... ۲۸
- جدول ۴-۲: پژوهش‌های پیشین در حوزه‌ی مدیریت موجودی و مسیریابی کالاهای فاسدشدنی ..... ۳۹
- جدول ۱-۴: تناسب سیستم فیزیکی و مسأله بهینه‌سازی ..... ۶۵
- جدول ۱-۵: ابعاد مسائل نمونه ..... ۸۶
- جدول ۲-۵: نحوه ایجاد پارامترهای مسائل نمونه ..... ۸۷
- جدول ۳-۵: انحراف معیار مقادیر تابع هدف برای ۱۰ بار اجرای هر مسأله ..... ۸۸
- جدول ۴-۵: مقدار تابع هدف و زمان محاسباتی حل مسائل نمونه تصادفی مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی با طول عمر ثابت ( $FL$ ) ..... ۹۰
- جدول ۵-۵: مقدار تابع هدف و زمان محاسباتی حل مسائل نمونه تصادفی مسیریابی-موجودی کالاهای فاسدشدنی با طول عمر متغیر ( $RL$ ) ..... ۹۱
- جدول ۶-۵: تحلیل واریانس دو طرفه بر روی مقادیر تابع هدف مسائل با ابعاد کوچک و متوسط ( $FL$ ) ..... ۹۲
- جدول ۷-۵: تحلیل واریانس دو طرفه بر روی مقادیر تابع هدف مسائل با ابعاد کوچک و متوسط ( $RL$ ) ..... ۹۳

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱: روند مدل‌سازی ..... ۴۲
- شکل ۴-۱: ساختار رویکرد حل ..... ۶۰
- شکل ۴-۲: بازپخت شبیه‌سازی شده از بهینه‌های محلی فرار می‌کند ..... ۶۵
- شکل ۴-۳: الگوی الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده ..... ۶۶
- شکل ۴-۴: نحوه رمزگذاری مثال نمونه ..... ۷۷
- شکل ۴-۵: جدا کردن رشته عددی مرتبط با هر کدام از وسایل نقلیه مثال نمونه ..... ۷۷
- شکل ۴-۶: ماتریس صفر و یک وسیله نقلیه دوم مثال نمونه ..... ۷۷
- شکل ۴-۷: رشته عددی اولیه ..... ۷۸
- شکل ۴-۸: رشته عددی بعد از اعمال عملگر تعویض ..... ۷۸
- شکل ۴-۹: دو تکرار فرضی از روند انتخاب جمعیت ..... ۷۹
- شکل ۴-۱۰: الگوی الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده مبتنی بر جمعیت ..... ۸۰
- شکل ۴-۱۱: الگوریتم بهینه‌سازی زیرگرایان ..... ۸۲
- شکل ۵-۱: نمودار تعداد دفعات فراخوانی تابع هدف در برابر بهترین هزینه حمل و نقل مربوط به مسأله هشتم، دوره دهم، تکرار دوم ..... ۸۹
- شکل ۵-۲: نمودار تعداد دفعات فراخوانی تابع هدف در برابر بهترین هزینه حمل و نقل مربوط به مسأله هشتم، دوره دهم، تکرار نهم ..... ۸۹
- شکل ۵-۳: نمودار درصد فاصله بهینگی برای تمام مسائل (FL) ..... ۹۳
- شکل ۵-۴: نمودار درصد فاصله بهینگی برای تمام مسائل (RL) ..... ۹۳
- شکل ۵-۵: مقایسه زمان محاسباتی سه روش ارائه شده (FL) ..... ۹۴
- شکل ۵-۶: مقایسه زمان محاسباتی سه روش ارائه شده (RL) ..... ۹۴

# فصل ۱

## معرفی تحقیق

در دنیای واقعی سازمان‌ها در انزوا کار نمی‌کنند و وقتی که موادی را از تأمین‌کننده خودشان می‌خرند به‌عنوان یک مشتری هستند و سپس وقتی که موادی را به مشتریان خود منتقل می‌کنند به عنوان یک تأمین‌کننده عمل می‌کنند. بیشتر محصولات از یک سری سازمان‌هایی بین تأمین‌کنندگان اصلی و مشتریان نهایی عبور می‌کنند، برای مثال قبل از خرید ما شیر از مزرعه، تانکر جمع‌آوری کننده، لبنیاتی، کارخانه بطری‌سازی، توزیع‌کننده و سوپرمارکت عبور می‌کند. افراد نام‌های مختلفی برای این زنجیره‌های فعالیت‌ها و سازمان‌ها استفاده می‌کنند. وقتی که تأکید بر روی عملیات است اشاره به فرآیند<sup>۱</sup> دارد؛ وقتی که تأکید بر بازار است کانال لجستیکی<sup>۲</sup> نامیده می‌شود؛ وقتی که به ارزش افزوده توجه می‌شود، زنجیره ارزش<sup>۳</sup> نام می‌گیرد؛ وقتی که به چگونگی ارضای تقاضای مشتریان توجه می‌شود، زنجیره تقاضا<sup>۴</sup> نام می‌گیرد. ما در اینجا تأکید بر جابه‌جایی مواد داریم و به‌طور عام از عبارت زنجیره تأمین<sup>۵</sup> استفاده می‌کنیم [۱].

به‌طور کلی حوزه‌های تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین را می‌توان در شش محور اصلی بیان کرد که عبارتند از: تسهیلات، موجودی، حمل و نقل، اطلاعات، منبع‌یابی، قیمت‌گذاری که با نام رانه‌های عملکردی<sup>۶</sup> شناخته می‌شوند [۲]. به منظور مدیریت صحیح و کارای زنجیره تأمین، استراتژی‌ها و رویکردهای مختلفی برای مدیریت زنجیره تأمین<sup>۷</sup> پیشنهاد شده است. اجرای درست چنین رویکردها و استراتژی‌هایی و نیز برنامه‌ریزی فرآیندها و عملیات مختلف زنجیره تأمین مستلزم اخذ تصمیماتی در هر یک از حوزه‌های مذکور است. اتخاذ چنین تصمیماتی از پیچیدگی بالایی برخوردار است زیرا متغیرها و پارامترهای گوناگون و متعددی بر آن تأثیر دارند. برای رفع این مشکل، مدل‌ها و راه‌حل‌های مختلفی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین مطرح شده است. مسأله مسیریابی-موجودی<sup>۸</sup> در زمره همین مدل‌ها قرار می‌گیرد. این مسأله با هدف برنامه‌ریزی مناسب مدیریت موجودی و توزیع در زنجیره تأمین ارائه شده است.

در این تحقیق مسأله مسیریابی-موجودی تحت مفروضات و شرایط خاص مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این فصل برای تشریح بهتر مسأله پس از مقدمه ارائه شده در ادامه به بیان مسأله اصلی تحقیق پرداخته می‌شود و پس از آن ضرورت تحقیق مورد بحث قرار می‌گیرد. سپس اهداف، کاربردها، مفروضات، جنبه‌های نوآوری و روش تحقیق بیان خواهد شد. همچنین چارچوبی از تحقیق ارائه می‌گردد و سرانجام تعاریف و اصطلاحات مورد استفاده در این تحقیق تشریح می‌گردد.

---

<sup>1</sup> Process

<sup>2</sup> Logistics channel

<sup>3</sup> Value chain

<sup>4</sup> Demand chain

<sup>5</sup> Supply chain

<sup>6</sup> Performance driver

<sup>7</sup> Supply chain management

<sup>8</sup> Inventory Routing Problem (IRP)



## ۱-۱- بیان مسأله تحقیق

موجودی و حمل و نقل دو مولفه کلیدی از زنجیره تأمین هستند. موجودی به دلیل عدم مطابقت بین عرضه و تقاضا در زنجیره تأمین موجود است. این عدم تطابق در تولید فولاد به طور عمدی صورت می‌گیرد یعنی جایی که تولید در مقادیرهای بزرگ اقتصادی است و سپس برای فروش آینده ذخیره می‌شوند. وظیفه مهمی که موجودی در زنجیره تأمین دارد افزایش مقدار تقاضایی است که می‌تواند با در دسترس و آماده بودن محصول وقتی که مشتری به آن نیاز دارد ارضا شود. وظیفه مهم دیگری که موجودی دارد کاهش هزینه توسط استخراج مقیاس اقتصادی است که ممکن است در طول تولید و توزیع وجود داشته باشد. حمل و نقل محصول را بین مراحل مختلف زنجیره تأمین جابه‌جا می‌کند. همانند دیگر رانه‌های زنجیره تأمین حمل و نقل تأثیر بزرگی بر پاسخ‌دهی و کارایی دارد. حمل و نقل محصول سریع‌تر به یک زنجیره تأمین اجازه پاسخ‌دهی بیشتر را می‌دهد اما کارایی آن را کاهش می‌دهد. همچنین نوع حمل و نقلی که یک شرکت استفاده می‌کند بر موجودی و جایابی تسهیل در زنجیره تأمین اثر می‌گذارد [۲].

وقتی که لجستیک بین دو یا چند شرکت بررسی می‌شود مفهوم هماهنگی<sup>۱</sup> بسیار مهم می‌شود. کمبود هماهنگی بین مخاطبان وقتی که آنها اطلاعات ناقص یا غیرصحیحی دارند اتفاق می‌افتد مثل اتفاقی که در اثر شلاقی<sup>۲</sup> رخ می‌دهد. کمبود هماهنگی بین فاکتورهای اثرات، کارایی کلی را کاهش می‌دهد و هزینه‌های متفاوت را بر سیستم تحمیل می‌کند [۳].

مسأله مسیریابی-موجودی نقطه شروعی برای یکپارچه کردن دو حوزه متفاوت در زنجیره تأمین یعنی مدیریت موجودی و حمل و نقل است. در رویکرد سنتی به هر یک از این دو حوزه به صورت جداگانه پرداخته می‌شود، درحالی‌که یکپارچه کردن این دو حوزه می‌تواند تأثیر مهمی در بهبود عملکرد زنجیره تأمین داشته باشد.

## ۱-۱-۱- مدیریت موجودی در زنجیره تأمین

مدیریت موجودی در سطح مرکز توزیع<sup>۳</sup> هم برای مراکز توزیع ملی خرده‌فروشی<sup>۴</sup> و هم مراکز توزیع منطقه‌ای خرده‌فروشی<sup>۵</sup> مسائل مشابهی را توسط تولیدکنندگان مطرح می‌کنند. هرچند در انبار خرده‌فروشی نیازمندی‌های موجودی می‌تواند متفاوت باشد همچنین وابسته به استراتژی دسترسی‌پذیری محصول و سیاست‌های تجاری مورد استفاده است. انواع جدید سیستم‌های مدیریت موجودی برای عرضه این نیازمندی‌های متفاوت توسعه داده شده است. برخی از این رویکردها شباهت‌های با اهمیتی باهم دارند اما هدف کلی ارتقای دقیق‌تر آشکارسازی اطلاعات با زنجیره تأمین است تا قادر به کاهش موجودی شود و سرویس مشتری را در دسترس‌پذیری محصول بهبود دهد [۴].

مهمترین تکنیک‌های برنامه‌ریزی عبارتند از [۴]:

<sup>1</sup> Coordination

<sup>2</sup> Bullwhip effect

<sup>3</sup> Distribution Centre (DC)

<sup>4</sup> Retail national distribution centres (NDCs)

<sup>5</sup> Retail regional distribution centres (RDCs)

- موجودی مدیریت شده توسط فروشنده (Vendor Managed Inventory (VMI)
- بازپرسازی پیوسته (Continuous Replenishment (CRP)
- پاسخ سریع (Quick Response (QR)
- پاسخ کارای مشتری (Efficient Consumer Response (ECR)
- مدیریت طبقه‌ای (Category Management (CM)
- همکاری برنامه‌ریزی، پیش‌بینی و بازپرسازی (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)

### ۱-۱-۱-۱- رویکرد سنتی مدیریت موجودی در زنجیره تأمین

برنامه‌ریزی موجودی در رویکرد سنتی معمولاً برای تمام کالاهای ساخته شده در انتهای زنجیره تأمین به کار گرفته می‌شود. در حال حاضر این برنامه‌ریزی فعالیتی است که ارتباط با ذخیره کالا در تمام مراحل زنجیره تأمین دارد. با گذشت زمان شرکت‌ها کم‌کم درک کردند که هزینه مازاد یا غیرضروری موجودی در هر کجای زنجیره تأمین ذخیره شده باشد، خواه شرکت نسبت به آن مسوولیت مستقیم داشته باشد یا خیر، باز هم بر هزینه‌های نهایی شرکت تأثیرگذار است. از این رو به سطوح نگهداری مواد خام و اجزا با دید عناصر مرتبط باهم و به وجود آورنده فرصت برای بهبود هزینه‌ها نگریده می‌شود. برخی از خرده‌فروشان از تأمین‌کنندگان خود خواسته‌اند که مسوولیت برنامه‌ریزی و مدیریت موجودی محصولات عرضه شده خود را برعهده بگیرند [۴].

به‌خاطر این تغییر رویکرد در مسوولیت موجودی، روش سنتی برنامه‌ریزی موجودی برای بیشتر شرکت‌ها کارایی خود را از دست داده است. برای مثال مفهوم مقدار سفارش اقتصادی<sup>۱</sup> با وجود اینکه هنوز هم در بسیاری از محیط‌ها ابزاری مفید و معتبر است اما فرضیات اصلی که مبنای توسعه این مدل هستند در مورد بسیاری از شرکت‌هایی که فعالیت‌های تدارکاتی و زنجیره تأمین خود را با رویکردهای جدید منطبق کرده‌اند چندان به واقعیت نزدیک نیست. به‌عنوان مثال:

- تقاضا مثل گذشته قابل پیش‌بینی نیست.
- زمان‌های تدارک<sup>۲</sup> ثابت نیستند و می‌توانند برای محصول مشابه در زمان‌های سفارش مختلف، متفاوت باشند.
- هزینه‌ها می‌توانند متغیر باشند. روابط هزینه سفارش‌دهی با ظهور تبادل داده الکترونیکی و خودکار مرتبط با رویه‌های سفارش تغییر کرده است.
- ظرفیت تولید می‌تواند با ارزش باشد و ممکن است همیشه برای تأمین یک محصول مورد نیاز موجه نباشد.
- محصولات منحصربفرد ارتباط نزدیکی با دیگر محصولات دارند و نیاز دارند که با آنها تأمین شوند تا اینکه ارضای سفارش تکمیل شده بدست آید.

<sup>۱</sup> Economic Order Quantity (EOQ)

<sup>۲</sup> Lead times

از این رو فرضیات اصلی که مبنایی برای مقدار سفارش اقتصادی هستند ممکن است برای تعدادی از شرکت‌ها و محصولات آنها درست نباشد. این موضوع می‌تواند به ظهور بازپرسی پیوسته که اکنون در مرکز سیاست‌های تأمین بیشتر شرکت‌ها است متصل شود. این به آن معناست که سفارشات برای مقادیر کوچک‌تر هستند و همچنین تکرار بیشتری نیاز دارند. قوانینی که بر برنامه‌ریزی موجودی اعمال می‌شوند متحمل تغییراتی هستند. قطعاً این قوانین برای شرکت‌های بزرگ درست است، اگرچه کاربرد مفهوم مقدار سفارش اقتصادی هنوز با تعداد زیادی از بنگاه‌های اقتصادی کوچک و متوسط مرتبط است [۴].

### ۱-۱-۲- رویکرد موجودی مدیریت شده توسط فروشنده

روشی که برای هماهنگی تصمیمات موجودی شهرت پیدا کرده، موجودی مدیریت شده توسط فروشنده است. این شروع همکاری با تأمین‌کننده اجازه می‌دهد که موجودی واحدهای ذخیره شده خریدار را مدیریت کند. این رویکرد به‌طور موثر تأمین‌کنندگان و خریداران را توسط فناوری اطلاعات<sup>۱</sup> یکپارچه می‌کند. خریداران می‌توانند اطلاعات زمان واقعی فروش‌ها و موجودی را با تأمین‌کنندگان به اشتراک بگذارند و سپس تأمین‌کنندگان می‌توانند از این اطلاعات برای برنامه‌ریزی تولید، تصمیمات تحویل کالا و مدیریت حجم سفارش استفاده کنند و سطوح موجودی خودشان را در انبارهای خریداران تنظیم کنند [۵].

موجودی مدیریت شده توسط فروشنده درجایی است که تولیدکننده مسوولیت مراقبت و کنترل سطوح موجودی در مرکز توزیع خرده‌فروشان را دارد و همچنین در برخی مواقع مسوولیت را در سطح ذخیره خرده‌فروشی دارد. اهداف موجودی خاص موافقت می‌شود و این مسوولیت تولیدکننده است که مطمئن شود که موجودی مناسب همیشه در دسترس است. چنین چیدمانی بستگی به اطلاعات به موقع و دقیق دارد و سیستم‌های کامپیوتری مناسب در سال‌های اخیر در دسترس شده‌اند. مزیت اصلی برای خرده‌فروشان در کاهش هزینه‌های عملیاتی و همچنین تأخیر در پرداخت برای تولید در دست است. برای تولیدکنندگان پیشنهاد شده که یک سیستم موجودی مدیریت شده توسط فروشنده برای یک خرده‌فروش اجرا شود تا اینکه فرصت بهبود رابطه نزدیکتر، تعهد بیشتر با خرده‌فروش را داشته باشد تا دید بهتری از تقاضای واقعی بدست آورد. از این رو می‌تواند برنامه‌ریزی تولید را ساده‌تر کند و می‌تواند منجر به کاهش‌های قابل توجه‌ای در هزینه نگهداری موجودی از طریق زنجیره تأمین شود [۴].

### ۱-۱-۲- مسأله مسیریابی-موجودی

مسأله مسیریابی-موجودی توسعه مهمی از مسأله وسایل نقلیه است که تصمیمات مسیریابی را با کنترل موجودی ادغام می‌کند. مشکل در محیط‌هایی به‌وجود می‌آید که سیاست‌های تأمین مجدد موجودی مدیریت شده توسط فروشنده به‌کار گرفته می‌شود. این سیاست‌ها به فروشنده اجازه‌ی

<sup>1</sup> Information Technology (IT)

انتخاب زمان و اندازه‌ی تحویل کالا را می‌دهد. به ازای این آزادی عمل فروشنده تضمین می‌کند که مشتریانش بدون محصول نمانند. در روابط سنتی‌تر جایی که مشتریان سفارش خود را اعلام می‌کردند ناکارآمدی زیادی براساس زمان سفارشات مشتریان اتفاق می‌افتاد که منجر به موجودی زیاد و هزینه‌های توزیع می‌شد. سیاست‌های موجودی مدیریت شده توسط فروشنده فرصت‌های صرفه‌جویی هزینه را تحقق می‌بخشد هرچند که با تعداد زیاد و تنوع مشتریان این کار عمل ساده‌ای نیست.

مسئله مسیریابی-موجودی به این هدف با تعیین یک استراتژی توزیع که هزینه‌های توزیع بلندمدت را کمینه می‌کند دست می‌یابد. این توصیف مسئله مسیریابی-موجودی عمدتاً بر روی توزیع تمرکز دارد. کنترل موجودی محدود به تضمین رخ ندادن کمبود برای مشتریان است [۶].

مسئله مسیریابی-موجودی بسیار متفاوت از مسئله مسیریابی وسائل نقلیه است. مسئله مسیریابی وسائل نقلیه وقتی اتفاق می‌افتد که مشتریان سفارشات خود را می‌دهند و فروشنده در روزهای داده شده سفارشات را برای آن روز به مسیر حمل تخصیص می‌دهد. در مسئله مسیریابی-موجودی شرکت تحویل‌دهنده و نه مشتری تصمیم می‌گیرد که چه مقدار به کدام مشتری در هر روز ارسال کند. هیچ سفارشات مشتری‌ای وجود ندارد. در عوض شرکت تحویل‌دهنده تحت محدودیت اینکه مشتریان بدون محصول نمانند قرار دارد. تفاوت کلیدی دیگر در افق برنامه‌ریزی است. مسئله مسیریابی وسائل نقلیه در تک روز رسیدگی می‌شود و لازمه‌ی آن این است که تمام سفارشات در انتهای روز باید ارسال شده باشند. مسئله مسیریابی-موجودی در افق برنامه‌ریزی بلندمدت‌تری تعریف می‌شوند. هر روز شرکت تحویل‌دهنده تصمیم می‌گیرد که به کدام مشتریان و به چه میزان به آنها ارسال کند درحالی‌که باید در نظر داشته باشد که تصمیماتی که امروز می‌گیرد بر کارهای آینده‌اش تأثیرگذار است. هدف در مسائل مسیریابی-موجودی کمینه‌سازی مجموع هزینه‌ها در افق برنامه‌ریزی خواهد بود به گونه‌ای که مشتریان با کمبود مواجه نگردند [۶].

#### ۱-۱-۲-۱- تعریف مسئله مسیریابی-موجودی

مسئله مسیریابی-موجودی مربوط به توزیع پی در پی یک محصول از یک یا چند محل توزیع در بین مجموعه‌ای از  $n$  مشتری در طول یک افق برنامه‌ریزی به طول  $T$  یا با طول نامحدود است. مشتری  $i$  محصول را با نرخ مخصوص به خود مصرف نموده و این نرخ می‌تواند قطعی یا تصادفی باشد. در بیشتر مدل‌های موجود، حداکثر ظرفیت هر مشتری برای نگهداری این محصول مقداری معین است اما در برخی موارد نیز نامحدود فرض می‌شود. موجودی مشتری  $i$  در زمان صفر،  $I_i$  می‌باشد. تأمین‌کننده برای توزیع محصول یک ناوگان از وسائل حمل و نقل در اختیار دارد. این ناوگان شامل  $m$  وسیله حمل و نقل است که در بیشتر موارد مشابه فرض می‌شوند. هدف حداقل کردن هزینه متوسط توزیع یا مجموع هزینه‌های توزیع و نگهداری در طول افق برنامه‌ریزی است به نحوی که برای هیچ یک از مشتریان کمبود رخ ندهد.

این مسئله شامل سه تصمیم است:

- چه وقت به هر مشتری خدمت داده شود؟