

# مسیریابی وسایل نقلیه

[www.kebab.ir](http://www.kebab.ir)

عنوان و نام پدیدآور	: مسیریابی وسایل نقلیه/ نویسنده   ویراستار   پانولو تات، دانیل ویگو   مترجمان مصطفی ستاک، امین توکل نیا
مشخصات نشر	: تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهری	: ۳۷۸ ص: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۸-۳۵۵-۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: (C)۲۰۰۲, The vehicle routing problem
موضوع	: برنامه نویسی مسائل حمل و نقل
شناسه افزوده	: تات، پانولو، ۱۹۴۱ - م. ویراستار
شناسه افزوده	: Toth, Paolo
شناسه افزوده	: ویگو، دانیل، ویراستار
شناسه افزوده	: Vigo, Daniele
شناسه افزوده	: ستاک، مصطفی، ۱۳۴۹ - مترجم
شناسه افزوده	: توکل نیا، امین، ۱۳۶۹ - مترجم
شناسه افزوده	: شرکت چاپ و نشر بازرگانی
رده بندی کنگره	: /م ۱۳۹۲/۴۰۲۰۱
رده بندی دیویی	: ۳۱۰۲۸۸/۳۸۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۲۱۳۸

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۸-۳۵۵-۸

نام کتاب: مسیریابی وسایل نقلیه

نویسنده: پانولو تات و دانیل ویگو

مترجمان: دکتر مصطفی ستاک و مهندس امین توکل نیا

اصلاح و صفحه آرایی: مهندس امین توکل نیا

ویراستار فنی: مجید نیک مهر

طراحی جلد: شاهرخ بهاری

چاپ اول: ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۶۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: شرکت چاپ و نشر بازرگانی

ناشر: شرکت چاپ و نشر بازرگانی

تمام حقوق برای ناشر محفوظ است.

نشانی: تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از بلوار کشاورز، شماره ۱۲۰۲، تلفن: ۶۶۹۳۹۳۲۹

وب سایت: www.cppe.ir

## پیشگفتار ناشر

موضوع مبدا و مقصد و حرکت میان این دو در زندگی انسان‌ها نقش حیاتی و تعیین‌کننده‌ای دارد. در دنیای کنونی که اصلی‌ترین مولفه فعالیت‌ها موضوع اقتصادی است، جریان میان‌مبادی و مقاصد از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده و می‌تواند خواسته‌ها و انتظارات کاربران را برآورده نماید. حرکت از مبادی گوناگون، استفاده از مسیرهای متفاوت، تحویل به مقاصد مختلف، نوع، شرایط، مشخصات و محدودیت‌های حرکت‌کننده و نیز انتظارات مدیریت این جریان، از موضوعات مسیریابی حمل و نقل است که با تغییر الزامات و مشخصات هر یک از فاکتورهای فوق نتایج گوناگونی به‌دست خواهد آمد. با ورود ریاضیات کاربردی (OR) و سایر مدل‌ها و الگوریتم‌های ریاضی در حوزه مسیریابی، اهمیت و اثربخشی دانش حمل و نقل و مسیریابی پیش از پیش نمایان گردیده و توانسته بسیاری از مشکلات زندگی اقتصادی و صنعتی انسان از جمله تدارکات، توزیع و تحویل در شرایط نامتوازن و ناهمگن را به خوبی حل و فصل نماید.

دنیای کنونی ما را به سمت بیشتر کردن ارزش‌های مادی و کمتر کردن هزینه‌های مادی پیش می‌برد، لاجرم باید این حوزه از علوم را فراگیریم و به کار بندیم تا آنچه را که می‌خواهیم در قلمرو تدارکات، توزیع و تحویل اتفاق بیفتد. بی‌تردید مجهز شدن و به‌کارگیری تکنیک‌های مسیریابی وسایل نقلیه، آثار و فواید گوناگونی از جمله حداکثر استفاده از تجهیزات حمل و نقل موجود، جابه‌جایی کالا و خدمات با زمان و هزینه مناسب، تحویل به موقع و رضایت کاربران، روان‌سازی چرخه فعالیت حوزه‌های صنایع و خدمات، نحوه سرمایه‌گذاری در نوع راه‌سازی و نوع ماشین‌آلات حمل و نقل و غیره را در پی خواهد داشت.

کتاب مسیریابی وسایل نقلیه که به قلم روان آقای دکتر مصطفی ستاک و مهندس امین توکل نیا به فارسی برگردانده شده به خوبی توانسته حق مطلب را ادا نماید که قابل تقدیر می باشد و به نوبه خود از این عزیزان سپاس گزاری می نمایم. با توجه به اهمیت موضوع، فراگیری این علوم را به دانشجویان رشته مهندسی صنایع، مدیریت، مهندسی حمل و نقل، سازمان ها و شرکت های مرتبط با توزیع کالا و خدمات و سایر علاقمندان به این حوزه توصیه می کنم.

مجید نیک مهر

مدیرعامل شرکت چاپ و نشر بازرگانی

www.ketab.ir

## پیشگفتار مولف

جهان در دهه‌های اخیر شاهد بکارگیری تکنیک‌های تحقیق در عملیات و برنامه‌ریزی ریاضی برای مدیریت مؤثر تهیه و تدارک کالا و خدمات در سیستم‌ها بوده است. در آمریکای شمالی و هم در اروپا، بطور گسترده‌ای نشان داده شده است که استفاده از این تکنیک‌ها در برنامه‌ریزی فرآیند توزیع، صرفه‌جویی قابل توجهی (بطور کلی بین ۵ الی ۲۰ درصد) را در کل هزینه‌های حمل‌ونقل ایجاد می‌کند. تأثیر محسوس این صرفه‌جویی‌ها در سیستم اقتصاد جهانی براحتی قابل مشاهده است. در واقع فرآیند حمل‌ونقل تمام مراحل تولید و توزیع کالا را در بر می‌گیرد و یکی از مؤلفه‌های مهم در هزینه نهایی کالا (معمولاً از ۱۰ تا ۲۰ درصد) به شمار می‌رود.

موفقیت در بکارگیری تکنیک‌های تحقیق در عملیات به دلیل گسترش سیستم‌های کامپیوتری از لحاظ سخت افزاری و نرم افزاری، و همچنین افزایش یکپارچه‌سازی و ادغام سیستم‌های اطلاعاتی با فرآیندهای تولیدی و تجاری است.

فاکتور دیگری، که به اندازه سایر عوامل در این موفقیت اهمیت دارد، توسعه ابزارهای مدل‌سازی و الگوریتمی می‌باشد که در سال‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. در واقع مدل‌های پیشنهاد شده تمام مشخصه‌هایی را که در یک مسئله توزیع در دنیای واقعی دارد، در نظر می‌گیرند و الگوریتم‌ها و اجراهای کامپیوتری مربوطه در مدت زمان قابل قبول جواب‌های خوبی را برای نمونه‌های واقعی پیدا می‌کنند.

مسئله مسیریابی وسایل نقلیه که یکی از مهمترین مسائل مربوط به توزیع می‌باشد دارای کاربردهای فراوانی در صنعت و خدمات است که از آن جمله می‌توان به: توزیع کالاها به سوپرمارکت‌ها، جمع‌آوری ضایعات جامد، نظافت خیابان‌ها، مسیریابی اتوبوس مدرسه، سیستم‌های شماره‌گیری-سواری<sup>۱</sup>، جابجایی معلولان، مسیریابی فروشندگان و واحدهای نگهداری اشاره کرد.

<sup>۱</sup>. Dial-a-ride systems

در ایران نیز بسیاری از تولیدکنندگان مطرح با مسائل مربوط به توزیع و مسیریابی مواجه هستند که متأسفانه به روشهای غیر علمی با آن برخورد می‌کنند و به این نکته واقف هستند که اگر راه‌کار علمی و دقیقی برای آن بیابند قطعاً صرفه جویی قابل توجهی نصیب آنها خواهد شد و خواهند توانست قیمت تمام شده محصولات خود را کاهش دهند. علیرغم اهمیت و کاربرد روزافزون مسئله مسیریابی و علاقمندی صنعت و خدمات در کشور، توجه شایان توجهی به این دسته از مسائل در محافل علمی کشور نمی‌شد. البته به تازگی در پایان‌نامه‌های مقطع کارشناسی ارشد و رساله‌های دکتری دانشگاه‌ها این موضوع دیده می‌شود و اینجانب نیز چند سالی است که در دانشگاه‌ها به تدریس آن اهتمام ورزیدم و اشتیاق دانشجویان تحصیلات تکمیلی نیز در این درس رو به تزاید گذاشته است و پایان‌نامه‌های متعددی در مدل‌های مختلف مسیریابی انجام شده است با این وجود کتاب مناسبی در این زمینه وجود ندارد و دانشجویان و محققان از این جهت در مضیقه هستند.

به همین جهت در صدد یافتن کتابی مناسب جهت ترجمه شدم و در میان کتب خارجی کتاب پایه مسیریابی وسایل نقلیه که به کمک دو دانشمند بنام و مشهور در این زمینه گردآوری شده را انتخاب کردم و به کمک آقای مهندس توکل‌نیا که از دانش‌آموختگان برتر دانشکده بود نسبت به ترجمه اقدام شد.

در پایان مترجمان کتاب بر خود لازم می‌دانند از همه اساتید و دانشجویان گرامی که با ارائه نقطه نظرات و تشویق‌های خود باعث دلگرمی و پیشرفت این کار شدند تشکر و قدردانی نمایند. همینطور از شرکت چاپ و نشر بازرگانی که در راستای اعتلای علمی جامعه فرهیخته و دانش‌پژوه کشور همواره موثر بوده به علت چاپ این کتاب کمال سپاس را داریم. در این مجال فرصت را مغتنم شمرده و از همه اندیشمندان و سروران گرامی تقاضا دارم که با بیان نقاط ضعف و با ارائه پیشنهادات خود ما را در هر چه بهتر شدن این کتاب در چاپ‌های بعدی یاری رسانند.

دکتر مصطفی ستاک

مهندس امین توکل‌نیا

## فهرست مطالب

۱	فصل اول: مروری بر مسائل مسیریابی وسایل نقلیه
۲	۱-۱ مقدمه
۸	۲-۱ تعریف مسئله و تمادگذاری اجلی
۹	۱-۲-۱ مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با ظرفیت و مسافت محدود
۱۳	۲-۲-۱ مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با پنجره‌های زمانی
۱۴	۳-۲-۱ مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با حمل در برگشت
۱۵	۴-۲-۱ مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل
۱۷	۳-۱ مدل‌های پایه در مسائل مسیریابی
۱۸	۱-۳-۱ مدل‌های جریان وسیله نقلیه
۲۵	۲-۳-۱ بسط مدل‌های جریان وسیله نقلیه
۲۹	۳-۳-۱ مدل‌های جریان کالا
۳۱	۴-۳-۱ مدل‌های افزایش مجموعه
۳۲	۴-۱ نمونه‌های آزمون برای مدل CVRP و سایر مسائل VRP
۳۵	کتاب‌شناسی
۳۹	فصل دوم: الگوریتم‌های شاخه-و-حد برای VRP با ظرفیت محدود
۴۰	۱-۲ مقدمه
۴۱	۲-۲ آزادسازی‌های پایه

- ۴۲ ..... ۱-۲-۲ کران‌ها بر پایه تخصیص و تطابق
- ۴۴ ..... ۲-۲-۲ کران‌های بر مبنای درخت جهت‌دار و درخت بدون جهت
- ۴۷ ..... ۳-۲-۲ مقایسه بین آزادسازی‌های پایه
- ۴۹ ..... ۳-۲ آزادسازی‌های بهتر
- ۴۹ ..... ۱-۳-۲ کران‌های جمع‌پذیر برای ACVRP
- ۵۵ ..... ۲-۳-۲ کران‌های پایین دیگر برای ACVRP
- ۵۶ ..... ۳-۳-۲ کران‌های پایین لاگرانژی برای SCVRP
- ۵۸ ..... ۴-۳-۲ کران‌های پایین از فرمول‌بندی افراز مجموعه
- ۶۰ ..... ۵-۳-۲ مقایسه بین کران‌های پایین بهبودیافته
- ۶۱ ..... ۴-۲ ساختار الگوریتم‌های شاخه و-حد برای CVRP
- ۶۲ ..... ۱-۴-۲ رویه‌های شاخه‌بندی و استراژی‌های جست‌وجو
- ۶۵ ..... ۲-۴-۲ کاهش، قواعد تسلط و سایر ویژگی‌ها
- ۶۷ ..... ۳-۴-۲ عملکرد الگوریتم‌های شاخه و-حد
- ۶۹ ..... ۵-۲ مسئله VRP با محدودیت مسافت
- ۷۱ ..... کتاب‌شناسی
- ۷۳ ..... **فصل سوم: الگوریتم‌های شاخه و-برش برای VRP با محدودیت ظرفیت**
- ۷۴ ..... ۱-۳ مقدمه و مدل جریان دو-اندیسی
- ۷۷ ..... ۲-۳ شاخه و-برش
- ۸۲ ..... ۳-۳ مطالعات چندوجهی
- ۸۵ ..... ۱-۳-۲ محدودیت‌های ظرفیت
- ۸۷ ..... ۲-۳-۲ محدودیت‌های ظرفیت تعمیم‌یافته
- ۸۹ ..... ۳-۳-۲ محدودیت‌های ظرفیت ساخته شده
- ۹۰ ..... ۴-۳-۲ نامعادلات معتبر از STSP



۹۷	..... ۳-۲-۵ نامعادلات معتبر از ترکیب بسته‌بندی صندوقچه و STSP
۱۰۱	..... ۳-۳-۶ نامعادلات معتبر از مسئله مجموعه پایدار
۱۰۳	..... ۳-۴-۴ رویه‌های جداسازی
۱۰۴	..... ۳-۴-۱ جداسازی دقیق محدودیت‌های ظرفیت
۱۰۵	..... ۳-۴-۲ روش‌های ابتکاری برای محدودیت ظرفیت و محدودیت‌های مرتبط
۱۰۹	..... ۳-۴-۳ محدودیت‌های STSP
۱۰۹	..... ۳-۵-۵ استراتژی‌های شاخه‌زنی
۱۱۵	..... ۳-۶-۲ نتایج محاسباتی
۱۱۸	..... ۳-۷-۲ نتایج
۱۱۹	..... کتاب‌شناسی
۱۲۳	<b>فصل چهارم: الگوریتم‌های برپایه پوشش مجموعه برای VRP با محدودیت ظرفیت</b>
۱۲۴	..... ۴-۱۰ مقدمه
۱۲۷	..... ۴-۲ حل آزادسازی برنامه‌ریزی خطی مسئله P
۱۳۰	..... ۴-۳ روش‌های حل برپایه پوشش مجموعه
۱۳۱	..... ۴-۳-۱ الگوریتم شاخه و کران برای مسئله CG
۱۳۳	..... ۴-۳-۲ الگوریتم شاخه و کران چندوجهی
۱۳۵	..... ۴-۳-۳ کران پایین چندجمله‌ای کاذب روی $C_{min}$
۱۳۹	..... ۴-۳-۴ حل $P_D$ از طریق صعود دوگان و شاخه و کران
۱۴۲	..... ۴-۴ حل برنامه‌ریزی عدد صحیح پوشش مجموعه
۱۴۷	..... ۴-۴-۲ شاخه و قیمت
۱۴۸	..... ۴-۴-۳ توضیحات بیشتر در مورد رویکردهای محاسباتی
۱۴۸	..... ۴-۵ نتایج محاسباتی
۱۵۰	..... ۴-۶ اثربخشی فرمول‌بندی پوشش مجموعه

- ۱۵۱ ..... ۱-۶-۴ تحلیل بدترین حالت
- ۱۵۲ ..... ۲-۶-۴ تحلیل حالت متوسط
- ۱۵۶ ..... کتاب شناسی
- ۱۵۹ ..... **فصل پنجم: روش های ابتکاری کلاسیک برای VRP با محدودیت ظرفیت**
- ۱۶۰ ..... ۱-۵ مقدمه
- ۱۶۲ ..... ۲-۵ روش های سازنده
- ۱۶۲ ..... ۱-۲-۵ الگوریتم صرفه جویی کلرک و رایت
- ۱۶۳ ..... ۲-۲-۵ بهبودهای الگوریتم کلرک و رایت
- ۱۶۶ ..... ۳-۲-۵ الگوریتم های صرفه جویی مبتنی بر تطبیق
- ۱۶۸ ..... ۴-۲-۵ روش های ابتکاری جاسازی ترتیبی
- ۱۷۱ ..... ۳-۵ روش های دوفازی
- ۱۷۲ ..... ۱-۳-۵ روش های دسته بندی ابتدایی
- ۱۷۴ ..... ۲-۳-۵ شاخه-و-حد کوتاه شده
- ۱۷۷ ..... ۳-۳-۵ الگوریتم های گلبرگ
- ۱۷۸ ..... ۴-۳-۵ روش های اول-مسیریابی، دوم-دسته بندی
- ۱۷۹ ..... ۴-۵ روش های ابتکاری بهبوددهنده
- ۱۷۹ ..... ۱-۴-۵ بهبودهای تک مسیر
- ۱۸۲ ..... ۲-۴-۵ بهبودهای چندمسیر
- ۱۸۴ ..... ۵-۵ نتیجه گیری ها
- ۱۸۶ ..... کتاب شناسی
- ۱۸۹ ..... **فصل ششم: روش های فرا ابتکاری برای VRP با ظرفیت محدود**
- ۱۹۰ ..... ۱-۶ مقدمه
- ۱۹۱ ..... ۲-۶ شبیه سازی تریید

۱۹۲	..... دو الگوریتم اولیه از شبیه‌سازی تبرید
۱۹۳	..... الگوریتم‌های شبیه‌سازی تبرید عثمان
۱۹۵	..... آزمون‌های ون‌بریدام
۱۹۶	..... تبرید قطعی
۱۹۷	..... جستجوی ممنوع
۱۹۸	..... دو الگوریتم اولیه از جستجوی ممنوع
۱۹۸	..... الگوریتم جستجوی ممنوع عثمان
۱۹۹	..... مسیر ممنوع
۲۰۱	..... الگوریتم تیلارد
۲۰۳	..... الگوریتم سو و کلی
۲۰۴	..... رگو و روکایرول
۲۰۴	..... الگوریتم باباروسوگلو و اوزگار
۲۰۵	..... رویه حافظه سازگار رجعت و تیلارد
۲۰۶	..... جستجوی ممنوع دانه‌ای تات و ویگو
۲۰۷	..... مقایسه محاسباتی
۲۰۸	..... الگوریتم ژنتیک
۲۰۸	..... الگوریتم ژنتیک ساده
۲۰۹	..... کاربرد برای مسائل ترتیب‌گذاری
۲۱۱	..... کاربرد برای VRP
۲۱۳	..... الگوریتم‌های مورچگان
۲۱۷	..... شبکه‌های عصبی
۲۱۹	..... نتیجه‌گیری‌ها
۲۲۱	..... کتاب‌شناسی
۲۲۷	..... فصل هفتم: مسئله مسیریابی با پنجره‌های زمانی

- ۲۲۸ ..... ۱-۷ مقدمه
- ۲۲۹ ..... ۲-۷ فرمول بندی مسئله
- ۲۲۹ ..... ۱-۲-۷ فرمول بندی
- ۲۳۱ ..... ۲-۲-۷ کران پایین شبکه
- ۲۳۱ ..... ۳-۲-۷ کران پایین برنامه ریزی خطی
- ۲۳۲ ..... ۴۰-۲۰۷ الگوریتمها
- ۲۳۲ ..... ۳-۷ کران های بالا: رویکردهای ابتکاری
- ۲۳۳ ..... ۱-۳-۷ ساخت مسیر
- ۲۳۳ ..... ۲-۳-۷ بهبود مسیر
- ۲۳۴ ..... ۳-۳-۷ روش های ابتکاری مرکب
- ۲۳۵ ..... ۴-۳-۷ روش های فراابتکاری
- ۲۴۱ ..... ۵-۳۰۷ پیاده سازی های موازی
- ۲۴۱ ..... ۶-۳-۷ روش های ابتکاری مبتنی بر بهینه سازی
- ۲۴۲ ..... ۷-۳-۷ روش های ابتکاری مجاناً بهینه
- ۲۴۳ ..... ۴-۷ کران های پایین برای رویکردهای تجزیه
- ۲۴۳ ..... ۱-۴-۷ آزادسازی لاگرانژی
- ۲۴۵ ..... ۲-۴-۷ مسئله کوتاه ترین مسیر با محدودیت های زمان و ظرفیت
- ۲۴۶ ..... ۳-۴-۷ شکافتن متغیر
- ۲۴۷ ..... ۴-۴-۷ ایجاد ستون
- ۲۴۸ ..... ۵-۴-۷ فرمول بندی افراز مجموعه
- ۲۴۹ ..... ۶-۴-۷ کران پایین
- ۲۵۱ ..... ۷-۴-۷ ادغام کالا
- ۲۵۲ ..... ۸-۴-۷ رویکرد مرکب
- ۲۵۳ ..... ۵-۷ جواب های عدد صحیح

۲۵۲	۱-۵-۷	تصمیمات صفر-یک روی متغیرهای جریان کمان
۲۵۴	۲-۵-۷	تصمیمات عددصحيح روی متغیرهای جریان کمان
۲۵۵	۳-۵-۷	تصمیمات صفر-یک روی متغیرهای جریان مسیر
۲۵۷	۴-۵-۷	ازبین بردن زیردور و برش‌های ۲-مسیر
۲۵۸	۵-۵-۷	برش‌های K-مسیر و موازات
۲۵۹	۶-۵-۷	تصمیمات عددصحيح روی متغیرهای زمان (اعشاری و عددصحيح)
۲۵۹	۶-۷	حالت‌های خاص
۲۶۰	۱-۶-۷	مسئله TSP چندگانه با پنجره‌های زمانی
۲۶۰	۲-۶-۷	VRP با پنجره‌های زمانی و حمل در برگشت
۲۶۲	۷-۷	توسعه‌ها
۲۶۲	۱۰-۷-۷	ناوگان ناهمگن، انبار چندگانه و شرایط اولیه
۲۶۳	۲-۷-۷	اندازه ناوگان
۲۶۳	۳-۷-۷	پنجره‌های زمانی چندگانه
۲۶۳	۴-۷-۷	پنجره‌های زمانی نرم
۲۶۵	۵-۷-۷	هزینه‌های وابسته به زمان و بار
۲۶۶	۶-۷-۷	ملاحظات راننده
۲۶۶	۸-۷	نتایج محاسباتی برای VRPTW
۲۷۲	۹-۷	نتیجه‌گیری
۲۷۴		کتاب شناسی
۲۸۱		<b>فصل هشتم: مسئله مسیریابی با حمل در برگشت</b>
۲۸۲	۱-۸	مقدمه
۲۸۶	۱-۱-۸	مثال‌های معیار
۲۸۷	۲-۸	مدل‌های برنامه‌ریزی خطی عددصحيح

- ۲۸۷..... ۱-۲-۸ فرمول‌بندی تات و ویگو
- ۲۸۹..... ۲-۲-۸ فرمول‌بندی مینگوزی، جیورجی و بالداجی
- ۲۹۲..... ۳-۸ آزادسازی‌ها
- ۲۹۲..... ۱-۳-۸ آزادسازی حاصل از کنار گذاشتن محدودیت‌های CCC
- ۲۹۳..... ۲-۳-۸ آزادسازی برپایه تصویر کردن
- ۲۹۵..... ۳-۳-۸ آزادسازی لاگرانژی
- ۲۹۶..... ۴-۳-۸ کران پایین جمع‌پذیر کلی
- ۲۹۷..... ۵-۳-۸ آزادسازی برپایه مدل افراز مجموعه
- ۳۰۱..... ۴-۸ الگوریتم‌های دقیق
- ۳۰۲..... ۱-۴-۸ الگوریتم تات و ویگو
- ۳۰۳..... ۲-۴-۸ الگوریتم مینگوزی، جیورجی و بالداجی
- ۳۰۵..... ۳-۴-۸ نتایج محاسباتی برای الگوریتم‌های دقیق
- ۳۰۹..... ۵-۸ الگوریتم‌های ابتکاری
- ۳۱۰..... ۱-۵-۸ الگوریتم دیف و بودین
- ۳۱۱..... ۲-۵-۸ الگوریتم‌های گونچالکس و جاکوبز-بلیچا
- ۳۱۲..... ۳-۵-۸ الگوریتم تات و ویگو
- ۳۱۵..... ۴-۵-۸ نتایج محاسباتی برای روش‌های ابتکاری
- ۳۲۰..... کتاب شناسی
- ۳۲۳..... **فصل نهم: مسئله مسیریابی با برداشت و تحویل**
- ۳۲۴..... ۱-۹ مقدمه
- ۳۲۵..... ۲-۹ فرمول‌بندی ریاضی
- ۳۲۵..... ۱-۲-۹ ساختن شبکه‌ها
- ۳۲۶..... ۲-۲-۹ فرمول‌بندی

۳۲۸	..... کیفیت خدمت‌رسانی	۳-۲-۹
۳۲۹	..... کاهش اندازه شبکه	۴-۲-۹
۳۲۹	..... روش‌های ابتکاری	۳-۹
۳۳۰	..... ساخت و بهبود	۱-۳-۹
۳۳۱	..... الگوریتم‌های خوشه‌بندی	۲-۳-۹
۳۳۲	..... روش‌های فراابتکاری	۳-۳-۹
۳۳۳	..... روش‌های ابتکاری شبکه عصبی	۴-۳-۹
۳۳۳	..... تحلیل نظری الگوریتم‌ها	۵-۳-۹
۳۳۵	..... رویکردهای برپایه بهینه‌سازی	۴-۹
۳۳۵	..... حالت‌های با یک وسیله نقلیه	۱-۴-۹
۳۳۸	..... حالت‌های با چندین وسیله نقلیه	۲-۴-۹
۳۴۱	..... کاربردها	۵-۹
۳۴۲	..... نتایج محاسباتی	۶-۹
۳۴۳	..... نتیجه‌گیری‌ها	۷-۹
۳۴۴	..... کتاب‌شناسی	
۳۴۹	..... نمایه	
۳۵۳	..... لغت‌نامه	