

مقدمه‌ای بر

تحقیق در عملیات

دکتر حسین پناهیان

دکتر حنان عموزاد مهدیرجی

(استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان)

دکتر سید حسین رضوی حاجی آقا

(استادیار موسسه آموزش عالی خاتم)



سرشناسه : پناهیان، حسین، ۱۳۴۵.
 عنوان و نام پدید آور : مقدمه‌ای بر تحقیق در عملیات
 مشخصات نشر : تهران: ترمه، ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری : ۵۴۴ ص.
 شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۸-۴۰۷-۶
 وضعیت فهرست نویسی : قیپای مختصر
 یادداشت : این مدرک در آدرس <http://opac.nfai.ir> قابل دسترسی است.
 شناسه افزوده : رضوی حاجی آقا، سیدحسین، ۱۳۵۹-
 شناسه افزوده : عموزاده مهدیرجی، حنان، ۱۳۶۰-
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۵۶۶۹۶۰



- ♦ نام کتاب :مقدمه‌ای بر تحقیق در عملیات
- ♦ مؤلف : دکتر حسین پناهیان - دکتر حنان عموزاده مهدیرجی - دکتر سید حسین رضوی حاجی آقا
- ♦ صفحه‌آرایی : اعظم قیطاسی
- ♦ طراح جلد : مهسا منیرعباسی
- ♦ نوبت چاپ : اول ۱۳۹۳
- ♦ ناشر : انتشارات ترمه
- ♦ تیراژ : ۵۵۰ نسخه
- ♦ قیمت : ۲۲۰,۰۰۰ ریال
- ♦ شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۸-۴۰۷-۶

آدرس ناشر: تهران - خ انقلاب - خ ۱۲ فروردین، پلاک ۲۹۰

تلفن: ۶۶۴۱۷۳۴۶ - ۶۶۹۶۳۳۰۱

دفتر فروش انتشارات ترمه: تهران - خ انقلاب - خ ۱۲ فروردین - خ وحید نظری، پلاک ۱۲۶

تلفن: ۶۶۴۰۱۷۸۳ - فکس: ۶۶۴۹۶۶۲۸

www.termehpub.ir info@termehpub.ir

تمامی حقوق این اثر محفوظ است. تکثیر یا تولید مجدد آن کل یا جزء، به هر صورت

اچاپ، کمی، صوت، تصویر و انتشار الکترونیکی بدون اجازه مکتوب ناشر ممنوع است

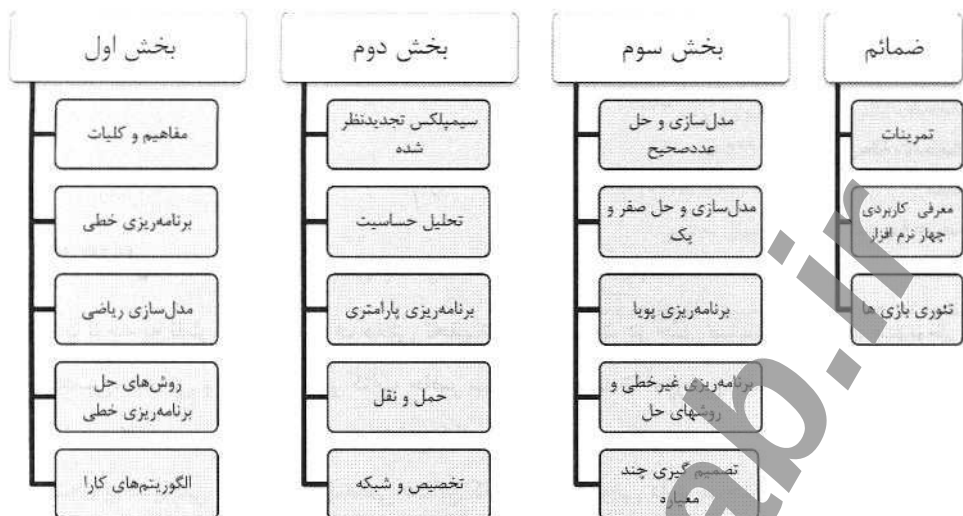
پیشگفتار

با توجه به نقش و تاثیر شگرف دانش تحقیق در عملیات در حل مسایل مختلف مدیریتی، مهندسی، صنعتی و اقتصادی، در کتاب حاضر سعی شده است تا آموزشی جامع و کامل از مباحث پایه‌ای و کلیدی در حوزه پژوهش عملیاتی ارائه گردد. کتاب حاضر برای دانشجویان و کارشناسان رشته‌های مدیریتی صنعتی و مهندسی صنایع کاربردهای فراوانی دارد. ساختار کتاب به سه بخش قابل تقسیم است.

در بخش اول از کتاب، کلیات تحقیق در عملیات، مدل‌سازی ریاضی خطی، روش‌های حل مسائل و مدل‌های خطی همچون روش هندسی (ترسیمی)، روش سیمپلکس اولیه، روش M بزرگ، روش دو مرحله‌ای، روش سیمپلکس ثانویه، تفسیر اقتصادی جداول سیمپلکس و همچنین الگوریتم‌های کارا چون الگوریتم حذف‌قوانی، الگوریتم حد نحتانی و همچنین الگوریتم محدودیت مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در بخش دوم و پس از آشنایی با مفاهیم و روش‌های ابتدایی تحقیق در عملیات، ابتدا ماتریس‌ها و مباحث ریاضی مرتبط با سیمپلکس مطرح خواهد شد. سپس روش سیمپلکس تجدید نظر شده به عنوان آخرین الگوریتم کارا مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه بخش دوم تحلیل حساسیت در دو حالت پیوسته و گسسته بررسی شده است. سپس مدل‌های حمل و نقل و روش‌های دستیابی به جواب اولیه، بهبود آن و همچنین تحلیل حساسیت آنها بررسی شده است. در انتهای بخش دوم نیز دو مبحث تخصیص و شبکه معرفی شده‌اند.

در بخش سوم و پایانی کتاب، مدل‌سازی ریاضی در حالت عدد صحیح و صفر و یک و روش‌های حل آنها بررسی شده‌اند. در ادامه بخش سوم مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی پویا، و مروری بر روش‌های برنامه‌ریزی غیرخطی صورت پذیرفته است. در نهایت و در انتهای فصل سوم نیز مروری بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شده است. به‌طور کلی ساختار و محتوای کتاب به‌صورت شکل زیر است.



لازم به ذکر است که در انتهای کتاب، سه بخش ضمیمه شده است. ضمیمه نخست، تمرین ها و نمونه سوالات منتخب از مباحث مطرح شده در کتاب را تحت پوشش قرار می دهد. ضمیمه دوم، نیز چگونگی استفاده از چهار نرم افزار کاربردی تحقیق در عملیات را شامل می شود. در انتها نیز تئوری بازی ها، به عنوان یکی از نوین ترین رویکردها، در دنیای علم تحقیق در عملیات معرفی شده است. امید است که کتاب حاضر، با تحت پوشش قرار دادن مباحث پایه ای و کاربردی علم تحقیق در عملیات، نیاز علاقه مندان، دانشجویان و پژوهشگران حوزه مذکور را برآورده نماید. قطعاً هیچ نوشته ای خالی از ایراد و ابهام نبوده، بنابراین از خوانندگان محترم استدعا داریم تا نظرات انتقادی و اصلاحات پیشنهادی خود را با نویسندگان در میان بگذارند. در پایان از همکاری و همفکری کلیه دانشجویانی که با نویسندگان کتاب در طول سال ها تعامل داشته اند، تشکر می نمایم.

بخش اول

فصل اول - آشنایی با تحقیق در عملیات و مدلسازی ریاضی.....	۳
۱- فصل اول: مدل سازی ریاضی.....	۳
۱-۱ مقدمه تحقیق در عملیات.....	۳
۱-۲ تاریخچه تحقیق در عملیات.....	۴
۱-۳ تعاریف متداول از تحقیق در عملیات.....	۵
۱-۴ قلمرو تحقیق در عملیات.....	۵
۱-۵ ویژگی های تحقیق در عملیات.....	۶
۱-۶ تعاریف کلی مدل.....	۷
۱-۷ انواع مدل ها.....	۷
۱-۸ مدل سازی ریاضی.....	۹
۱-۹ مفروضات مدل برنامه ریزی خطی.....	۱۳
۱-۱۰ مزایای مدل برنامه ریزی خطی.....	۱۴
۱-۱۱ معایب مدل برنامه ریزی خطی.....	۱۴
۱-۱۲ گام های اساسی مدل سازی در برنامه ریزی خطی.....	۱۴
۱-۱۳ نکات مدل سازی در برنامه ریزی خطی.....	۱۴
۱-۱۴ مثال های مدل سازی برنامه ریزی خطی.....	۱۶
۱-۱-۱ مسأله ترکیب تولید.....	۱۶
۱-۱-۲ مسئله برنامه غذایی.....	۱۸
۱-۱-۳ مسئله تولید آلیاژ.....	۱۹
۱-۱-۴ مسأله موازنه مونتاژ.....	۲۰
۱-۱-۵ مسأله کارخانه تولیدی.....	۲۱
۱-۱-۶ مسأله سرمایه گذاری شخصی.....	۲۳
۱-۱-۷ مسأله توزیع و حمل و نقل.....	۲۴
۱-۱-۸ مسأله مونتاژ با ضریب ثابت.....	۲۶
۱-۱-۹ مسأله نیروی انسانی کارخانه.....	۲۷

۱۰-۱-۱ مساله موجودی انبار و تولید اضافه کاری..... ۲۹

فصل دوم - روش ترسیمی..... ۳۳

۲- فصل دوم: حل مسائل برنامه ریزی خطی به روش ترسیمی..... ۳۳

۲-۱ گام های استفاده از فن برنامه ریزی خطی..... ۳۳

۲-۲ روش ترسیمی برای حل مسائل برنامه ریزی خطی..... ۳۴

۲-۲-۱ مزایای روش ترسیمی..... ۳۴

۲-۲-۲ معایب روش ترسیمی..... ۳۵

۲-۳ مراحل روش ترسیمی..... ۳۵

۲-۳-۱ مثال روش هندسی..... ۳۶

۲-۳-۲ مثال روش هندسی ترسیمی..... ۳۸

۲-۴ مفاهیم و نکات مورد استفاده در روش هندسی..... ۳۹

۲-۴-۱ مثال تعداد نقاط گوشه..... ۳۹

۲-۴-۲ مثال تعداد نقاط گوشه..... ۴۰

۲-۵ حالت های خاص در برنامه ریزی خطی..... ۴۰

۲-۵-۱ حالت اول: جواب بهینه چندگانه..... ۴۰

۲-۵-۲ حالت دوم: عدم وجود جواب موجه..... ۴۱

۲-۵-۳ حالت سوم: ناحیه جواب نامحدود یا جواب بی کران..... ۴۲

۲-۵-۴ حالت چهارم: جواب تبهگن..... ۴۲

۲-۵-۵ مثال حالات خاص روش هندسی / ترسیمی..... ۴۴

۲-۵-۶ مثال حالات خاص هندسی / ترسیمی..... ۴۴

۲-۶ انواع حالت های جواب در مدل برنامه ریزی خطی..... ۴۵

۲-۷ انواع حالت های مناطق موجه در مدل برنامه ریزی خطی..... ۴۵

۲-۸ انواع حالات محدودیت ها در مدل های برنامه ریزی خطی..... ۴۶

۲-۹ نکات این بخش..... ۴۷

۲-۹-۱ مثال فضای محدب..... ۴۷

۲-۹-۲ مثال فضای محدب..... ۴۸

فصل سوم - روش سیمپلکس..... ۴۹

۳- فصل سوم: روش سیمپلکس در حل مسائل برنامه ریزی خطی..... ۴۹

۵۱	۳-۱ ویژگی‌های مسأله برنامه‌ریزی خطی استاندارد.....
۵۳	۳-۲ تبدیل برنامه‌ریزی خطی به فرم گسترده.....
۵۵	۳-۳ آشنایی با جدول سیمپلکس.....
۵۶	۳-۳-۱ مثال سیمپلکس.....
۵۷	۳-۴ گام‌های حل برنامه‌ریزی خطی روش سیمپلکس.....
۵۹	۳-۵ حالت‌های غیر استاندارد در سیمپلکس.....
۶۰	۳-۵-۱ مثال متغیر آزاد در علامت.....
۶۱	۳-۵-۲ مثال متغیر منفی.....
۶۲	۳-۵-۳ مثال سیمپلکس اولیه.....
۶۳	۳-۵-۴ مثال سیمپلکس اولیه.....
۶۴	۳-۵-۵ مثال سیمپلکس اولیه.....
۶۶	۳-۶ سیمپلکس M بزرگ.....
۶۷	۳-۷ گام‌های روش M بزرگ.....
۶۹	۳-۷-۱ مثال سیمپلکس M بزرگ.....
۷۱	۳-۷-۲ مثال سیمپلکس M بزرگ.....
۷۲	۳-۸ سیمپلکس دو مرحله‌ای.....
۷۳	۳-۸-۱ گام‌های روش سیمپلکس دو مرحله‌ای.....
۷۴	۳-۸-۲ مثال روش دو مرحله‌ای.....
۷۷	۳-۸-۲-۱ مثال روش دومرحله‌ای.....
۷۸	۳-۸-۲-۲ مثال روش دو مرحله‌ای.....
۸۰	۳-۹ موارد خاص در مسائل سیمپلکس.....
۸۱	۳-۹-۱ مسأله بهینه چندگانه.....
۸۲	۳-۹-۲ مسأله بدون جواب.....
۸۲	۳-۹-۳ مسأله دارای جواب نامحدود.....
۸۳	۳-۹-۴ جواب مسأله تهیگن.....
۸۴	۳-۱۰ تحلیل و تفسیر اقتصادی عناصر سیمپلکس.....
۸۴	۳-۱۰-۱ تحلیل اقتصادی عناصر سطر صفر.....
۸۵	۳-۱۰-۲ تحلیل عناصر تابلوی سیمپلکس برای سایر سطرها.....
۸۶	۳-۱۰-۳ مثال تفسیر اقتصادی.....

۳-۱۰-۴	تحلیل اقتصادی عناصر تابلوی سیمپلکس ستون سمت راست	۸۶
۳-۱۰-۵	جمع‌بندی	۸۷
۳-۱۰-۶	قیمت ثانویه	۸۸
۳-۱۰-۷	مثال تفسیر قیمت سایه‌ای	۸۸
۳-۱۰-۸	هزینه فرصت از دست رفته	۹۱
۳-۱۰-۹	نحوه تشخیص قیمت‌های سایه‌ای	۹۱
۳-۱۰-۱۰	مثال قیمت‌های سایه‌ای	۹۱
۳-۱۰-۱۱	نکات مهم مربوط به قیمت ثانویه	۹۲
فصل چهارم - مسائل و سیمپلکس ثانویه و الگوریتم‌های کارا		
۴	فصل چهارم: مساله ثانویه و الگوریتم‌های کارا	۹۳
۴-۱	برنامه‌ریزی ثانویه	۹۳
۴-۱-۱	قواعد نوشتن مساله ثانویه	۹۳
۴-۱-۲	قواعد تکمیلی نوشتن مساله ثانویه	۹۵
۴-۱-۱-۱	مثال نوشتن مساله ثانویه	۹۵
۴-۲	قضایای ثانویه	۹۷
۴-۳	یافتن جواب یک مساله به کمک جواب‌های مساله دیگر	۱۰۱
۴-۳-۱	مثال قضیه لنگی	۱۰۲
۴-۴	حل مسائل بیش از دو متغیر به کمک روش هندسی	۱۰۳
۴-۴-۱	مثال هندسی و ثانویه ترکیبی	۱۰۳
۴-۵	رابطه بین ناحیه جواب در مساله اولیه و ثانویه	۱۰۴
۴-۵-۱	مثال هندسی ثانویه	۱۰۴
۴-۵-۲	مثال هندسی اولیه و ثانویه	۱۰۶
۴-۶	سیمپلکس ثانویه	۱۰۷
۴-۶-۱	گام‌های سیمپلکس ثانویه	۱۰۷
۴-۶-۱-۱	مثال سیمپلکس ثانویه	۱۰۹
۴-۶-۱-۲	مثال سیمپلکس ثانویه	۱۰۹
۴-۶-۲	نکات سیمپلکس ثانویه	۱۱۱
۴-۷	الگوریتم‌های کارا	۱۱۱
۴-۷-۱	الگوریتم حد تحتانی	۱۱۱

- ۱۱۲..... ۴-۷-۱-۱ مثال الگوریتم حد تحتانی
- ۱۱۳..... ۴-۷-۱-۲ مثال الگوریتم حد تحتانی
- ۱۱۵..... ۴-۷-۲ الگوریتم حد فوقانی
- ۱۱۷..... ۴-۷-۲-۱ مثال الگوریتم حددار
- ۱۲۰..... ۴-۷-۳ مسائل حددار ترکیبی
- ۱۲۰..... ۴-۷-۳-۱ مثال الگوریتم حددار ترکیبی
- ۱۲۲..... ۴-۷-۳-۲ مثال حددار ترکیبی
- ۱۲۴..... ۴-۷-۴ الگوریتم محدودیت مصنوعی
- ۱۲۵..... ۴-۷-۴-۱ مثال الگوریتم محدودیت مصنوعی
- ۱۲۷..... ۴-۸ نکات انتهای فصل

بخش دوم

- ۱۳۱..... فصل پنجم - مبانی ماتریسی برنامه‌ریزی خطی
- ۱۳۱..... ۵- فصل پنجم: مبانی ماتریسی برنامه‌ریزی خطی
- ۱۳۱..... ۵-۱ مبانی ریاضی برنامه‌ریزی خطی
- ۱۳۳..... ۵-۱-۱ مثال ماتریس‌ها
- ۱۳۶..... ۵-۲ شکل ریاضی تابلوهای سیمپلکس
- ۱۳۶..... ۵-۳ بررسی تابلوی سیمپلکس در سایر تکرارها
- ۱۳۷..... ۵-۴ روابط بین عناصر سیمپلکس
- ۱۳۹..... ۵-۴-۱ مثال کاربرد ماتریس‌ها
- ۱۴۳..... ۵-۵ محاسبه عناصر جدول سیمپلکس از طریق قیمت‌های ثانویه
- ۱۴۳..... ۵-۶ استفاده از روابط ریاضی برای مدل‌های غیراستاندارد
- ۱۴۴..... ۵-۶-۱ مثال تکمیل جداول
- ۱۴۶..... ۵-۷ سیمپلکس تجدید نظر شده
- ۱۴۸..... ۵-۷-۱ پیش نیاز روش تجدید نظر شده
- ۱۵۰..... ۵-۷-۲ مثال ماتریس بنیادین
- ۱۵۰..... ۵-۷-۳ مثال ماتریس بنیادین
- ۱۵۱..... ۵-۸ گام‌های الگوریتم سیمپلکس تجدید نظر شده
- ۱۵۲..... ۵-۸-۱ مثال تجدید نظر شده

۵-۸-۲	مثال تجدید نظر شده	۱۵۵
فصل ششم - تحلیل حساسیت در برنامه‌ریزی خطی		
۶- فصل ششم: تحلیل حساسیت در برنامه‌ریزی خطی		۱۵۹
۶-۱	مقدمه	۱۵۹
۶-۲	دلایل تحلیل حساسیت	۱۵۹
۶-۳	نتایج تحلیل حساسیت	۱۶۰
۶-۴	تحلیل حساسیت تغییر ضرایب تابع هدف برای متغیرهای غیراساسی	۱۶۰
۶-۴-۱	مثال تحلیل حساسیت ضرایب متغیر غیراساسی	۱۶۱
۶-۵	تحلیل حساسیت ضریب متغیر اساسی در تابع هدف	۱۶۳
۶-۵-۱	مثال تحلیل حساسیت ضرایب متغیر اساسی	۱۶۴
۶-۶	تحلیل حساسیت حاصل از تغییرات مقادیر سمت راست	۱۶۹
۶-۶-۱	مثال تحلیل حساسیت مقادیر سمت راست	۱۷۰
۶-۷	تحلیل حساسیت حاصل از تغییر ضرایب فنی	۱۷۳
۶-۷-۱	مثال تحلیل حساسیت ضرایب فنی	۱۷۴
۶-۸	تحلیل حساسیت در اثر اضافه نمودن یک محدودیت جدید به مدل	۱۷۹
۶-۸-۱	مثال افزودن محدودیت جدید	۱۷۹
۶-۹	تحلیل حساسیت در اثر افزودن یک متغیر تصمیم جدید	۱۸۱
۶-۹-۱	مثال افزودن متغیر جدید	۱۸۱
۶-۱۰	قانون صددرصد	۱۸۳
۶-۱۰-۱	قانون صددرصد برای بررسی تغییرات هم زمان در ضرایب تابع هدف	۱۸۳
۶-۱۰-۲	قانون صددرصد برای بررسی تغییرات اعداد سمت راست	۱۸۴
۶-۱۰-۳	مثال قانون صد در صد	۱۸۴
۶-۱۰-۴	مثال قانون صد در صد	۱۸۵
۶-۱۰-۵	مثال جامع تحلیل حساسیت	۱۸۶
فصل هفتم - برنامه‌ریزی پارامتری		
۷- فصل هفتم: برنامه‌ریزی پارامتری		۱۹۱
۷-۱	برنامه‌ریزی پارامتریک برای ضرایب متغیرهای تصمیم در تابع هدف	۱۹۱
۷-۱-۱	مثال برنامه‌ریزی پارامتری ضرایب متغیر تصمیم در تابع هدف	۱۹۲

۷-۲	برنامه‌ریزی پارامتریک مقادیر سمت راست	۱۹۵
۷-۲-۱	مثال برنامه‌ریزی پارامتری مقادیر سمت راست	۱۹۶
۷-۳	بررسی تغییرات ضرائب فنی متغیرهای غیراساسی	۱۹۹
۷-۴	تغییرات همزمان ضریب متغیرهای تصمیم در تابع هدف و مقادیر سمت راست	۱۹۹
۷-۴-۱	مثال برنامه‌ریزی پارامتری	۲۰۰
۲۰۹	فصل هشتم - برنامه‌ریزی حمل و نقل	
۸- فصل هشتم:	برنامه‌ریزی حمل و نقل	۲۰۹
۸-۱	روش‌های حل مدل حمل و نقل	۲۱۰
۸-۲	روش الگوریتم حمل و نقل	۲۱۰
۸-۲-۱	گام اول. تهیه جدول حمل و نقل	۲۱۱
۸-۲-۲	گام دوم. برابری عرضه و تقاضا	۲۱۲
۸-۲-۳	گام سوم. یافتن یک جواب موجه اولیه	۲۱۳
۸-۲-۳-۱	روش اول. روش گوشه شمال غربی	۲۱۳
۸-۲-۳-۱-۱	مثال گوشه شمال غربی	۲۱۴
۸-۲-۳-۲	روش دوم. روش حداقل سطر	۲۱۶
۸-۲-۳-۲-۱	مثال حداقل سطر	۲۱۶
۸-۲-۳-۳	روش سوم. روش حداقل ستون	۲۱۸
۸-۲-۳-۳-۱	مثال حداقل ستون	۲۱۸
۸-۲-۳-۴	روش چهارم. روش حداقل هزینه	۲۲۰
۸-۲-۳-۴-۱	مثال حداقل هزینه	۲۲۰
۸-۲-۳-۵	روش پنجم. روش تخمین وگنل	۲۲۲
۸-۲-۳-۶	مثال تخمین وگنل	۲۲۳
۸-۲-۳-۷	مثال تخمین وگنل	۲۲۴
۸-۲-۴	گام ۴. ارزیابی جواب و بهبود جواب موجه	۲۲۵
۸-۲-۴-۱	روش اول. روش پله سنگ	۲۲۵
۸-۲-۴-۲	روش دوم. روش توزیع تعدیل شده	۲۲۶
۸-۲-۴-۳	مثال ارزیابی جواب	۲۲۷
۸-۲-۵	گام ۵. بهبود جواب حمل و نقل	۲۲۸
۸-۲-۵-۱	مثال بهبود جواب	۲۲۹

۲۳۱	۸-۲-۵-۲ مثال ارزیابی و بهبود جواب
۲۳۴	۸-۳ حالات خاص در مدل حمل و نقل
۲۳۴	۸-۳-۱ خانه‌های ممنوع
۲۳۴	۸-۳-۲ تبه‌گنی در جدول حمل و نقل
۲۳۴	۸-۳-۳ جواب بهینه چندگانه
۲۳۴	۸-۳-۴ توابع هدف از جنس حداکثرسازی
۲۳۵	۸-۴ افزایش ظرفیت عرضه
۲۳۵	۸-۴-۱ مثال افزایش ظرفیت عرضه
۲۳۷	۸-۵ افزایش ظرفیت تقاضا
۲۳۸	۸-۵-۱ مثال افزایش تقاضا
۲۳۹	۸-۶ تحلیل حساسیت حمل و نقل
۲۳۹	۸-۶-۱ تحلیل حساسیت تابع هدف در صورت تغییر ضریب متغیرهای غیراساسی
۲۳۹	۸-۶-۲ تحلیل حساسیت تابع هدف برای متغیرهای اساسی
۲۴۰	۸-۶-۲-۱ مثال تحلیل حساسیت حمل و نقل
۲۴۳	۸-۷ حمل و نقل مرکب
۲۴۷	فصل نهم - تخصیص و شبکه
۲۴۷	۹- فصل نهم: مدل‌های تخصیص و شبکه
۲۴۷	۹-۱ مقدمات تخصیص
۲۴۹	۹-۲ روش‌های حل مدل‌های تخصیص
۲۴۹	۹-۲-۱ روش شمارش کامل
۲۵۱	۹-۲-۲ روش مجارستانی
۲۵۲	۹-۲-۳ مثال تخصیص مجارستانی
۲۵۳	۹-۲-۴ مثال تخصیص مجارستانی
۲۵۴	۹-۳ حالت‌های خاص در مدل‌های تخصیص
۲۵۵	۹-۴ تخصیص تعمیم یافته
۲۵۷	۹-۴-۱ مثال تخصیص تعمیم یافته
۲۶۰	۹-۴-۲ مثال تخصیص تعمیم یافته
۲۶۳	۹-۵ شبکه و کاربردهای آن
۲۶۵	۹-۶ کاربردهای شبکه

۲۶۵	۹-۷ کاربرد اول. مساله کوتاهترین مسیر
۲۶۶	۹-۷-۱ روش جدولی
۲۶۶	۹-۷-۲ روش جدولی بهینه
۲۶۶	۹-۷-۳ مثال روش جدولی
۲۶۹	۹-۸ کاربرد دوم. محاسبه حداکثر جریان انتقالی
۲۷۰	۹-۸-۱ روش الگوریتمی
۲۷۰	۹-۸-۲ مثال روش حداکثر جریان
۲۷۳	۹-۸-۳ روش الگوریتم برش
۲۷۳	۹-۸-۴ مثال الگوریتم برش
۲۷۵	۹-۹ کاربرد سوم. تعیین درخت شبکه
۲۷۵	۹-۹-۱ روش الگوریتمی
۲۷۶	۹-۹-۲ روش جدولی
۲۷۶	۹-۹-۳ مثال روش جدولی

بخش سوم

۲۸۱	فصل دهم- برنامه‌ریزی عدد صحیح و صفر یا یک
۲۸۱	۱۰- فصل دهم: مدل‌سازی و حل مسائل عدد صحیح
۲۸۱	۱۰-۱ مقدمه
۲۸۱	۱۰-۲ انواع مدل‌های برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح
۲۸۲	۱۰-۳ مدل‌سازی برای برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح/ صفر یا یک
۲۸۸	۱۰-۳-۱ مساله مدل‌سازی صفر یا یک
۲۸۹	۱۰-۳-۲ مساله مدل‌سازی صفر یا یک
۲۹۱	۱۰-۳-۳ مساله مدل‌سازی صفر یا یک
۲۹۲	۱۰-۴ مدل‌سازی مسائل و برنامه‌ریزی عدد صحیح و صفر و یک
۲۹۲	۱۰-۴-۱ راه‌اندازی خط تولید
۲۹۴	۱۰-۴-۲ مساله سرمایه‌گذاری
۲۹۶	۱۰-۴-۳ مساله بودجه‌بندی و سرمایه
۲۹۸	۱۰-۴-۴ مساله کوله پشتی
۳۰۰	۱۰-۴-۵ مساله فروشنده دوره‌گرد
۳۰۲	۱۰-۵ تبدیل متغیرهای عدد صحیح به متغیرهای صفر و یک

۳۰۲	۱۰-۵-۱ مثال روش مجموع.....
۳۰۳	۱۰-۵-۲ مثال روش ضمنی.....
۳۰۴	۱۰-۶ روش‌های حل مسائل عدد صحیح و صفر و یک.....
۳۰۴	۱۰-۶-۱ روش‌های حل مسائل عدد صحیح.....
۳۰۶	۱۰-۶-۲ روش انشعاب و تحدید هندسی.....
۳۰۷	۱۰-۶-۳ مثال انشعاب و تحدید هندسی.....
۳۱۸	۱۰-۷ روش تغییر متغیر (انشعاب و تحدید سیمپلکس).....
۳۱۹	۱۰-۷-۱ مثال انشعاب و تحدید سیمپلکسی (روش تغییر متغیر).....
۳۲۵	۱۰-۸ برش گومری.....
۳۲۸	۱۰-۸-۱ مثال برش گومری.....
۳۳۰	۱۰-۹ برش تماماً عدد صحیح.....
۳۳۱	۱۰-۹-۱ مثال برش تماماً عدد صحیح.....
۳۳۵	۱۰-۱۰ حل مسائل صفر و یک.....
۳۳۵	۱۰-۱۰-۱ روش شمارش سریع با کامل.....
۳۳۶	۱۰-۱۰-۱-۱ مثال روش شمارش کامل.....
۳۳۶	۱۰-۱۰-۲ روش شمارش ضمنی یا الگوریتم بالاس.....
۳۴۰	۱۰-۱۰-۳ مثال الگوریتم بالاس.....
۳۴۳	۱۰-۱۰-۴ مثال الگوریتم بالاس.....
۳۴۶	۱۰-۱۰-۵ مثال الگوریتم بالاس.....
۳۵۱	فصل یازدهم- برنامه‌ریزی پویا و برنامه‌ریزی غیر خطی.....
۳۵۱	۱۱- فصل یازدهم: برنامه‌ریزی پویا و برنامه‌ریزی غیر خطی.....
۳۵۱	۱۱-۱ مقدمات برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۱	۱۱-۱-۱ کاربردهای برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۱	۱۱-۱-۲ انواع برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۲	۱۱-۱-۳ انواع حرکات در برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۲	۱۱-۲ مفاهیم اصطلاحات برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۳	۱۱-۳ مراحل کلی برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۴	۱۱-۴ ابزار برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۵	۱۱-۵ حل مسائل برنامه‌ریزی پویا.....
۳۵۵	۱۱-۵-۱ مساله برنامه‌ریزی خرید.....

۳۵۷	۱۱-۵-۲ مساله فروشنده دوره گرد
۳۵۹	۱۱-۶ مقدمات برنامه ریزی غیر خطی
۳۵۹	۱۱-۷ انواع مدل های برنامه ریزی غیر خطی
۳۶۴	۱۱-۸ اهمیت و کاربرد قضیه تحدب در مسائل غیر خطی
۳۶۵	۱۱-۹ توابع محدب و مقعر
۳۶۶	۱۱-۱۰ بررسی تحدب و تقعر توابع یک متغیره
۳۶۷	۱۱-۱۰-۱ مثال تحدب و تقعر یک متغیره
۳۶۸	۱۱-۱۱ بررسی تحدب و تقعر توابع چند متغیره
۳۶۹	۱۱-۱۱-۱ مثال تحدب و تقعر چند متغیره
۳۷۰	۱۱-۱۲ حل مسائل برنامه ریزی غیر خطی
۳۷۲	۱۱-۱۲-۱ روش نیوتنی
۳۷۲	۱۱-۱۲-۱-۱ مثال روش نیوتنی
۳۷۴	۱۱-۱۲-۲ روش الگوریتمی
۳۷۴	۱۱-۱۲-۲-۱ مثال روش الگوریتمی
۳۷۶	۱۱-۱۲-۳ روش گرادیان
۳۷۷	۱۱-۱۲-۳-۱ مثال روش گرادیان
۳۸۰	۱۱-۱۳ حل مسائل غیر خطی با محدودیت
۳۸۱	۱۱-۱۳-۱ روش لاگرانژین
۳۸۲	۱۱-۱۳-۱-۱ مثال روش لاگرانژین
۳۸۲	۱۱-۱۳-۲ روش کان تاکر
۳۸۳	۱۱-۱۳-۲-۱ مثال روش کان تاکر
۳۸۴	۱۱-۱۳-۲-۲ مثال روش کان تاکر
۳۸۷	فصل دوازدهم- تصمیم گیری چندمعیاره
۳۸۷	۱۲- فصل دوازدهم: تصمیم گیری چندمعیاره
۳۸۷	۱۲-۱ مقدمات و کلیات
۳۸۸	۱۲-۲ تصمیم گیری چند شاخصه: تعریف ریاضی
۳۹۱	۱۲-۳ انواع روش های تصمیم گیری چند شاخصه
۳۹۲	۱۲-۴ بی مقیاس سازی
۳۹۴	۱۲-۵ محاسبه اوزان شاخص ها
۳۹۹	۱۲-۶ روش های خوش بینانه، بدبینانه و واقع گرایانه

۳۹۹	۱۲-۶-۱ روش خوش بینانه
۳۹۹	۱۲-۶-۲ روش بدبینانه
۴۰۰	۱۲-۶-۳ روش واقع‌گرایانه (معیار هورویتز)
۴۰۳	۱۲-۷ روش جایگشت (پرموتاسیون)
۴۰۶	۱۲-۸ روش مجموع ساده وزن
۴۰۹	۱۲-۹ روش تاپسیس
۴۱۴	۱۲-۱۰ روش الکتری
۴۲۰	۱۲-۱۱ فرایند تحلیل سلسله مراتبی
۴۲۱	۱۲-۱۱-۱ ساختار سلسله مراتبی
۴۲۳	۱۲-۱۱-۲ مقایسه‌های زوجی
۴۲۵	۱۲-۱۱-۳ سازگاری تصمیمات
۴۲۸	۱۲-۱۱-۴ روش‌های محاسبه وزن در فرایند تحلیل سلسله مراتبی
۴۲۹	۱۲-۱۱-۵ روش بردار ویژه
۴۳۱	۱۲-۱۱-۶ روش حداقل مربعات
۴۳۳	۱۲-۱۱-۷ روش تقریبی
۴۳۵	فصل سیزدهم (پیوست‌ها و ضمایم) - ضمیمه اول. تمرین‌ها و نمونه سوالات
۴۳۵	۱۳- ضمیمه اول. تمرین‌ها و نمونه سوالات
۴۳۵	۱۳-۱ بخش اول
۴۴۵	۱۳-۲ بخش دوم
۴۵۵	۱۳-۳ بخش سوم
۴۶۵	فصل چهاردهم - ضمیمه دوم. آموزش نرم‌افزارهای کاربردی
۴۶۵	۱۴- ضمیمه دوم. آموزش نرم‌افزارهای کاربردی
۴۶۵	۱۴-۱ راهنمای نرم‌افزار لیتدو
۴۶۵	۱۴-۱-۱ مقدمه
۴۶۵	۱۴-۱-۲ مبانی لیتدو
۴۶۶	۱۴-۱-۳ کاربردها
۴۶۷	۱۴-۱-۴ ورود اطلاعات
۴۶۸	۱۴-۱-۵ خروجی از لیتدو
۴۷۱	۱۴-۲ راهنمای آموزش نرم‌افزار وینگمس
۴۷۱	۱۴-۲-۱ مقدمات

۴۷۳	.....	۱۴-۲-۲	قسمت‌های تشکیل دهنده یک برنامه
۴۷۳	.....	۱۴-۲-۳	علائم
۴۷۴	.....	۱۴-۲-۴	معرفی بخش‌های تشکیل دهنده برنامه
۴۷۴	.....	۱۴-۲-۴-۱	بخش مجموعه
۴۷۵	.....	۱۴-۲-۴-۲	بخش پارامترها
۴۷۵	.....	۱۴-۲-۴-۳	بخش جداول
۴۷۶	.....	۱۴-۲-۴-۴	بخش متغیرها
۴۷۶	.....	۱۴-۲-۴-۵	بخش معادلات
۴۷۷	.....	۱۴-۲-۴-۶	بخش مدل‌سازی و حل
۴۸۱	.....	۱۴-۳	آموزش نرم‌افزار وین. کیو.ایس. بی
۴۹۱	.....	۱۴-۴	آموزش نرم‌افزار دی.ایس
۴۹۱	.....	۱۴-۴-۱	چگونگی ورود اطلاعات و حل مسئله
۴۹۷	.....		فصل پانزدهم - ضمیمه سوم. تئوری بازی‌ها
۴۹۷	.....	۱۵-۱	ضمیمه سوم. تئوری بازی‌ها
۴۹۷	.....	۱۵-۱	تاریخچه نظریه بازی‌ها
۴۹۸	.....	۱۵-۲	تعریف بازی
۴۹۹	.....	۱۵-۳	تعریف نظریه بازی‌ها
۴۹۹	.....	۱۵-۴	تقسیم‌بندی بازی‌ها
۵۰۰	.....	۱۵-۴-۱	تقسیم‌بندی بر اساس نوع و میزان همکاری
۵۰۰	.....	۱۵-۴-۲	طبقه‌بندی بازی‌ها از منظر تقارن
۵۰۱	.....	۱۵-۴-۳	طبقه‌بندی کلی بازی (تئوری بازی‌ها)
۵۰۲	.....	۱۵-۴-۴	بازی‌های بنام (مطرح)
۵۰۲	.....	۱۵-۵	روش‌های نمایش بازی
۵۰۳	.....	۱۵-۵-۱	قالب استراتژیک (نرمال) بازی ایستا
۵۰۴	.....	۱۵-۵-۲	قالب استراتژیک (نرمال) بازی پویا
۵۰۴	.....	۱۵-۵-۳	قالب جدولی
۵۰۵	.....	۱۵-۵-۴	قالب بسط یافته (درختی)
۵۰۶	.....	۱۵-۵-۵	قالب بسط یافته برای بازی‌های ایستا و ناقص (فرم بی‌زین)
۵۰۷	.....	۱۵-۵-۶	قالب بسط یافته بازی‌های پویا و ناقص
۵۰۷	.....	۱۵-۶	مدل‌های حل بازی‌ها

- ۱-۱۵-۶ حل بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل ۵۰۸
- ۲-۱۵-۶ روش تعادل یابی به کمک استراتژی کاملاً غالب ۵۰۸
- ۳-۱۵-۶ روش تعادل یابی به کمک استراتژی غالب ضعیف ۵۰۸
- ۴-۱۵-۶ روش حذف پیایی استراتژی‌های کاملاً مغلوب ۵۰۹
- ۵-۱۵-۶ تعادل حداکثر حداقل‌ها و حداقل حداکثرها ۵۰۹
- ۶-۱۵-۶ تعادل نش ۵۱۰
- ۷-۱۵-۶ تعادل نش حالت پیوسته ۵۱۱
- ۸-۱۵-۶ تعادل نش حالت مختلط ۵۱۱
- ۹-۱۵-۶ حل بازی‌های پویا با اطلاعات کامل ۵۱۲
- ۱۰-۱۵-۶ تعادل یابی به روش بازگشتی ۵۱۳
- ۱۱-۱۵-۶ تعادل یابی به روش بازی فرعی (زیربازی) ۵۱۳
- ۱۲-۱۵-۶ تعادل یابی در بازی تکراری ۵۱۴
- ۱۳-۱۵-۶ نمایش بازی تکراری ۵۱۵
- ۱۴-۱۵-۶ حل بازی‌های ایستا با اطلاعات ناقص ۵۱۷
- ۱۵-۱۵-۶ حل بازی پویا با اطلاعات ناقص ۵۱۷
- ۱-۱۵-۶-۱ طبقه‌بندی استراتژی‌ها در بازی‌های پویا با اطلاعات ناقص ۵۱۸
- ۲-۱۵-۶-۱ شروط تعادل نهایی بازی پویا با اطلاعات ناقص ۵۱۹
- منابع و مآخذ ۵۲۱
- منابع فارسی ۵۲۱
- منابع لاتین ۵۲۱