

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جلد دوم

تحقیق در عملیات

به همراه حل مسیحی تست‌های کنکور ارشد و دکتری

مؤلفین

احسان خاکبازان

راضیه رمضان جماعت



انتشارات نگاه دانش نوین

سرشناسه	: خاکبازان، احسان
عنوان و نام پدیدآور	: تحقیق در عملیات به همراه حل تشریحی تست‌های کنکور ارشد و دکتری/ مولفین احسان خاکبازان، راضیه رمضان جماعت؛ [برای دپارتمان تخصصی مهندسی صنایع].
مشخصات نشر	: تهران: نگاه دانش نوین، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ج. مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۹۵۰۸۸-۱-۷ دوره ۵: ۹۷۸-۶۲۲-۹۵۰۸۸-۱-۷ ج. ۱: ج. ۲-۴
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: پشت جلد به انگلیسی: Ehsan Khakbazan, Razieh Ramezan Jamaat. Operation research
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: تحقیق عملیاتی- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: Operations research-Study and teaching (Higher)
موضوع	: تحقیق عملیاتی- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	: Operations research-Examinations, questions, etc (Higher)
موضوع	: تحقیق عملیاتی- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع	: Operations research-Problems, exercises, etc (Higher)
شناسه افزوده	: رمضان، جماعت، راضیه
شناسه افزوده	: مؤلفه آموزش عالی آزاد پژوهش. دپارتمان تخصصی مهندسی صنایع
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۰، ۶۲۲/۹/۷ T۵۷
رده‌بندی دیوینی	: ۵۴۱/۳۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۸۱۶۰۲

خرید آنلاین کتاب‌های نگاه دانش

www.negahedaneh.com



اخبار کتاب‌های نگاه دانش

Telegram.me/negahedaneh

انتشارات نگاه دانش نوین

- ♦ نام کتاب : تحقیق در عملیات - جلد دوم
- ♦ مولفین : احسان خاکبازان، راضیه رمضان جماعت
- ♦ ناشر : نگاه دانش نوین
- ♦ حروف چینی و صفحه‌آرایی : راحله سادات عطائی
- ♦ نوبت چاپ : اول ۱۳۹۹
- ♦ تیراژ : ۵۰۰ جلد
- ♦ قیمت : ۸۰۰۰۰ تومان
- ♦ لیتوگرافی/ چاپ و صحافی : باختر/ رسام/ امید
- ♦ شابک جلد ۲ : ۹۷۸-۶۲۲-۹۵۰۸۸-۶-۲
- ♦ شابک دوره : ۹۷۸-۶۲۲-۹۵۰۸۸-۲-۴

توجه: کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است و هیچ کس حقیقی و حقوقی حق چاپ و برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی، جزوه و حتی دست‌نویس ندارد و متخلفین به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

انتشارات نگاه دانش نوین: انقلاب- ۱۲ فروردین- ساختمان ناشران پلاک ۷۷۱- طبقه ۲- واحد ۴

تلفن: ۶۶۹۵۴۸۹۶

تلفکس: ۶۶۴۸۶۱۵۴

به یادش و به یاریش

دانشجویان گرامی:

کتابی که در دست دارید از مجموعه‌ی کتاب‌های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد مهندسی صنایع است که با همکاری دپارتمان تخصصی مهندسی صنایع و انتشارات نگاه دانش به انتشار درآمده است. این مجموعه کتاب‌ها با هدایت علمی و سیاست‌گذاری دپارتمان تخصصی مهندسی صنایع و با کمک اساتید دانشگاه و مدرسین برجسته کنکور کارشناسی ارشد تدوین می‌شوند. هدف دپارتمان از انتشار این مجموعه، ارائه‌ی منابع کارآمد و معطوف به نیازهای دانشجویان متقاضی کارشناسی ارشد است. از این رو سعی شده تا کتاب‌ها با داشتن طرح درسی منسجم و قوی به همراه کتاب‌های متعدد و پاسخ تشریحی، دانشجویان را از مطالعه‌ی منابع دیگر بی‌نیاز کنند. همچنین در راستای بهبود مستمر محتوای این مجموعه، دپارتمان پذیرای نظرات اصلاحی و انتقادات و پیشنهادات و ایده‌های شما از طریق پست الکترونیک iedepcrmm@gmail.com خواهد بود.

دپارتمان تخصصی مهندسی صنایع اولین و تنها مرکزی است که بطور کاملاً تخصصی و با گستردگی بسیار به ارائه خدمات آموزشی و تکمیلی مهندسی صنایع می‌پردازد. دپارتمان با کمک بهترین اساتید این رشته، در حوزه‌های مختلف مانند مشاوره تخصصی کنکور ارشد، کلاس‌های آمادگی کنکور ارشد، آزمون‌های آمادگی کنکور ارشد، جزوات و منابع کنکور ارشد، دوره‌های جانبی و تکمیلی مورد نیاز مهندسان و دانشجویان جهت فرصت‌های شغلی یا تحصیلات تکمیلی، فروش کتاب‌ها و نرم‌افزارهای تخصصی و نیز کلاس‌های آمادگی کنکور دکتري آماده ارائه خدمات است. اطلاعات بیشتر را می‌توانید در وب سایت رسمی دپارتمان با آدرس www.iedep.com مشاهده کنید.

در پایان ضمن آرزوی موفقیت برای همه‌ی دانشجویان، لازم است از مدیران اثر و مدیریت انتشارات نگاه دانش تشکر کنیم که بدون زحمات بی‌وقفه‌ی ایشان انتشار کتاب میسر نبود. و همچنین از جناب آقای دکتر مجید ایوزیان مشاور ارشد دپارتمان تشکر می‌کنیم که با نظرات و پیشنهادات خود ما را در چاپ و ارائه به چه بهتر این مجموعه یاری نمودند.

با احترام

مدیران دپارتمان تخصصی مهندسی صنایع

پور بهیر - محقق

مقدمه

کتاب پیش رو نه یک ترجمه مستقیم از کتاب‌های مرجع و نه صرفاً یک گردآوری مطالب است. بلکه این کتاب به پشتوانه تجربه چندین ساله تدریس تخصصی در زمینه کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی صنایع و همچنین تدریس دانشگاهی به نگارش درآمده است. این کتاب جلد دوم از یک مجموعه دو جلدی است که تمامی سرفصل‌های موجود در درس تحقیق در عملیات ۲ را پوشش می‌دهد.

به جرأت می‌توان کتاب حاضر را روان‌ترین و قابل فهم‌ترین کتاب تحقیق در عملیات در سطح آمادگی کنکور کارشناسی ارشد و دکتری دانست. هدف اصلی نگارنده کتاب بیان مفاهیم عمیق ریاضی و جبری در قالب مثال‌هایی ساده و قابل فهم است. برای رسیدن به این هدف، هر فصل کتاب به دو بخش اصلی تقسیم شده است. در بخش اول، متن هر فصل به همراه مثال‌های تشریحی فراوان و آموزنده، بیان شده است و در بخش دوم تست‌های طبقه‌بندی شده کاملاً منطبق با زیربخش‌های همان فصل، گردآوری شده‌اند.

در جلد حاضر، تست‌های انتهایی هر فصل شامل تست‌های کنکور سیستم و مدیریت و نیز تست‌های تألیفی مبتنی بر کتاب‌های مرجع و اصلی تحقیق در عملیات می‌باشد در انتهای کتاب تست‌های کنکور ارشد صنایع از سال ۹۰ تا ۹۸ به همراه کلیه تست‌های کنکور دکتری مهندسی صنایع به صورت جامع با پاسخ‌های تشریحی منحصر بفرد، آمده است. مباحث این آزمون‌ها شامل تحقیق در عملیات ۲ است که مطالعه کامل آن‌ها بسیار توصیه می‌شود. این کتاب تنها یک کتاب نیست، بلکه آغاز همکاری آموزشی ولفان و خوانندگان کتاب است لذا این کتاب در کانال مؤلف کاملاً حمایت می‌شود تا کلیه‌ی نیازهای یک دانشجو برای دگیری کامل این درس مرتفع شود.

راه‌های ارتباطی با مؤلفان:

https://t.me/ehsan_khakbazan

ehsankhakbazan@gmail.com

razieh_ramezanjamaat@yahoo.com

امید است کتاب حاضر بتواند مورد استفاده

خوانندگان قرار گرفته و گامی کوچک در راستای

رشد و پیشبرد علمی کشور عزیزمان ایران باشد.

فهرست مطالب

فصل نهم برنامهریزی عدد صحیح

۱-۹	مقدمه
۲-۹	روابط و محدودیتهای منطقی
۱-۲-۹	متغیر نشانگر و متغیرهای باینری
۲-۲-۹	متغیر نشانگر و متغیر پیوسته
۱-۲-۲-۹	مسئله هزینه ثابت
۲-۲-۹	متغیر نشانگر و فعال شدن محدودیت
۲-۲-۹	محدودیتهای شرطی (لاگر، انگاه)
۱-۲-۲-۹	محدودیتهای این یا آن
۱-۲-۲-۹	حذف قدر مطلق از تابع هدف
۲-۲-۲-۹	برقراری محدودیت بین N و M و N و M
۱-۲-۲-۲-۹	مثال برای ناحیه غیر محدب
۲-۲-۲-۲-۹	مجموعه متغیرهای مرتب و ویژه نوع یک (SOS)
۱-۲-۲-۲-۲-۹	تابع با N مقدار M محل
۲-۲-۲-۲-۲-۹	مجموعه متغیرهای مرتب و ویژه نوع (SOS)
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	نمایش توابع قطعه قطعه خطی با کمک M و N
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	نمایش توابع قطعه قطعه خطی با کمک M و N
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	تبدیل متغیرهای صحیح به متغیرهای باینری
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	خطی کردن توابع چند جمله‌ای
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	حاصل ضرب متغیرهای باینری
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	حاصل ضرب یک متغیر باینری در یک متغیر پیوسته
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	نمونه‌هایی از مدل سازی با متغیرهای عدد صحیح
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	الگوریتم حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	الگوریتم صفحات برشی
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	الگوریتم برش تمام صحیح
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	الگوریتم برش مختلط
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	الگوریتم شاخه و کران
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۹	الگوریتم بالاس
۲-۹	مسئله فروشنده دوره گرد
۲-۹	مسئله فروشنده دوره گرد نامتقارن
۲-۹	روش DEF برای حذف زیر تور
۲-۹	روش MTZ برای حذف زیر تور
۲-۹	روش شاخه و کران برای حذف زیر تور
۲-۹	مسئله فروشنده دوره گرد متقارن
۲-۹	نسخه‌های فصل نهم
۲-۹	بلج نسخه‌های فصل نهم

فصل دهم برنامه‌ریزی غیر خطی

۱-۱۰	مقدمه
۲-۱۰	نوع نقاط می‌نیم و ماکزیمم
۱-۲-۱۰	نقطه می‌نیم نسبی
۲-۲-۱۰	نقطه می‌نیم سراسری
۳-۱۰	جهت‌های نشانی (مشتقات)
۴-۱۰	مشتق جهتی
۵-۱۰	درجه گرادیان
۶-۱۰	شرایط لازم بهیگی مرتبه اول
۱-۶-۱۰	شرایط لازم بهیگی مرتبه اول (حالت کلی)
۲-۶-۱۰	شرایط لازم بهیگی مرتبه اول (حالت نامعقد)

۷-۱۰	نقطه بحرانی
۸-۱۰	ماتریس هسین
۹-۱۰	مقدار ویژه و بردار ویژه
۱۰-۱۰	زیر ماتریس‌های اصلی و زیرماتریس‌های اصلی بیشتر
۱۱-۱۰	درایمهای مجوری
۱۲-۱۰	ماتریس‌های (نیمه) معین مثبت و (نیمه) معین منفی
۱۳-۱۰	۱. ماتریس معین مثبت
۱۴-۱۰	۲. ماتریس نیمه معین مثبت
۱۵-۱۰	۳-۱۲. ماتریس معین منفی
۱۶-۱۰	۴. ماتریس نیمه معین منفی
۱۷-۱۰	۵-۱۳. ماتریس نامعین
۱۸-۱۰	۶-۱۲. روش تعیین نوع ماتریس از طریق مینورها
۱۹-۱۰	۱۳-۱. شرایط لازم و کافی بهیگی مرتبه دوم
۲۰-۱۰	۱-۱۳. شرایط لازم بهیگی مرتبه دوم (حالت کلی)
۲۱-۱۰	۲-۱۳. شرایط لازم بهیگی مرتبه دوم (حالت نامعقد)
۲۲-۱۰	۳-۱۳. شرایط کافی بهیگی مرتبه دوم (حالت نامعقد)
۲۳-۱۰	۱۴-۱. فرایند تعیین نوع نقاط بحرانی
۲۴-۱۰	۱. مسائل تک متغیره
۲۵-۱۰	۲-۱۴. مسائل چند متغیره
۲۶-۱۰	۱۵. توابع محدب و مقعر
۲۷-۱۰	۱-۱۵. پیوستگی توابع محدب
۲۸-۱۰	۲-۱۵. مشتق جهتی در توابع محدب
۲۹-۱۰	۳-۱۵. ایگراف و هایپوگراف یک تابع
۳۰-۱۰	۴. توابع محدب و مقعر مشتق پذیر
۳۱-۱۰	۵-۱۵. توابع محدب و مقعر دو بار مشتق پذیر
۳۲-۱۰	۶-۱۵. می‌نیم‌سازی توابع محدب
۳۳-۱۰	۷. ماکزیمم‌سازی توابع محدب
۳۴-۱۰	۱۵-۱. طالب تکمیلی توابع محدب
۳۵-۱۰	۱. تابع شبه محدب
۳۶-۱۰	۲. تابع شبه محدب
۳۷-۱۰	۳. تابع شبه محدب
۳۸-۱۰	۴. تابع شبه محدب
۳۹-۱۰	۵. تابع شبه محدب
۴۰-۱۰	۶. تابع شبه محدب
۴۱-۱۰	۷. تابع شبه محدب
۴۲-۱۰	۸. تابع شبه محدب
۴۳-۱۰	۹. تابع شبه محدب
۴۴-۱۰	۱۰. تابع شبه محدب
۴۵-۱۰	۱۱. تابع شبه محدب
۴۶-۱۰	۱۲. تابع شبه محدب
۴۷-۱۰	۱۳. تابع شبه محدب
۴۸-۱۰	۱۴. تابع شبه محدب
۴۹-۱۰	۱۵. تابع شبه محدب
۵۰-۱۰	۱۶-۱۰. برابری‌ری محدب
۵۱-۱۰	۱. الگوریتم حل مسائل برابری‌ری محدب با
۵۲-۱۰	۱۷-۱۰. شرایط لازم و کافی بهیگی برای مسائل
۵۳-۱۰	۱-۱۷. شرایط لازم KKT برای مسائل محدودیت‌های
۵۴-۱۰	۲-۱۷. شرایط کافی KKT برای مسائل محدودیت‌های
۵۵-۱۰	۳. شرایط کیفیت محدودیت
۵۶-۱۰	۴-۱۷. شرایط لازم KKT برای مسائل محدودیت‌های
۵۷-۱۰	۵. شرایط کافی KKT برای مسائل محدودیت‌های
۵۸-۱۰	۶-۱۷. برخی مطالب تکمیلی در بحث شرایط لازم و کافی
۵۹-۱۰	۱-۱۷. شرایط لازم مرتبه دوم KKT
۶۰-۱۰	۲-۱۷. شرایط کافی مرتبه دوم KKT
۶۱-۱۰	۱۸-۱۰. حل هندسی مسائل غیرخطی
۶۲-۱۰	۱۹. دوگان لاگرانژی و شرایط بهیگی نقطه زینی
۶۳-۱۰	۱-۱۹. مسئله دوگان لاگرانژی
۶۴-۱۰	۲. تفسیر هندسی مسئله دوگان
۶۵-۱۰	۳. قضایای دوگان و شرایط بهیگی نقطه زینی
۶۶-۱۰	۴. قضایای دوگان
۶۷-۱۰	۵. ضعیف دوگانی
۶۸-۱۰	۶. شکاف دوگانی

۳۸۹	۶-۲-۱۱ تابع عابدي قوری
۳۸۹	۷-۲-۱۱ تابع ارزش قوری
۳۸۹	۸-۲-۱۱ اصل بهینگی (رابطه بارگشتی)
۳۹۳	۴-۱۱ مسائل برنامه‌ریزی پویا با متغیر حالت گ
۴۱۷	۴-۱۱ مسائل برنامه‌ریزی پویا با متغیر حالت پیوسته
۴۳۹	۵-۱۱ برنامه‌ریزی پویا رویکرد حرکت به جلو
۴۵۰	۶-۱۱ برنامه‌ریزی پویای احتمالی
۴۶۵	تست‌های فصل یازدهم
۴۷۵	پایخ تست‌های فصل یازدهم

فصل دوازدهم: نظریه بازی‌ها

۴۸۷	۱-۱۲ مقدمه
۴۸۷	۲-۱۲ بازی‌های دو نفره مجموع صفر
۴۸۹	۳-۱۲ سیاست‌های غالب و مغلوب
۴۹۰	۴-۱۲ نقطه تعادل حاشی
۴۹۰	۵-۱۲ نقطه تعادل مختلط
۴۹۷	تست‌های فصل دوازدهم
۵۰۲	پایخ تست‌های فصل دوازدهم

فصل سیزدهم: جریان‌های شبکه‌ای

۵۱۱	۱-۱۳ مقدمه
۵۱۱	۲-۱۳ مسئله حداکثر جریان
۵۱۲	۳-۱۳ الگوریتم حداکثر جریان در شبکه
۵۱۶	۴-۱۳ مدل ریاضی مسئله حداکثر جریان
۵۱۷	۵-۱۳ ظرفیت برش و حداکثر جریان
۵۱۸	۶-۱۳ مسئله کاتنریس
۵۲۲	۷-۱۳ الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر
۵۲۳	۸-۱۳ مدل ریاضی مسئله کوتاه‌ترین مسیر
۵۲۶	۹-۱۳ مسئله حداقل درخت فراگیر
۵۳۷	تست‌های فصل سیزدهم
۵۴۰	پایخ تست‌های فصل سیزدهم

بحث گسترده کلاس درس

۵۳۵	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۰
۵۴۹	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۱
۵۶۱	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۲
۵۷۵	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۳
۵۸۷	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۴
۶۰۱	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۵
۶۱۵	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۶
۶۲۹	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۷
۶۴۷	سوالان کنکور کارشناسی ارشد صنایع سال ۱۳۹۸

سوالان گسترده کلاس درس

۶۶۵	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۱
۶۷۷	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۲
۶۸۹	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۳
۷۰۱	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۴
۷۱۱	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۵
۷۲۳	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۶
۷۳۷	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۷
۷۴۷	سوالان کنکور دکتری صنایع سال ۱۳۹۸

۲۱۴	۱۰-۱۹-۳ قضیه قوی دوگان
۲۱۵	۱۰-۱۹-۴ شرایط بهینگی نقطه ریسی
۲۱۶	۱۰-۱۹-۵ رابطه بین شرایط نقطه ریسی و شرایط KKT
۲۱۶	۱۰-۱۹-۶ دوگان لاگرانژی مسائل برنامه‌ریزی خطی و کوادراتیک
۲۱۶	۱۰-۱۹-۷ دوگان لاگرانژی برنامه‌ریزی خطی
۲۱۷	۱۰-۱۹-۸ دوگان لاگرانژی برنامه‌ریزی درجه دوم
۲۱۸	۱۰-۱۹-۹ مسئله برنامه‌ریزی درجه دوم (کوئدراٹیک)

۲۱۹	۱۰-۱۹-۱۰ مسئله مکمل خطی
۲۲۰	۱۰-۱۹-۱۱ الگوریتم محور گیری مکمل
۲۲۴	۱۰-۱۹-۱۲ همگرایی الگوریتم محور گیری مکمل (مطلب تکمیلی)
۲۲۴	۱۰-۱۹-۱۳ مسئله مکمل خطی و برنامه‌ریزی درجه دوم
۲۲۸	۱۰-۱۹-۱۴ همگرایی الگوریتم محور گیری مکمل برنامه‌ریزی درجه دو
۲۲۹	۱۰-۱۹-۱۵ روش سیمپلکس پیراسته (تغییر یافته)

۲۳۴	۱۰-۱۹-۱۶ برنامه‌ریزی تفکیک‌پذیر
۲۴۰	۱۰-۱۹-۱۷ برنامه‌ریزی محدب تفکیک‌پذیر
۲۴۲	۱۰-۱۹-۱۸ تفکیک‌پذیری و توابع مرکب
۲۴۳	۱۰-۱۹-۱۹ برنامه‌ریزی کسری خطی
۲۴۴	۱۰-۱۹-۲۰ الگوریتم چور و گ
۲۴۷	۱۰-۱۹-۲۱ روش رانز و ک
۲۴۸	۱۰-۱۹-۲۲ برنامه‌ریزی هندسی

۲۴۹	۱۰-۱۹-۲۳ حل مسائل برنامه‌ریزی هندسی
۲۵۱	۱۰-۱۹-۲۴ حل مسائل برنامه‌ریزی همی مفید
۲۵۵	۱۰-۱۹-۲۵ برنامه‌ریزی صاف‌سازی (اصلاحی)
۲۵۵	۱۰-۱۹-۲۶ روش‌های مواجهه با عدم قطعیت
۲۵۶	۱۰-۱۹-۲۷ عدم قطعیت و تحلیل حساسیت
۲۵۶	۱۰-۱۹-۲۸ عدم قطعیت و تبدیل به قطعی
۲۵۷	۱۰-۱۹-۲۹ عدم قطعیت و استفاده از سناریوها
۲۵۸	۱۰-۱۹-۳۰ محدودیت تناسلی

۲۶۰	۱۰-۱۹-۳۱ مدل سازی ریسک
۲۶۱	۱۰-۱۹-۳۲ مدل اول مارکوفیتز
۲۶۲	۱۰-۱۹-۳۳ مدل دوم مارکوفیتز
۲۶۲	۱۰-۱۹-۳۴ الگوریتم‌های حل تریس مسائل غیرخطی نامعین
۲۶۳	۱۰-۱۹-۳۵ روش‌های جستجوی تک بعدی بدون کمک مشتق
۲۶۵	۱۰-۱۹-۳۶ روش جستجوی نزاعی
۲۶۶	۱۰-۱۹-۳۷ روش جستجوی فیبوناچی
۲۷۰	۱۰-۱۹-۳۸ روش‌های جستجوی تک بعدی با کمک مشتق

۲۷۰	۱۰-۱۹-۳۹ روش جستجوی دو بخشی
۲۷۰	۱۰-۱۹-۴۰ روش نیوتن (نیوتن-رافسون)
۲۷۲	۱۰-۱۹-۴۱ روش‌های جستجوی چند بعدی بدون کمک مشتق
۲۷۲	۱۰-۱۹-۴۲ روش‌های جستجوی چند بعدی با کمک مشتق
۲۷۳	۱۰-۱۹-۴۳ روش سریع‌ترین نزول (صعود)
۲۷۵	۱۰-۱۹-۴۴ روش نیوتن (نیوتن-رافسون)

۲۷۶	۱۰-۱۹-۴۵ مسئله برنامه‌ریزی غیر محدب
۲۷۶	۱۰-۱۹-۴۶ روش SUMT
۲۷۷	۱۰-۱۹-۴۷ الگوریتم نقاط داخلی
۲۷۸	۱۰-۱۹-۴۸ الگوریتم نقاط خارجی

۲۷۹	تست‌های فصل دهم
۳۱۷	پایخ تست‌های فصل دهم

فصل یازدهم: برنامه‌ریزی پویا

۳۸۳	۱۰-۱۱ مقدمه
۳۸۷	۱۰-۱۱-۱ عناصر کلیدی در برنامه‌ریزی پویا رویکرد حرکت به عقب
۳۸۷	۱۰-۱۱-۲ مرحله
۳۸۸	۱۰-۱۱-۳ متغیر حالت (متغیر وضعیت)
۳۸۸	۱۰-۱۱-۴ متغیر تصمیم (اقدام)
۳۸۸	۱۰-۱۱-۵ سیاست
۳۸۸	۱۰-۱۱-۶ تابع انتقال