

تحقیق در عملیات ۲

تألیف:

دکتر ابراهیم اسدی گنگرج

(عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل)



دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل



علوم رایانه

سرشناسه : اسدی گنگرج، ابراهیم؛ ۱۳۶۲ .

عنوان و نام پدیدآور : تحقیق در عملیات ۲ / تألیف: ابراهیم اسدی گنگرج .

مشخصات نشر : بابل: علوم رایانه ، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری : ۳۱۰ ص. : مصور، جدول، نمودار .

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۱۳۶-۳

وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا

یادداشت : واژه‌نامه

یادداشت : کتابنامه

موضوع : تحقیق عملیاتی

موضوع : Operations research

رده بندی کنگره : ۵۷ / ۶

رده بندی دیویی : ۰۰۳

شماره کتبشناسی ما : ۵۷۲۵۱۱۲

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (نشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

www.olomrayaneh.net

بابل، صندوق پستی ۴۷۱۳۵-۸۹۱



علوم رایانه

تحقیق در عملیات ۲

تألیف: دکتر ابراهیم اسدی گنگرج

(داوری شده در کمیته‌ی انتشارات دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل)

چاپ اول

تابستان ۱۳۹۸

شمارگان : ۵۰۰ نسخه

قیمت : ۴۵۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی: چاپ دیجیتال میلاد بابل

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۱۳۶-۳

تلفن : ۳۲۳۶۰۷۷۲ - ۱۱

نشانی ناشر: بابل، خیابان شریعتی، مجتمع میلاد، واحد ۱۷

حروفچینی و صفحه‌آرایی : علوم رایانه

تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید، نبش وحید نظری، شماره ۱۴۲ - تلفکس : ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴

فهرست مطالب

فصل ۱: برنامه‌ریزی عدد صحیح

۹.....	۱-۱	مقدمه
۱۰.....	۲-۱	فرض‌های مسائل MILP
۱۲.....	۳-۱	مدل‌هایی با متغیرهای عدد صحیح
۵۲.....	۴-۱	مدل‌سازی برخی محدودیت‌ها با استفاده از متغیرهای ۰-۱
۶۴.....	۵-۱	تمرین‌ها
۷۱.....	۶-۱	فهرست مراجع و منابع مفید

فصل ۲: روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح

۷۲.....	۱-۲	مقدمه
۷۲.....	۲-۲	روش شاخه و کران (B&B) برای مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح و عدد صحیح مختلط
۸۲.....	۳-۲	روش صفحات برشی برای مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح و عدد صحیح مختلط
۹۴.....	۴-۲	روش شاخه و کران برای مسائل برنامه‌ریزی ۰-۱
۹۶.....	۵-۲	روش شمارش ضمنی بالاش برای مسائل برنامه‌ریزی ۰-۱
۱۰۸.....	۶-۲	تمرین‌ها
۱۱۱.....	۷-۲	فهرست مراجع و منابع مفید

فصل ۳: برنامه‌ریزی بویا

۱۱۲.....	۱-۳	مقدمه
۱۱۲.....	۲-۳	مثال
۱۱۶.....	۳-۳	ویژگی‌های برنامه‌ریزی بویای قطعی (گسسته و پیوسته) و مدل‌سازی
۱۵۳.....	۴-۳	برنامه‌ریزی بویای احتمالی
۱۵۹.....	۵-۳	تمرین‌ها
۱۶۵.....	۶-۳	فهرست مراجع و منابع مفید

فصل ۴: برنامه‌ریزی غیرخطی

۱۶۶.....	۱-۴	مقدمه
۱۶۷.....	۲-۴	کاربردهای مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی
۱۶۹.....	۳-۴	نمایش ترسیمی مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی
۱۷۳.....	۴-۴	مفاهیم پایه‌ای در مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی
۱۷۷.....	۵-۴	مشتق
۱۸۹.....	۶-۴	دسته‌بندی انواع مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی

۱۹۲	روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی نامقید	۷-۴
۲۰۴	روش لاگرانژ	۸-۴
۲۰۶	شرایط کروش - کائن - تاکر	۹-۴
۲۰۹	برنامه‌ریزی درجه دو	۱۰-۴
۲۱۴	برنامه‌ریزی تفکیک‌پذیر	۱۱-۴
۲۱۷	روش‌های حل عمومی برای مسائل برنامه‌ریزی محدب	۱۲-۴
۲۲۰	روش‌های حل عمومی برای مسائل برنامه‌ریزی غیرمحدب	۱۳-۴
۲۲۳	برنامه‌ریزی کسری خطی	۱۴-۴
۲۲۴	برنامه‌ریزی هندسی	۱۵-۴
۲۲۷	تمرین‌ها	۱۶-۴
۲۳۳	فهرست مراجع و منابع مفید	۱۷-۴

فصل ۵: نظریه بازی‌ها

۲۳۴	مقدمه	۱-۵
۲۳۵	مدل‌ری بازی‌های دو نفره مجموع صفر	۲-۵
۲۳۶	حل بازی‌های سه نفره - مثال نمونه	۳-۵
۲۴۱	بازی‌ها با راهبردهای ترکیبی	۴-۵
۲۴۳	روش ترسیمی	۵-۵
۲۴۵	روش برنامه‌ریزی خطی	۶-۵
۲۴۸	تمرین‌ها	۷-۵
۲۵۳	فهرست مراجع و منابع مفید	۸-۵

فصل ۶: نظریه شبکه

۲۵۴	مقدمه	۱-۶
۲۵۵	واژگان شبکه	۲-۶
۲۵۹	مسأله‌ی کوتاه‌ترین مسیر	۳-۶
۲۶۱	مسأله‌ی کوتاه‌ترین درخت گسترده	۴-۶
۲۶۳	مسأله‌ی بیشینه‌ی جریان	۵-۶
۲۶۷	مسأله‌ی کمترین هزینه‌ی جریان	۶-۶
۲۸۰	تمرین‌ها	۷-۶
۲۸۵	فهرست مراجع و منابع مفید	۸-۶

فصل ۷: جعبه‌ابزار بهینه‌سازی متلب

۲۸۶	مقدمه	۱-۷
۲۸۶	جعبه‌ابزار بهینه‌سازی	۲-۷
۲۹۶	انتخاب نوع Solver	۳-۷
۲۹۶	نحوه‌ی نوشتن فایل توابع	۴-۷
۲۹۸	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی	
۳۰۴	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	

بسم الله الرحمن الرحيم

بدون شک یکی از پایه‌های توسعه‌ی فرهنگ و رشد و شکوفایی استعدادها، مقوله‌ی کتاب و کتابخوانی است. یکی از معیارهای مورد بررسی در میزان پیشرفت یک جامعه، توجه به کتاب و مطالعه‌ی سرانه است. آنچه که موجب گرایش فرهیختگان به مطالعه‌ی کتاب می‌شود، وجود کتاب‌های باکیفیت و جذاب و نویسندگان ماهر و اندیش‌مند و توزیع مناسب است.

جهت تسهیل این امر و گام برداشتن به سمت خودکفایی، انتشار کتاب‌های دانشگاهی و ایج پژوهش، محققان فرهیخته‌ی کشور، در دستور کار انتشارات علوم رایانه قرار گرفته است.

انتشارات علوم رایانه وابسته است با شبکه‌ای از اساتید برجسته‌ی کشور ارتباط برقرار کرده و آثار ارزشمند آن‌ها را منتشر کند. در همین راستا، انتشارات علوم رایانه در بیست و پنجمین و بیست و هفتمین نمایشگاه بین‌المللی کتاب تهران به عنوان ناشر برتر کشور انتخاب شده است.

سید اله جعفر نژاد قمی

انتشارات علوم رایانه

پیشگفتار

یکی از دغدغه‌های اصلی دانشجویان و اساتید در تمامی دروس، تهیه منبع مناسب در بین منابع متعدد برای دروس دانشگاهی است به گونه‌ای که بتوانند کلیه سرفصل‌های مورد نیاز را پوشش دهد. تحقیق در عملیات، درسی اصلی در بین دروس مهندسی صنایع و مدیریت است که پیش‌نیاز بسیاری از دروس دیگر می‌باشد. علی‌رغم وجود منابع متعدد و مناسب برای تحقیق در عملیات ۱، متأسفانه این خلاء همیشه برای تحقیق در عملیات ۲ وجود داشته است؛ به گونه‌ای که چه در دوران دانشجویی و چه در دوران تدریس همیشه وجود یک منبع درسی مناسب که بتواند هم کلیه سرفصل‌های مورد نیاز را تحت پوشش قرار دهد و هم از درسی‌های خوبی برخوردار باشد، احساس کرده‌ام. در سال‌های اخیر و با افزودن این درس به عنوان یکی از دروس کنکور کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع، تعدادی منبع منتشر شده که اکثر تمرکز آن‌ها بر روی بحث تست و تکنیک‌های تست‌زنی است و کمتر بر روی بحث اصلی درس تمرکز کرده‌اند. از این رو از چند سال قبل بر آن شده‌ام که کتابی را در این زمینه تهیه کنم که در ابتدا با سخنگویان از درسی دانشجویان درس تحقیق در عملیات ۲ باشد و بتواند آن‌ها را از خواندن منابع گوناگون برای پوشش کلیه مباحث این درس بی‌نیاز کند. این کتاب در هفت فصل تنظیم شده است و در انتهای هر فصل تعدادی تمرین برای خودآزمایی خوانندگان و همچنین تعدادی منبع برای مطالعه‌ی بیشتر علاقه‌مندان گنجانده شده است.

فصل اول این کتاب به مدل‌سازی مسائل با استفاده از متغیرهای عدد صحیح اختصاص دارد. در ابتدا به بیان تعاریف مورد نیاز برای معرفی مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح خطی، عدد صحیح خطی مختلط و ۰-۱ پرداخته و در ادامه چندین مثال برای معرفی این مدل‌ها ارائه شده است. در انتهای فصل، تکنیک‌هایی در خصوص نحوه‌ی استفاده از متغیرهای ۰-۱ برای مدل کردن شرایط مختلف حاکم بر مسئله معرفی خواهند شد.

در فصل دوم، روش‌های رایج حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح معرفی می‌شوند. در این فصل روش‌هایی نظیر روش شاخه و کران، روش صفحات برشی کسری گموری، روش صفحات برشی تمام صحیح اولیه، روش صفحات برشی تمام صحیح دوگان، روش صفحات برشی کسری عدد صحیح مختلط و روش شمارش ضمنی بالاش ارائه می‌شوند.

فصل سوم به معرفی مفهوم برنامه‌ریزی پویا در علم تحقیق در عملیات می‌پردازد. در این فصل بعد از معرفی مفاهیم اولیه‌ی برنامه‌ریزی پویا، این مفهوم با استفاده از مثال‌های متعدد در سه بخش شامل برنامه‌ریزی پویای گسسته، برنامه‌ریزی پویای پیوسته و برنامه‌ریزی پویای احتمالی معرفی می‌شود.

فصل چهارم کتاب به مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی اختصاص دارد. با توجه به گستردگی مسائل مطرح در زمینه‌ی برنامه‌ریزی غیرخطی، در ابتدا تعاریف و مفاهیم اولیه‌ی مورد نیاز برای حل مسائل

برنامه‌ریزی غیرخطی ارائه می‌شوند. در ادامه با دسته‌بندی مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی، سعی می‌شود روش‌های حل مورد نیاز برای هر دسته معرفی شوند و برای هر کدام از این دسته‌ها، مثال‌های متعددی حل می‌شوند.

فصل پنجم کتاب به معرفی یکی از کاربردهای مهم علم تحقیق در عملیات، یعنی نظریه‌ی بازی‌ها می‌پردازد. این فصل به صورت جامع و با ارائه‌ی مثال به معرفی این مفهوم می‌پردازد و در ادامه یکی از مهمترین و ساده‌ترین بازی‌ها، یعنی بازی مجموع صفر معرفی می‌شود. در ادامه روش‌های حل این مسأله شامل روش ترسیمی و روش برنامه‌ریزی خطی معرفی می‌شوند.

فصل ششم کتاب به مفهوم نظریه‌ی شبکه اختصاص دارد. در این فصل در ابتدا تعاریف و مفاهیم اولیه‌ی برد نیاز ارائه می‌شوند و در ادامه مسائل مختلف مطرح در این زمینه شامل مسأله‌ی کوتاه‌ترین مسیر، مسأله‌ی کوتاه‌ترین درخت گسترده، مسأله‌ی بیشینه‌ی جریان و مسأله‌ی کمترین هزینه‌ی جریان ارائه می‌شوند.

در نهایت فصل هفتم کتاب به معرفی جعبه‌ابزار بهینه‌سازی متلب می‌پردازد. در این فصل به صورت خلاصه این جعبه‌ابزار برای حل گسترده‌ی وسیعی از مسائل بهینه‌سازی نظیر مسأله‌ی برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عددی و برنامه‌ریزی درجه دو معرفی می‌شود.

در نهایت بر خود لازم می‌دانم بر راه‌مایی همکاران عزیزم در گروه مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل که در طول تاریخ کتاب راهنمایی‌های زیادی را نصیب بنده نمودند، کمال تشکر را داشته باشم. همچنین از زحمات مهندس حسین جندقی که در ترسیم اولیه شکل‌های کتاب زحمات زیادی کشیده‌اند، کمال سپاسگزاری را دارم. همچنین از دوستانم آقایان دکتر مهدی باقری، دکتر حجت مشتاقیان و مهندس محمدمهدی زارع‌زاده که در طول تألیف این کتاب، راهنمایی‌های خود را از بنده دریغ نکرده‌اند، کمال تشکر را دارم.

در پایان از اساتید و همکاران گرامی، دانشجویان عزیز و کلیه خدایگان محترم استدعا دارم کلیه‌ی نظرات و انتقادات خود را در خصوص این کتاب به ایمیل e.asadi@nu.ac.ir یا به آدرس: بابل، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، گروه مهندسی صنایع ارسال کنند و نظرات سازنده خود را در راستای هر چه غنی‌تر شدن محتویات کتاب از مولف دریغ نکنند.

ابراهیم اسدی گنگرج - تابستان ۱۳۹۸