



آشنایی با

تحقیق در عملیات

(ویراست هفتم)

حمدی طه

ترجمه مهدی طلوع، محمدرضا علیرضایی

مرکز نشر دانشگاهی



Operations Research an Introduction
Seventh Edition
Hamdy A. Taha
Prentice-Hall, 2003

آشنایی با تحقیق در عملیات
(ویراست هفتم)
تألیف حمدی طه
ترجمه دکتر مهدی طلوع، دکتر محمدرضا علیرضایی
ویراسته دکتر محمدهادی شفیعیها
طراح جلد: بهرام کاووسی راد
نسخه پرداز: محمد حسن پور، مسعود رزدام، ابوالفضل بیرامی
حروفچینی و صفحه آرایی: اکرم دلوردوست، ناهید سلیمی
ناظر چاپ: خشایار نصیری منش
مرکز نشر دانشگاهی
چاپ اول ۱۳۸۸
تعداد ۳۰۰۰
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: وسه
۱۴۸۰۰ تومان
حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است
فهرست نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه: طه، حمدی Taha, Hamdy A.
عنوان و نام پدیدآور: آشنایی با تحقیق در عملیات / مؤلف طه حمدی؛ ترجمه مهدی طلوع، محمدرضا علیرضایی.
مشخصات نشر: تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری: هشت، ۷۴۰ ص: مصور، جدول، نمودار
فروست: مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۱۷، ریاضی، آمار، و رایانه ۱۶۰.
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۱-۱۳۱۷-۲
یادداشت: عنوان اصلی: 7th Operations research: An introduction;
یادداشت: چاپ قبلی: آذرغش، ۱۳۷۸.
یادداشت: واژه نامه.
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: تحقیق عملیاتی
موضوع: برنامه نویسی (ریاضیات).
شناسه افزوده: طلوع، مهدی، ۱۳۴۸- مترجم.
شناسه افزوده: علیرضایی، محمدرضا، ۱۳۲۲- مترجم.
شناسه افزوده: مرکز نشر دانشگاهی
رده بندی کنگره: ۱۳۸۸ ۹۱۵/ط ۶/۵۷۶ T5
رده بندی دیویی: ۰۰۳
شماره کتابشناسی ملی: ۱۶۷۳۳۲۰

فهرست

صفحه	عنوان
هفت	پیشگفتار مترجمان
۱	پیشگفتار مؤلف
۳	۱ تحقیق در عملیات چیست؟
۴	۱.۱ مدل‌های ریاضی تحقیق در عملیات
۷	۲.۱ حل مدل تع
۷	۳.۱ مدل‌های صف‌بندی و شبیه‌سازی
۸	۴.۱ فن مدل‌سازی
۱۰	۵.۱ بیش از ریاضیات تنها
۱۱	۶.۱ مراحل یک مطالعه تع
۱۳	۷.۱ درباره این کتاب
۱۵	۲ آشنایی با برنامه‌ریزی خطی
۱۶	۱.۲ مدل بیخ دومتغیره
۲۰	۲.۲ حل نموداری بیخ
۳۱	۳.۲ تحلیل حساسیت نموداری
۴۵	۴.۲ حل رایانه‌یی مسائل بیخ

۶۲	۵.۲ تحلیل مدل‌های بیخ انتخابی
۸۸	مراجع منتخب
۸۸	مسائل جامع
۹۳	۳ روش سیمپلکس
۹۴	۱.۳ فضای جواب بیخ در حالت معادله
۹۹	۲.۳ تبدیل از حل نموداری به جبری
۱۰۵	۳.۳ روش سیمپلکس
۱۲۲	۴.۳ جواب آغازین مصنوعی
۱۳۵	۵.۳ حالات خاص در کاربرد روش سیمپلکس
۱۴۸	مراجع منتخب
۱۴۸	مسائل جامع
۱۵۱	۴ مسئله دوگان و تحلیل حساسیت
۱۵۲	۱.۴ تعریف مسئله دوگان
۱۵۷	۲.۴ روابط اولیه دوگان
۱۷۵	۳.۴ تعبیر اقتصادی مسئله دوگان
۱۸۲	۴.۴ الگوریتم‌های دیگر سیمپلکس برای بیخ
۱۹۲	۵.۴ پس‌بهینگی یا تحلیل حساسیت
۲۱۷	مراجع منتخب
۲۱۷	مسائل جامع
۲۱۹	۵ مدل ترابری و انواع آن
۲۲۰	۱.۵ تعریف مدل ترابری
۲۲۸	۲.۵ مدل‌های ترابری غیرمتداول
۲۳۵	۳.۵ الگوریتم ترابری
۲۵۸	۴.۵ مدل واگذاری
۲۶۸	۵.۵ مدل ترابری مرکب
۲۷۳	مراجع منتخب
۲۷۴	مسائل جامع

۲۷۹	۶	مدل‌های شبکه
۲۸۰	۱.۶	تعاریف شبکه
۲۸۲	۲.۶	الگوریتم درخت فراگیر مینیمال
۲۸۹	۳.۶	مسأله کوتاه‌ترین مسیر
۳۱۳	۴.۶	مدل بیشترین جریان
۳۳۰	۵.۶	مسأله جریان کمترین-هزینه در شبکه‌های ظرفیت‌دار
۳۴۹	۶.۶	PERT و CPM
۳۷۶		مراجع منتخب
۳۷۶		مسائل جامع
۳۸۰	۷	برنامه‌ریزی خطی پیشرفته
۳۸۰	۱.۷	مبانی روش سیمپلکس
۳۹۳	۲.۷	روش سیمپلکس اصلاح‌شده
۴۰۵	۳.۷	الگوریتم متغیرهای کراندار
۴۱۵	۴.۷	الگوریتم تجزیه
۴۲۸	۵.۷	دوگانی
۴۳۵	۶.۷	برنامه‌ریزی خطی پارامتری
۴۴۳	۷.۷	الگوریتم نقطه درونی «کارمارکار»
۴۶۰		مراجع منتخب
۴۶۱		مسائل جامع
۴۶۴	۸	برنامه‌ریزی هدف
۴۶۵	۱.۸	بیان یک برنامه‌ریزی هدف
۴۷۱	۲.۸	الگوریتم‌های برنامه‌ریزی هدف
۴۸۲		مراجع منتخب
۴۸۲		مسائل جامع
۴۸۴	۹	برنامه‌ریزی خطی با اعداد صحیح
۴۸۴	۱.۹	کاربردهای روشنگر
۵۰۱	۲.۹	الگوریتم‌های برنامه‌ریزی با اعداد صحیح

۵۲۴	۳.۹ حل مسأله فروشنده دوره گرد
۵۳۵	مراجع منتخب
۵۳۵	مسائل جامع
۵۴۰	۱۰ برنامه ریزی پویای قطعی
۵۴۰	۱.۱۰ ماهیت بازگشتی محاسبات در بپ
۵۴۵	۲.۱۰ بازگشت پیشرو پسرو
۵۴۷	۳.۱۰ کاربردهای انتخابی بپ
۵۷۳	۴.۱۰ مسأله بعد-وری
۵۷۶	مراجع منتخب
۵۷۷	مسائل جامع
۵۷۸	۱۱ نظریه بهینه سازی کلاسیک
۵۷۹	۱.۱۱ مسائل نامقید
۵۸۸	۲.۱۱ مسائل مقید
۶۱۸	مراجع منتخب
۶۱۹	۱۲ الگوریتم های برنامه ریزی غیرخطی
۶۱۹	۱.۱۲ الگوریتم های نامقید
۶۲۹	۲.۱۲ الگوریتم های مقید
۶۶۵	مراجع منتخب
۶۶۷	پیوست ها
۶۶۸	پیوست الف مروری بر بردارها و ماتریس ها
۶۸۹	پیوست ب آموزش «تورا»
۶۹۵	پیوست ج جدول های آماری
۶۹۸	پیوست د پاسخ به سؤالات منتخب
۷۳۶	نمایه

به نام خدا

پیشگفتار مترجمان

کتاب آشنایی با تحقیق در عملیات، تألیف حمدی طه یکی از کتاب‌های بنیادی و شناخته‌شده تحقیق در عملیات است. این کتاب هم به عنوان مرجع و هم به عنوان یک کتاب درسی، مورد استفاده دوره کارشناسی در رشته‌های مهندسی صنایع، مدیریت، تحقیق در عملیات، علوم کامپیوتر، اقتصاد، ریاضیات و تمامی علمی که با موضوعات تحقیق در عملیات سروکار دارند قرار می‌گیرد. کتاب حاضر، ترجمه فصل‌های ۱ تا ۱۰ و همچنین فصل‌های ۲۰ و ۲۱ از ویراست هفتم کتاب اصلی است. با الحاق فصل‌های ۲۰ و ۲۱ که در ترجمه به عنوان فصل‌های ۱۱ و ۱۲ دیده می‌شود، پوشش کاملی به سرفصل‌های اصلی تحقیق در عملیات ۱ و ۲ رشته‌های فوق‌الذکر فراهم شده است. در ترجمه این کتاب دقت خاصی در معادل‌سازی واژه‌های علمی اعمال شده است. به عنوان مثال «بارست» معادل iteration به کار گرفته شده است. در بسیاری از متون علمی واژه iteration «تکرار» ترجمه شده است، اما تکرار معادل واژه repeat است. از نظر علمی بین iteration و repeat یک تفاوت مهم وجود دارد، repeat تکرار بدون تغییر است اما iteration تکرار با تغییر است. بنابراین باید در ترجمه نیز این مهم اعمال گردد و بهتر است از واژه بارست استفاده شود که اولین بار توسط استاد مسلم ریاضیات کشور جناب آقای غلام حسین مصاحب پیشنهاد شده است. در اینجا لازم است از زحمات فراوان دکتر علی عمیدی و مرحوم دکتر محمدهادی شفیعی‌ها به خاطر ویراستاری کتاب تقدیر شود. از ایشان به واسطه اشتراک گذاشتن بی‌دریغ تجربه و دانش‌شان از خداوند طلب رحمت و مغفرت می‌نماییم.

بدیهی است رهنمودهای خوانندگان گرامی در مورد لغزش‌های ترجمه موجب امتنان خواهد بود و پیشاپیش از عزیزی که نظرها و پیشنهادهای خود را در این خصوص ارائه دهند، سپاسگزاری می‌شود.

مهدی طلوع (دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز)

محمد رضا علیرضایی (عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

پیشگفتار مؤلف

جای بسی خوشوقتی است، که متجاوز از سی سال، صدها هزار دانشجو در سراسر جهان از راه ویرایش‌های مختلف این کتاب با تحقیق در عملیات آشنا شده‌اند. این موفقیت مسئولیت برآورده کردن احتیاجات دانشجویان نسل‌های آینده را به همراه می‌آورد. ویرایش هفتم نتیجه تلاش‌های متعهدانه‌ای است برای این که طبق این مسئولیت رفتار کنیم.

نکته اصلی ویرایش هفتم پشتیبانی گسترده نرم‌افزاری است که در سراسر این کتاب از آن استفاده شده است:

۱. «تورا» بر پایه ویندوز.

۲. الگوهای صفحه گسترده اکسل.

۳. مثال‌هایی از «لینگو» و کاربردهای «آمیل».

نرم‌افزار «تورا» معیارهایی برای یافتن معکوس ماتریس، حل معادلات خطی همزمان، برنامه‌ریزی خطی، مدل‌های ترابری، مدل‌های شبکه، برنامه‌ریزی با اعداد صحیح، مدل‌های صف‌بندی، برنامه‌ریزی پروژه‌یی یا CPM و PERT، نظریه بازی را در اختیار ما قرار می‌دهد. «تورا» را می‌توان به شیوه خودکار یا آموزشی اجرا کرد. حالت خودکار جواب نهایی مسئله را می‌دهد، معمولاً در قالب‌بندی استاندارد در بسته‌های تجاری ارائه می‌شود؛ حالت آموزشی یک ویژگی یکتاست که بازخورد آنی برای آزمون فهم و درک خواننده از جزئیات محاسباتی هر الگوریتم را تأمین می‌کند. اما درباره نسخه‌های قبلی بر پایه DOS، صفحه‌های متفاوت در «تورا» به طور منطقی و واضح، مستقیماً با حذف نیاز به راهنمای استفاده‌کنندگان در دسترس هستند.

الگوهای صفحه گسترده اکسل، مکمل «تورا» هستند. این الگوها شامل برنامه‌ریزی خطی زیر می‌شوند: برنامه‌ریزی پویا، فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP)، مدل‌های انبارداری، بافت‌نگار^۱ اطلاعات خام، نظریه تصمیم، صف‌های یواسون، فرمول P-K، شبیه‌سازی، و مدل‌های غیرخطی. برخی از الگوها صفحات گسترده مستقیم هستند، در بعضی دیگر از «حل‌کننده اکسل» یا ماکروهای VBA استفاده می‌شود. بدون توجه به طرح، همه الگوها، جنبه واحد مجهز بودن به یک بخش

ورودی داده‌ها را دارند که اجازه می‌دهند مسائل مختلف را بدون نیاز به تغییر فرمول‌ها یا صفحه‌آرایی صفحه گسترده حل کنند. بدین ترتیب، کاربر می‌تواند آزمون و مقایسه مجموعه‌هایی از داده‌های ورودی را در شرایط مناسب تجربه کند. هرچاکه ممکن بوده، فرمول‌ها و ویژگی‌های آرایش صفحات گسترده حفظ شده‌اند تا خطر منحرف شدن ناخواسته آنها را به‌مینیمم سازند.

این کتاب شامل مثال‌هایی از بسته‌های تجاری «لینگو» و «آمپل» برای حل مسأله‌های برنامه‌ریزی خطی است. هدف آن آشنا کردن خواننده با چگونگی حل مدل‌های برنامه‌ریزی خیلی بزرگ در عمل است.

نرم‌افزار «تورا» و صفحه گسترده اکسل در متن به نحوی گردآوری شده‌اند که معرفی و آزمون مفاهیم را تسهیل کند وگرنه نمی‌توانند به طور مؤثر ارائه شوند. با توجه به تجربه شخصی، متوجه شده‌ام که آموزش مدل «تورا» و صفحه گسترده اکسل برای تدریس کلاسی بسیار مؤثر هستند. مفاهیم زیادی می‌توانند به راحتی با تغییر داده‌های مسأله فوراً ثابت شوند. به عنوان نمونه در چند مثال، «تورا» می‌تواند برای اثبات رفتار شگفت‌انگیز الگوریتم شاخه‌و-کران با استفاده از آن در یک مسأله (کوچک) در برنامه‌ریزی با اعداد صحیح که جواب در نه بارست به دست آمده است به کار رود ولی بهینگی آن در بیش از ۲۵۰۰۰ بارست تحقیق شده است. بدون نرم‌افزار و طراحی ویژه «تورا»، اثبات این وضعیت به روش مؤثر غیرممکن بوده است. مثال دیگر طراحی یکتای برنامه‌ریزی پویا و صفحات گسترده AHP است، که ورودی برهم‌کنشی کاربر برای بهبود فهم مؤثر از جزئیات این دو موضوع طراحی شده است. مثال سوم با توضیح روش هم‌نشستی برای ایجاد عده‌های شبه‌تصادفی ۱-۰ مربوط می‌شود. با صفحه گسترده، شخص می‌تواند اثر انتخاب هسته (و پارامترها) را فوراً، بخصوص با توجه به طول چرخه دنباله اعداد تصادفی، روی «کیفیت» مواد نشان دهد، و از این رو دانشجویان را از خطر به پیاده کردن «سببی» روش‌هایی مشابه با مدل شبیه‌سازی برحذر دارد.

علاوه بر پشتیبانی نرم‌افزار در این کتاب، کارآمدسازی (بازنویسی مجدد زیاد) همه فصل‌ها برای عرضه مطالب به طور مختصر صورت گرفته است. مطالب جدید شامل، مقدمه‌ای است جدید برای تحقیق در عملیات (فصل ۱)، روش سیمپلکس تعمیم‌یافته (فصل ۴)، عرضه همه مدل‌های شبکه از جمله CPM، به صورت برنامه‌ریزی خطی (فصل ۶)، شبکه‌های PERT (فصل ۶)، حل مسأله فروشنده دوره‌گرد (فصل ۹)، و روش تقسیم طلایی (فصل ۱۲) است.

همانند ویرایش ششم، این کتاب در ۳ قسمت تنظیم شده است: مدل‌های تصمیم‌گیری، مدل‌های آماری و مدل‌های غیرخطی. پیوست الف تا د شامل مروری بر جبر ماتریس‌ها، یک درس مقدماتی در «تورا» (گرچه طراحی «تورا» نیاز به راهنمایی ندارد)، جدول‌های پایه‌ی آماری و جواب‌های مختصر برای مسأله‌های انتخابی است.