

۳۰۷۸۰

برنامه‌ریزی ریاضی در شرایط عدم اطمینان
روبکردهای تصادفی، فازی و استوار

دکتر عادل آذر

دکتر مجتبی فرخ

تهران

۱۳۹۷



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)
پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی

سرشناسه: آذر، عادل، ۱۳۴۵-

عنوان و نام پدیدآور: برنامه‌ریزی ریاضی در شرایط عدم اطمینان: رویکردهای تصادفی، فازی و استوار / عادل آذر، مجتبی فرخ.

مشخصات نشر: تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: سیزده، ۳۵۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.

فروست: «سمت»؛ ۲۱۷۹. مدیریت؛ ۱۵۳.

شابک: ۹-۰۵۹۵-۰۲-۶۰۰-۹۷۸ ۲۱۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: پشت جلد به انگلیسی: Adel Azar, Mojtaba Farrokh. Mathematical

Programming Under Uncertainty: Stochastic, Fuzzy and Robust Approaches.

یادداشت: واژه‌نامه.

یادداشت: کتابنامه.

یادداشت: نمایه.

موضوع: تصمیم‌گیری، الگوهای ریاضی

موضوع: Decision Making - Mathematical Models

موضوع: عدم اطمینان، الگوهای ریاضی

موضوع: Uncertainty - Mathematical Models

شناسه افزوده: فرخ، مجتبی، ۱۳۶۰-

شناسه افزوده: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی.

The Organization for Researching and Composition of University Textbooks in the Humanities (SAMT), Institute for Research and Development in the Humanities.

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ ب ۴۳۰/۳۰ HD

رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۴۰۳۳

شماره کتابشناسی ملی: ۵۳۰۴۷۲۴

سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)

پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی



برنامه‌ریزی ریاضی در شرایط عدم اطمینان: رویکردهای تصادفی، فازی و استوار
دکتر عادل آذر (استاد دانشگاه تربیت مدرس) و دکتر مجتبی فرخ (عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی)

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۷

تعداد: ۵۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: سمت

چاپ: یاران (قم)، صحافی: زرین (قم)

قیمت: ۲۱۰۰۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندگان و عوامل توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.

نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)،

روبه‌روی پمپ گاز، کد پستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۲-۴۴۲۴۶۲۵۰.

www.samt.ac.ir

info@samt.ac.ir

@sazman_samt

هر شخص حقیقی یا حقوقی که تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش یا عرضه یا تکثیر یا تجدید چاپ نماید، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۵	فصل اول: عدم اطمینان و مدل سازی آن
۵	۱-۱ مفاهیم اولیه
۵	۱-۱-۱ عدم اطمینان
۶	۱-۱-۲ ریسک
۷	۱-۱-۳ نسبت خطر و ریسک
۷	۱-۱-۴ احتمال
۸	۱-۱-۵ نسبت ریسک و عدم اطمینان
۱۱	۱-۲ طبقه بندی منابع عدم اطمینان
۱۷	۱-۲-۱ عدم اطمینان های معرفتی
۲۸	۱-۲-۲ عدم اطمینان زبانی
۳۵	۱-۳ طبقه بندی عدم اطمینان
۳۵	۱-۴ نظریه احتمال و فازی
۴۰	۱-۴-۱ نظریه فازی و اصل امتناع نقیضین
۴۳	۱-۵ مدل سازی عدم اطمینان
۴۸	۱-۵-۱ تصادفی
۴۹	۱-۵-۲ خطر/فاجعه/بحران/اختلال
۵۰	۱-۵-۳ عدم اطمینان عمیق
۵۲	۱-۶ مدل سازی استوار عدم اطمینان
۵۴	پرسش های فصل اول
۵۴	منابع

۵۷	فصل دوم: برنامه‌ریزی تصادفی
۵۸	۲-۱ برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌ای با بازگشت
۵۸	۲-۱-۱ فرموله‌سازی
۶۳	۲-۲ برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌ای با پارامترهای تصادفی گسسته
۶۸	۲-۲-۱ تعریف سناریوها
۷۰	۲-۲-۲ برنامه‌ریزی تصادفی مبتنی بر سناریو
۷۲	۲-۳ ارزیابی جواب‌های برنامه‌ریزی تصادفی
۷۲	۲-۳-۱ ارزش مورد انتظار اطلاعات کامل
۷۳	۲-۳-۲ ارزش برنامه‌ریزی تصادفی
۸۰	۲-۴ برنامه‌ریزی تصادفی عدد صحیح
۸۵	۲-۵ برنامه‌ریزی تصادفی غیرخطی
۸۶	۲-۶ برنامه‌ریزی تصادفی چندمرحله‌ای با بازگشت
۸۹	۲-۶-۱ سناریو و درخت آن
۹۷	۲-۷ برنامه‌ریزی تصادفی استوار
۹۷	۲-۸ برنامه‌ریزی با قیود احتمالی
۱۰۲	مسائل فصل دوم
۱۰۸	منابع
۱۱۰	فصل سوم: روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی تصادفی
۱۱۰	۳-۱ مقدمه
۱۱۲	۳-۲ روش دانتزیگ - ولف
۱۱۲	۳-۲-۱ مسائل چندبخشی (بلوکی)
۱۱۷	۳-۲-۲ الگوریتم تجزیه دانتزیگ - ولف
۱۲۴	۳-۳ روش تجزیه بندرز
۱۲۵	۳-۳-۱ الگوریتم تجزیه بندرز
۱۲۷	۳-۳-۲ حالت ناموجه بودن مسئله فرعی بندرز
۱۲۸	۳-۳-۳ مسئله فرعی چندگانه بندرز
۱۳۴	۳-۴ روش L - شکل و الگوریتم تجزیه تصادفی
۱۳۶	۳-۴-۱ برش بهینگی
۱۳۸	۳-۴-۲ برش موجه

۱۴۰	۳-۴-۳ الگوریتم L- شکل
۱۴۶	۳-۴-۴ الگوریتم تجزیه تصادفی
۱۵۰	۳-۵ الگوریتم آزادسازی لاگرانژ
۱۵۵	۳-۵-۱ روش تجزیه لاگرانژ
۱۵۷	۳-۵-۲ روش بهینه‌سازی زیرگرایان
۱۶۰	۳-۵-۳ مراحل الگوریتم زیرگرایان
۱۶۵	مسائل فصل سوم
۱۷۱	منابع
۱۷۲	فصل چهارم: نظایه مجموعه‌های فازی
۱۷۲	۴-۱ مجموعه فازی
۱۷۳	۴-۱-۱ تعریف مجموعه فازی
۱۷۴	۴-۲ مفاهیم پایه‌ای مجموعه‌های فازی
۱۷۴	۴-۲-۱ تکیه‌گاه مجموعه فازی
۱۷۵	۴-۲-۲ ارتفاع مجموعه فازی
۱۷۵	۴-۲-۳ برش α مجموعه فازی
۱۷۵	۴-۳ نظریه تجزیه
۱۷۶	۴-۴ زیرمجموعه و تساوی فازی
۱۷۷	۴-۵ عملگرهای مجموعه‌های فازی
۱۷۸	۴-۶ اصل گسترش
۱۸۰	۴-۷ اعداد فازی
۱۸۱	۴-۷-۱ عملگرهای تعمیم‌یافته
۱۸۱	۴-۸ اعداد فازی LR
۱۸۳	۴-۸-۱ عملگرهای جبری اعداد فازی
۱۸۴	۴-۹ اندازه‌های فازی
۱۸۵	۴-۹-۱ اندازه امکان
۱۸۷	۴-۹-۲ اندازه الزام
۱۸۸	۴-۱۰ روابط بین اندازه‌های امکان و الزام
۱۸۸	۴-۱۰-۱ رویدادهای قطعی
۱۸۸	۴-۱۰-۲ رویدادهای فازی

۱۸۹	مسائل فصل چهارم
۱۹۱	منابع
۱۹۲	فصل پنجم: برنامه ریزی ریاضی فازی
۱۹۲	۵-۱ مقدمه
۱۹۵	۵-۲ مسئله برنامه ریزی خطی با منابع فازی
۱۹۹	۵-۲-۱ رویکرد ورد گای (مدل نامتقارن)
۲۰۵	۵-۲-۲ رویکرد ورنرز (مدل نامتقارن)
۲۰۸	۵-۳ مسئله برنامه ریزی خطی با منابع و هدف فازی
۲۰۹	۵-۳-۱ رویکرد زیمرمن (مدل متقارن)
۲۱۳	۵-۳-۲ رویکرد کاناس (مدل نامتقارن)
۲۱۹	۵-۴ مسئله برنامه ریزی خطی با پارامترهای فازی در تابع هدف
۲۲۱	۵-۵ مسئله برنامه ریزی خطی با ضرایب تماماً فازی
۲۲۷	مسائل فصل پنجم
۲۳۰	منابع
۲۳۳	فصل ششم: برنامه ریزی امکانی
۲۳۴	۶-۱ برنامه ریزی خطی با منابع و ضرایب فازی مبهم
۲۳۴	۶-۱-۱ رویکرد رامیک و ریمانک
۲۳۹	۶-۱-۲ رویکرد تاناکا و همکاران
۲۴۲	۶-۲ برنامه ریزی خطی با ضرایب هدف مبهم
۲۴۲	۶-۲-۱ رویکرد لای و هوانگ
۲۵۰	۶-۲-۲ رویکرد راملفنگر و همکاران
۲۵۵	۶-۳ برنامه ریزی خطی با ضرایب فنی و هدف مبهم
۲۵۵	۶-۳-۱ رویکرد لای و هوانگ
۲۵۸	۶-۴ برنامه ریزی خطی با ضرایب مبهم
۲۵۸	۶-۴-۱ رویکرد لای و هوانگ
۲۵۹	۶-۴-۲ رویکرد خیمنز
۲۷۲	۶-۴-۳ برنامه ریزی با محدودیت‌های شانس فازی
۲۸۶	مسائل فصل ششم
۲۸۹	منابع

۲۹۲	فصل هفتم: برنامه ریزی استوار
۲۹۳	۷-۱ برنامه ریزی استوار تصادفی مبتنی بر سناریو
۲۹۳	۷-۱-۱ مدل مالوی و همکاران (۱۹۹۵)
۳۰۳	۷-۱-۲ رویکرد کوولیس و یو
۳۱۲	۷-۲ بهینه سازی استوار مبتنی بر مجموعه های عدم اطمینان بسته
۳۱۶	۷-۲-۱ [*] مجموعه های عدم اطمینان
۳۲۴	۷-۲-۲ مدل های استوار مبتنی بر مجموعه های عدم اطمینان
۳۳۶	مسائل فصل هفتم
۳۳۹	منابع
۳۴۲	واژه نامه فارسی به انگلیسی
۳۴۶	واژه نامه انگلیسی به فارسی
۳۵۰	نمایه موضوعی

پیشگفتار

در دنیای کنونی، بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری با شرایط عدم اطمینان احاطه شده‌اند. منشأ اصلی این شرایط نقصان و بعضاً فقدان اطلاعات برای تصمیم‌گیری است. در رویکردهای کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی، فرض بر این است که داده‌های مسئله از قبل مشخص و تابعی هستند؛ این در حالی است که این فرض در عمل غیرمنطقی است. در اغلب مسائل تصمیم‌گیری، با نوعی شانس، نادقیقی و ابهام در داده‌ها مواجهیم. طی چند دهه گذشته، رویکردهای مختلفی برای مدل‌سازی ریاضی این گونه مسائل ارائه شده است که هر کدام با توجه به منابع مختلف عدم اطمینان سعی در مدیریت و کنترل شرایط ابهامی کمک به مدیران در تصمیم‌گیری‌های واقع‌بینانه دارند. سه نوع برنامه‌ریزی تصادفی، فازی و استوار از جمله مهم‌ترین رویکردهایی هستند که در این زمینه مورد توجه محققان و مدل‌سازان این حوزه قرار گرفته‌اند و از کارآمدی بالایی در حل مسائل سازمانی برخوردارند. کتاب حاضر به تشریح مبانی و کاربرد این رویکردها بر اساس آخرین دستاوردهای علمی می‌پردازد.

کتاب حاضر هفت فصل دارد. در فصل اول به مفاهیم اولیه عدم اطمینان و رویکردهای مدل‌سازی آن پرداخته می‌شود. در فصل‌های دوم و سوم برنامه‌ریزی تصادفی و روش‌های حل این گونه مدل‌ها ارائه شده است. فصل چهارم مربوط به تشریح مفاهیم پایه‌ای نظریه مجموعه‌های فازی است. در فصل‌های پنجم و ششم نیز روش‌های برنامه‌ریزی فازی و امکانی ارائه شده است، و در فصل هفتم روش‌های برنامه‌ریزی استوار مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل اول بعد از تشریح مفاهیم عدم اطمینان، ریسک، احتمال و خطر و طبقه‌بندی منابع عدم اطمینان شامل عدم اطمینان تصادفی و شناختی، به بیان نظریه احتمال و مجموعه‌های فازی و در نهایت مدل‌سازی ریاضی عدم اطمینان می‌پردازیم. در فصل دوم برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای و چند مرحله‌ای با ویژگی‌های پیوسته، عدد صحیح، خطی، غیرخطی و سپس برنامه‌ریزی احتمالی را بررسی خواهیم کرد. در فصل سوم روش‌های حل مسائلی با ساختار برنامه‌ریزی تصادفی شامل روش‌های دانتزیگ و ولف، تجزیه بندرز، L-شکل و الگوریتم آزادسازی لاگ انتر ارائه شده است. فصل چهارم مفاهیم مرتبط با نظریه مجموعه‌های فازی، اصل گسترش برای تعمیم مفاهیم ریاضی قطعی به فازی، نظریه اعداد فازی و اعداد فازی LP و اندازه‌های امکان و الزام را شامل می‌شود. در فصل پنجم، پس از دسته‌بندی مسائل برنامه‌ریزی ریاضی فازی از نظر نویسندگان مختلف، به ارائه رویکردهای برنامه‌ریزی فازی برای مسائل گوناگون پرداخته می‌شود. در فصل ششم، رویکردهای برنامه‌ریزی فازی را مکانی در یک چهارچوب منطقی مورد بررسی قرار می‌گیرد. فصل هفتم نیز ضمن تشریح مفاهیم استواری و مجموعه‌های عدم اطمینان، به مسائل برنامه‌ریزی ریاضی استوار دو گروه شامل بهینه‌سازی استوار سناریو محور و بهینه‌سازی استوار مبتنی بر مجموعه‌های عدم اطمینان بسته پرداخته است.

انگیزه اصلی مؤلفان در نگارش این کتاب، پاسخ به نیازهای آموزشی و پژوهشی علاقه‌مندان به یادگیری و پژوهش در حوزه مفاهیم و روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی در شرایط عدم اطمینان است. از این رو، این کتاب می‌تواند منبع مفیدی برای اساتید، دانشجویان و پژوهشگران رشته‌های مدیریت، مهندسی صنایع و علوم اقتصادی و همچنین مدیران باشد. امیدواریم این کتاب برای خوانندگان آموزنده و جذاب باشد و زمینه دانایی آن‌ها را در دستیابی به افق‌های روشن در مدیریت فضای عدم اطمینان فراهم کند.

بدون تردید کتاب حاضر به رغم تلاش مؤلفان برای رعایت اصول علمی و

نگارشی، خالی از کاستی و کمبود نیست. بی شک، نظرها و پیشنهادهای کلیه خوانندگان موجب ارتقاء کیفیت کتاب در چاپ‌های بعدی را فراهم خواهد ساخت؛ از همین رو، بر خود لازم می‌دانیم نقطه‌نظرهای سازنده منتقدان و پیشنهاددهندگان را ارج نهیم و پیشاپیش از آن‌ها به پاس این همکاری قدردانی کنیم.

و من الله التوفیق

عادل آذر - مجتبی فرخ

پاییز ۱۳۹۷

www.ketab.ir