

# روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با نگرشی کاربردی

تألیف

دکتر سید علی ترابی

مهندس میلاد باقرصاد

دکتر محمد جیحونیان



شماره مسلسل ۹۹۴۴

شماره انتشار ۳۷۷۷

### انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: تراپی، سیدعلی، ۱۳۴۷-
عنوان و نام پدیدآور	: روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با نگرشی کاربردی/ تألیف سید علی تراپی، میلاد باقرصاد، محمد جیحونیان.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۷۷۷.
شابک	: 978-964-03-6976-0
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: ویراست قبلی کتاب حاضر تحت عنوان "روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه با نگرشی کاربردی" توسط همین ناشر در سال ۱۳۹۵ فیبا گرفته است.
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان دیگر	: روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه با نگرشی کاربردی
موضوع	: تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه
شناسه افزوده	: باقرصاد، میلاد، ۱۳۶۷-
شناسه افزوده	: جیحونیان، محمد، ۱۳۶۵-
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۸ T ۵۷/۹۵/ت۴۹
رده‌بندی دیویی	: ۶۵۸/۴۰۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۰۱۴۰۰۶

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.



عنوان: روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با نگرشی کاربردی  
 تألیف: دکتر سیدعلی تراپی - مهندس میلاد باقرصاد - دکتر محمد جیحونیان  
 نوبت چاپ: سوم  
 تاریخ انتشار: ۱۳۹۸  
 شمارگان: ۲۰۰ نسخه  
 ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران  
 چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۳۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: [press@ut.ac.ir](mailto:press@ut.ac.ir) - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲



## فهرست

پیشگفتار.....	خ
<b>فصل اول - مقدمات مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه.....</b>	<b>۱</b>
۱-۱ روش‌های تبدیل معیارهای کیفی به کمی.....	۳
۱-۲ بی‌مقیاس‌سازی.....	۴
۱-۲-۱ روش نُرْم (اقلیدسی).....	۴
۱-۲-۲ روش بی‌مقیاس‌سازی خطی.....	۵
۱-۳ روش‌های تعیین ضرایب اهمیت (اوزان) مجموعه‌ای از عوامل.....	۶
۱-۳-۱ روش آنترופی.....	۹
۱-۳-۲ روش تحلیل پوششی داده‌ها با اوزان مشترک (CW-DEA).....	۱۱
۱-۳-۳ روش تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی در حالت سازگار بودن ماتریس.....	۱۳
۱-۳-۴ روش‌های تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی در حالت ناسازگار بودن ماتریس.....	۱۴
۱-۳-۴-۱ روش کمترین مجذورات (LSM).....	۱۴
۱-۳-۴-۲ روش لگاریتم کمترین مجذورات (LLSM).....	۱۵
۱-۳-۴-۳ روش بردار ویژه (EV).....	۱۶
۱-۳-۴-۴ روش‌های تقریبی برای روش بردار ویژه.....	۲۲
۱-۳-۴-۵ مدل برنامه‌ریزی خطی (LPM).....	۲۳
۱-۳-۵ مباحث تکمیلی در خصوص ماتریس مقایسه‌ی زوجی.....	۲۷
۱-۳-۵-۱ ماتریس مقایسه‌ی زوجی ناکامل.....	۲۷
۱-۳-۵-۲ اصلاح ماتریس ناسازگار.....	۲۸
۱-۳-۵-۳ بازه‌ای بودن عناصر ماتریس مقایسه‌ی زوجی.....	۲۸
<b>فصل دوم - مدل‌های جبرانی.....</b>	<b>۲۹</b>
۲-۱ روش‌های امتیازدهی.....	۲۹
۲-۱-۱ روش وزن‌دهی ساده (SAW).....	۲۹
۲-۱-۲ روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP).....	۳۱
۲-۱-۳ روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP).....	۳۹

ث □ روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با نگرشی کاربردی

- ۴۷..... روش تخصیص خطی ۲-۱-۴
- ۴۹..... تئوری مطلوبیت چندشاخصه (MAUT) ۲-۱-۵
- ۵۴..... روش‌های سازشی ۲-۲
- ۵۴..... روش تاپسیس (TOPSIS) ۲-۲-۱
- ۵۷..... روش ویکور (VIKOR) ۲-۲-۲
- فصل سوم- مدل‌های غیر جبرانی ۶۱.....**
- ۶۱..... روش رضایت‌بخش شمول ۳-۱
- ۶۲..... روش لکسیکوگراف ۳-۲
- ۶۲..... روش‌های رتبه‌بندی ضمنی ۳-۳
- ۶۳..... خانواده ELECTRE ۳-۳-۱
- ۶۳..... ELECTRE I ۳-۳-۱-۱
- ۶۷..... ELECTRE II ۳-۳-۱-۲
- ۷۳..... ELECTRE III ۳-۳-۱-۳
- ۷۹..... ELECTRE TRI ۳-۳-۱-۴
- ۸۴..... خانواده PROMETHEE ۳-۳-۲
- ۸۷..... PROMETHEE II و PROMETHEE I ۳-۳-۲-۱
- ۹۰..... PROMETHEE V ۳-۳-۲-۲
- ۹۱..... روش GAIA ۳-۳-۲-۳
- ۹۷..... روش ORESTE ۳-۳-۳
- فصل چهارم- روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه ترکیبی و روش‌های ادغام نتایج روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه ۹۹.....**
- ۱۰۰..... ترکیب روش‌های AHP و TOPSIS ۴-۱
- ۱۰۱..... روش DEAHP ۴-۲
- ۱۰۴..... ترکیب روش‌های AHP و PROMETHEE ۴-۳
- ۱۰۵..... ترکیب روش ANP و DEMATEL ۴-۴
- ۱۰۵..... روش DEMATEL ۴-۴-۱
- ۱۱۱..... ترکیب روش ANP و DEMATEL ۴-۴-۲
- ۱۱۲..... رویکرد BOCR ۴-۵

فهرست مطالب □ ج

۱۱۶	۴-۶ روش AHP فازی
۱۱۹	۴-۷ ترکیب روش‌های SWOT و AHP
۱۲۳	۴-۸ ترکیب روش‌های SWOT و ANP
۱۳۰	۴-۹ روش AHP-MILP
۱۳۵	۴-۱۰ ترکیب روش‌های AHP و GP
۱۳۸	۴-۱۱ ادغام نتایج حاصل از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخه
۱۳۹	۴-۱۱-۱ روش رتبه‌بندی میانگین
۱۳۹	۴-۱۱-۲ روش بردا
۱۴۰	۴-۱۱-۳ روش کاپلند
۱۴۱	<b>فصل پنجم - روش‌های تصمیم‌گیری گروهی</b>
۱۴۱	۵-۱ روش AHP گروهی
۱۴۲	۵-۱-۱ روش AIJ
۱۴۲	۵-۱-۲ روش AIP
۱۴۳	۵-۱-۳ گام‌های روش AHP گروهی
۱۴۶	۵-۲ روش TOPSIS گروهی
۱۵۰	۵-۳ روش FGTOPSIS
۱۵۶	۵-۴ تصمیم‌گیری گروهی در صورت بازه‌ای بودن داده‌ها
۱۶۷	<b>فصل ششم - مروری بر مفاهیم اولیه در مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه</b>
۱۷۰	۶-۱ حالات مختلف بهینه‌سازی در مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه
۱۷۴	۶-۲ تعاریف مربوط به مجموعه‌ها و توابع
۱۸۱	۶-۳ انواع جواب‌ها در مسائل بهینه‌سازی
۱۸۱	۶-۳-۱ ساختار کلی مسائل تک‌هدفه
۱۸۲	۶-۳-۲ تعریف انواع جواب‌ها و بهینگی در مسائل تک‌هدفه
۱۸۳	۶-۳-۳ ابزارهای بیان ترجیحات برای جواب‌های مسائل چندهدفه
۱۸۵	۶-۳-۴ تعریف انواع جواب‌ها در مسائل چندهدفه
۱۸۹	۶-۴ برخی از خواص مجموعه جواب‌های کارا (غیر مغلوب)
۱۹۲	۶-۵ تمرینات

**فصل هفتم - مروری بر شرایط کارآیی در مسائل چندهدفه ..... ۱۹۵**

- ۷-۱ شرایط بهینگی در مسائل تک هدفه بدون محدودیت ..... ۱۹۵
- ۷-۲ شرایط بهینگی در مسائل چند متغیره با محدودیت ..... ۱۹۹
- ۷-۲-۱ شرایط بهینگی کان تاکر ..... ۲۰۰
- ۷-۳ شرایط کارایی جواب‌ها در مسائل چند هدفه ..... ۲۰۲
- ۷-۴ تمرینات ..... ۲۰۵

**فصل هشتم - روش‌های حل مسائل چندهدفه ..... ۲۰۷**

- ۸-۱ روش‌های اسکالری ..... ۲۰۹
- ۸-۱-۱ روش مجموع وزنی ..... ۲۰۹
- ۸-۱-۲ روش حدی ..... ۲۱۸
- ۸-۱-۳ روش حدی تقویت شده ..... ۲۲۴
- ۸-۲ روش‌های مبتنی بر نقاط مرجع ..... ۲۳۰
- ۸-۲-۱ روش برنامه‌ریزی سازشی ..... ۲۳۱
- ۸-۲-۱-۱ روش چبیشف وزنی تقویت‌شده (AWTP) ..... ۲۳۶
- ۸-۲-۲ برنامه‌ریزی آرمانی ..... ۲۴۴
- ۸-۲-۲-۱ برنامه‌ریزی آرمانی وزنی ..... ۲۴۴
- ۸-۲-۲-۲ برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک ..... ۲۴۵
- ۸-۲-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف ..... ۲۴۶
- ۸-۳ تمرینات ..... ۲۴۷

**منابع ..... ۲۴۹**

## پیشگفتار

همهٔ انسان‌ها روزانه در زندگی شخصی و حرفه‌ای خود (در محیط کسب‌وکار) با مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره سروکار پیدا می‌کنند. به طور کلی، مسائل تصمیم‌گیری را می‌توان به لحاظ تعداد معیارهای تصمیم‌گیری به دو دسته کلی تقسیم‌بندی نمود. در دسته اول، مسائلی قرار دارند که تنها دارای یک معیار یا تابع هدف بوده و به مسائل تک‌معیاره یا تک‌هدفه معروف هستند. برای نمونه، مسائل تخصیص و مسیریابی وسایل حمل و نقل با معیار حداقل‌سازی کل هزینه‌ها از این قبیل مسائل می‌باشند. در دسته دوم، مسائلی مورد بررسی قرار می‌گیرند که دارای چندین معیار بوده و به مسائل چندمعیاره (MCDM) معروف هستند. مسائل چند معیاره خود به دو گروه مدل‌های چندهدفه (MODM) و چند شاخصه (MADM) تقسیم می‌شوند. مدل‌های چندهدفه اغلب در مسائلی که هدف آن‌ها طراحی/بازطراحی بهینه یک سیستم صنعتی یا خدماتی با در نظر گرفتن محدودیت منابع است، بکار گرفته شده و فضای تصمیم‌گیری در آن‌ها شامل تعداد نامحدودی از نقاط موجه و قابل قبول است که می‌تواند به شکل پیوسته یا گسسته باشد. به عنوان مثال، مسئله طراحی/بازطراحی یک شبکه لجستیک با در نظر گرفتن محدودیت‌های مختلف نظیر ظرفیت محدود مراکز انبارش و توزیع کالاها و با هدف حداقل‌سازی هزینه‌ها و حداکثرسازی سطح سرویس شبکه بطور همزمان، یک مسئله دو هدفه است. در مقابل، مدل‌های چند شاخصه قرار دارند که با یک فضای تصمیم‌گیری گسسته (شامل تعداد محدودی از گزینه‌های کاندید) مواجه بوده و اغلب با هدف رتبه‌بندی، انتخاب و یا گروه‌بندی تعداد محدودی از گزینه‌های مشخص بکار گرفته می‌شوند. تصمیم‌گیری در خصوص تعیین بهترین گزینه از میان گزینه‌های موجود برای خرید یک آپارتمان (با توجه به معیارهایی نظیر قیمت، سطح اجتماعی محله، میزان دسترسی به امکانات رفاهی، آموزشی و فرهنگی) و انتخاب بهترین خودرو (با توجه به معیارهایی نظیر قیمت خودرو، مصرف سوخت، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، سطح ایمنی، زیبایی خودرو) از جمله مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه است که اکثر افراد در طول زندگی خود با آنها سروکار پیدا می‌کنند. همچنین، انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان مواد و قطعات مورد نیاز یک تولیدکننده با توجه به معیارهای متعدد نظیر هزینه و کیفیت و زمان تحویل هر تأمین‌کننده یا انتخاب بهترین پیمانکار برای رستوران یک شرکت تولیدی با توجه به شاخص‌های متعدد نظیر قیمت و کیفیت و تنوع غذای مورد طبخ هر پیمانکار، نمونه مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه هستند که سازمان‌ها با آن مواجه می‌شوند.

نکته مهم و مشترک در تمامی این مسائل، در تعارض بودن معیارها و اهداف مورد نظر است و در واقع با چندین معیار متضاد روبرو هستیم بطوری‌که جهت بهینه‌سازی آنها با هم یکسان نبوده و بهبود یک معیار منجر به کاهش مطلوبیت یک یا چند معیار دیگر می‌شود. شایان ذکر است که مسائل تصمیم‌گیری در سازمان‌ها از بعد طول افق تصمیم‌گیری به سه دسته مسائل با افق کوتاه‌مدت و میان‌مدت (تاکتیکال) و بلندمدت (یا راهبردی) تقسیم می‌شوند که اکثر آنها را به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) می‌توان بررسی کرد.

کتاب حاضر شامل مجموعه کاملی از کاربردی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که می‌تواند به عنوان یک مرجع درسی کامل، مورد استفاده طیف وسیعی از دانشجویان رشته‌های مختلف دانشگاهی منجمله علوم فنی و مهندسی، علوم مدیریت و علوم اقتصادی و اجتماعی (در سطوح کارشناسی ارشد و دکتری) قرار گیرد و نیازهای آموزشی و پژوهشی آنان را تا حد مناسبی مرتفع سازد. در کتاب حاضر همچنین سعی شده است که با یک رویکرد کاربردی به تشریح روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته شود. در عین حال، تلاش شده است تا قضایا و تئوری‌های ریاضی مهم در خصوص این روش‌ها نیز با حفظ ماهیت کاربردی بودن کتاب ارائه گردند. بدین ترتیب، وجود یک نگرش کاربردی در بیان هر چه ساده‌تر روش‌های ارائه شده در این کتاب، قابلیت استفاده از آن را برای مدیران ارشد و تصمیم‌گیران در سازمان‌های تولیدی و خدماتی نیز فراهم می‌سازد.

این کتاب شامل دو بخش است. در بخش اول این کتاب روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در پنج فصل تشریح می‌شود. فصل اول به بیان مقدمات مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه (نظیر روش‌های بی‌مقیاس‌سازی و وزن‌دهی) می‌پردازد. جزئیات روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نوع جبرانی (نظیر روش‌های SAW، AHP، TOPSIS) در فصل دوم؛ و جزئیات روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نوع غیرجبرانی (نظیر روش‌های خانواده ELECTRE و PROMETHEE) در فصل سوم تشریح می‌شوند. انواع روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه ترکیبی (نظیر روش ترکیبی AHP و TOPSIS) به همراه روش‌های ادغام نتایج چندین روش تصمیم‌گیری چندشاخصه (نظیر روش Borda و Copland) در فصل چهارم بیان می‌شوند. در فصل پنجم، چندین روش تصمیم‌گیری چندشاخصه گروهی (نظیر روش Group AHP و Group TOPSIS) تشریح می‌شود.

بخش دوم این کتاب شامل روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه در سه فصل است. در فصل ششم اصول و مبانی تصمیم‌گیری چندهدفه ارائه می‌گردد. در فصل هفتم، شرایط کارایی و بهینگی در مسائل چندهدفه مرور و بررسی می‌شود. فصل هشتم نیز اختصاص به تشریح کاربردی‌ترین رویکردها و روش‌های حل مسائل چندهدفه دارد.



پیشگفتار □ ذ

در پایان مؤلفان بر خود لازم می‌دانند از استاد مرحوم جناب آقای دکتر محمدجواد اصغریور یاد کنند. بی‌شک دکتر اصغریور با تألیف نخستین کتاب فارسی در زمینه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تأثیر بسزایی در پیشرفت این شاخه از علم تحقیق در عملیات در کشور داشته‌اند. روحشان قرین رحمت الهی باد. همچنین، در اینجا لازم است از خانم مهندس نفیسه شمسی بابت مرور فنی کتاب و نیز انتشارات دانشگاه تهران بابت ویرایش ادبی کتاب قدردانی ویژه گردد.

در نگارش این کتاب سعی شده است اشکالات فنی و نگارشی به‌حداقل برسد؛ با این حال، کتاب خالی از اشکال و کمبود نیست. از این‌رو، از همه خوانندگان محترم خواستاریم نظرها و پیشنهادهای اصلاحی خود را به آدرس [satorabi@ut.ac.ir](mailto:satorabi@ut.ac.ir) ارسال دارند تا شاهد افزایش کیفیت کتاب در چاپ‌های بعدی باشیم. در خاتمه لازم می‌دانیم از مسئولان محترم انتشارات دانشگاه تهران نیز که چاپ و انتشار این کتاب را بر عهده داشته‌اند صمیمانه سپاسگزاری کنیم.

سیدعلی ترابی، میلاد باقرصاد، محمد جیحونیان

زمستان ۱۳۹۶