

تکنیک‌های نوین
در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه
(MADM)

تألیف:

دکتر علیرضا علی‌نژاد

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی قزوین)

دکتر احمد ماکوئی

(عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

مهندس نیما اسفندیاری

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه: علی‌نژاد- علیرضا، ۱۳۵۰-
عنوان و نام پدیدآور: تکنیک‌های نوین در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه (MADM)/ تالیف
علیرضا علی‌نژاد، احمد ماکویی، نیما اسفندیاری.
مشخصات نشر: تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری: ۱۰۴ ص.
شابک: ۳۰۰۰۰ ریال: 978-964-210-098-9

وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه
موضوع: تصمیم‌گیری - الگوهای ریاضی
شماره افزوده: ماکویی، احمد، ۱۳۳۹-
شماره افزوده: اسفندیاری، نیما، ۱۳۶۲-
شماره افزوده: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰-۷/۹۵/۴۸-۵
رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۴۸۳
شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۵۶۱۵۶

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

- نام کتاب : تکنیک‌های نوین در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه (MADM)
- تالیف : دکتر علیرضا علی‌نژاد، دکتر احمد ماکویی، مهندس نیما اسفندیاری
- نویت چاپ : اول
- سال چاپ : ۱۳۹۰
- شمارگان : ۱۵۰۰ نسخه
- قیمت : ۳۰۰۰۰ ریال
- چاپخانه : اصیل
- شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۰۹۸-۹ : ISBN:978-964-210-098-9
- آدرس مرکز بخش، تهران - خیابان حافظ - روبروی خیابان سمیه - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
تلفن کتابفروشی: ۶۶۴۶۵۳۹۲ (دفتر) ۸۸۸۹۵۹۶۹ فاکس ۶۶۹۵۰۹۸۲

مقدمه مؤلفان

چندسالی است که تصمیم‌گیری‌های چند معیاره (MCDM) در دوره‌های تکمیلی کارشناسی ارشد و دکترای رشته‌های مهندسی صنایع، مدیریت و ریاضیات کاربردی تدریس می‌گردد و امروزه مقالات، کتب و پایان‌نامه‌های فراوانی از این شاخه مهم و کاربردی از تحقیق در عملیات به چاپ رسیده است و تحقیقات علمی و پژوهشی در این زمینه ادامه دارد.

MCDM به دو بخش تصمیم‌گیری‌های چند هدفه (MODM)، برای طراحی بهترین جواب و تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه (MADM)، برای انتخاب گزینه برتر تقسیم می‌شود. با توجه به این که عمدتاً کاربردهای MADM از MODM بیشتر می‌باشد لذا در این کتاب به ذکر چند تکنیک از بخش MADM پرداخته می‌شود که در کتب فارسی موجود یا به آنها پرداخته نشده و یا کمتر مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند و از طرف دیگر کاربردهای بیشتری از آن‌ها به چشم می‌خورد.

امید است که این کتاب مورد استفاده خوانندگان گرامی از جمله دانشجویان و مدیران صنایع قرار گرفته و نقطه نظرات خود را به آدرس alinezhad@qiau.ac.ir ارسال نمایند.

و من... توفیق

۹	پیش‌گفتار
۱۵	فصل اول: روش SMART
۱۷	۱-۱. مقدمه
۱۷	۱-۲. ویژگی‌های مدل
۱۷	۱-۳. توضیح مدل
۱۷	۱-۳-۱. سطح بندی شاخصها
۱۸	۱-۳-۲. وزندهی شاخصها
۱۹	۱-۳-۳. انتخاب گزینه برتر
۱۹	۱-۴. مثال
۲۳	۱-۵. خلاصه سازی روش SMART
۲۵	فصل دوم: روش REGIME
۲۷	۲-۱. مقدمه
۲۷	۲-۲. ویژگی‌های مدل
۲۷	۲-۳. مراحل اجرای مدل
۲۷	۲-۳-۱. معرفی نمایه برتری
۲۷	۲-۳-۲. معرفی شناسه برتری
۲۸	۲-۳-۳. ساخت ماتریس تاثیرات
۲۸	۲-۳-۴. ساخت ماتریس REGIME
۲۸	۲-۳-۵. محاسبه شاخص راهنما و رتبه بندی نهایی
۲۹	۲-۴. مثال
۳۳	۲-۵. خلاصه سازی روش REGIME
۳۵	فصل سوم: روش ORESTE
۳۷	۳-۱. مقدمه
۳۷	۳-۲. ویژگی‌های مدل
۳۷	۳-۳. توضیح مدل

۳۷	۳-۳-۱ تشکیل ماتریس موقعیت
۳۷	۳-۳-۲. محاسبه فاصله بلوکی
۳۷	۳-۳-۳. تشکیل ماتریس فاصله بلوکی
۳۸	۳-۳-۴. رتبه بندی
۳۸	۳-۳-۵ رتبه بندی نهایی گزینه ها و محاسبه مقدار شدت قوت و ضعف گزینه ها
۳۸	۳-۴. مثال
۴۱	۳-۵. خلاصه سازی روش ORESTE
۴۳	فصل چهارم: روش PROMETHEE
۴۵	۴-۱. مقدمه
۴۵	۴-۲. ویژگی های مدل
۴۵	۴-۳. ورودی های مدل
۴۶	۴-۴. توضیح روش
۴۶	۴-۴-۱. محاسبه مقدار اختلاف
۴۶	۴-۴-۲. محاسبه شاخص ارجحیت
۴۷	۴-۴-۳. محاسبه جریان خروجی و جریان ورودی
۴۷	۴-۴-۴. محاسبه جریان کل و انتخاب گزینه برتر بر اساس روش پرومته ۱
۴۸	۵-۴-۴. انتخاب گزینه برتر بر اساس روش پرومته ۲
۴۸	۴-۵. تعیین تابع جریان و تشخیص نوع تابع ترجیح
۵۱	۴-۶. مثال
۵۶	۴-۷. خلاصه سازی روش PROMETHEE
۵۷	فصل پنجم: روش VIKOR
۵۹	۵-۱. مقدمه
۵۹	۵-۲. ویژگی های مدل
۵۹	۵-۳. توضیح روش VIKOR براساس روش LP-METRIC
۵۹	۵-۴. توضیح روش

۶۰	۱-۴-۵. محاسبه f_j^* و f_j^- برای هر شاخص
۶۰	۲-۴-۵. محاسبه R_i و S_i برای هر گزینه
۶۱	۳-۴-۵. محاسبه Q_i برای هر گزینه
۶۱	۴-۴-۵. رتبه بندی گزینه ها
۶۱	۵-۵. مثال
۶۴	۶-۵. خلاصه سازی روش VIKOR
۶۵	فصل ششم: روش QUALIFLEX
۶۷	۱-۶. مقدمه
۶۷	۲-۶. ویژگی های مدل
۶۷	۳-۶. توضیح مدل
۶۷	۱-۳-۶. تشکیل پرموتاسیون گزینه ها
۶۸	۲-۳-۶. رتبه بندی گزینه ها بر اساس شاخصها
۶۸	۳-۳-۶. محاسبه مقادیر غالب و مغلوب
۶۸	۴-۳-۶. تشکیل ماتریس پرموتاسیون و شاخصها
۶۹	۵-۳-۶. محاسبه مقدار پرموتاسیون گزینه ها و انتخاب گزینه برتر
۶۹	۴-۶. مثال
۷۲	۵-۶. خلاصه سازی روش QUALIFLEX
۷۳	فصل هفتم: روش SIR
۷۵	۱-۷. مقدمه
۷۵	۲-۷. ویژگی های مدل
۷۵	۳-۷. توضیح مدل
۷۵	۱-۳-۷. مقایسه گزینه ها در یک شاخص خاص
۷۵	۲-۳-۷. محاسبه $f(d)$ با استفاده از نوع تابع ترجیح
۷۷	۳-۳-۷. محاسبه شاخص های S و I و تشکیل ماتریس های S و I

۷۸	۷-۳-۴. تشکیل ماتریس وزین جریان
۷۹	۷-۳-۵. محاسبه جریان n و 3
۷۹	۷-۳-۶. رتبه بندی نهایی گزینه ها
۸۰	۷-۴. مثال
۸۷	۷-۵. خلاصه سازی روش SIR
۸۹	فصل هشتم: روش EVAMIX
۹۱	۸-۱. ویژگی های مدل
۹۱	۸-۲. توضیح مدل
۹۱	۸-۲-۱. محاسبه میزان برتری گزینه ها در شاخصهای کمی و کیفی
۹۲	۸-۲-۲. محاسبه ماتریس تفاضلی در شاخصهای اردینال
۹۲	۸-۲-۳. محاسبه ماتریس تفاضلی در شاخص های کاردینال
۹۳	۸-۲-۴. محاسبه غلبه کل
۹۳	۸-۲-۵. انتخاب گزینه برتر
۹۴	۸-۳. مثال
۹۹	۸-۴. خلاصه سازی روش EVAMIX
۱۰۱	مراجع

زمانیکه در تصمیم گیریها بیش از یک معیار مدنظر تصمیم گیرنده (DM)^۱ باشد بحث تصمیم گیریهای چند معیاره (MCDM)^۲ مطرح می گردد که عمدتاً بخش بزرگی از تصمیم گیریهای روزمره در سازمانها و جوامع بشری را به خود اختصاص می دهد. MCDM به دویخش تصمیم گیریهای چند هدفه (MODM)^۳ و تصمیم گیریهای چند شاخصه (MADM)^۴ تقسیم می گردد.

در MODM که برای طراحی بهترین جواب بکار می رود مدل زیر مورد بررسی قرار می گیرد:

$$\text{Max (Min)} f_1(x)$$

$$\text{Max (Min)} f_k(x)$$

$$St: x \in X$$

که $f_l(x)$, $l = 1, \dots, k$ توابع هدف و x بردار متغیرهای تصمیم و X فضای جواب می باشد. واضح است که این مدل می تواند یک برنامه ریزی چند هدفه خطی (MOLP)^۵ و یا یک برنامه ریزی چند هدفه غیر خطی (MONLP)^۶ باشد. هدف از حل مدل فوق رسیدن به بهترین جواب می باشد که بتواند حتی المقدور کلیه توابع هدف را بهبود دهد.

-
1. Decision Maker
 2. Multiple Criteria Decision Making
 3. Multiple Objective Decision Making
 4. Multiple Attribute Decision Making
 5. Multi-Objective Linear Programming
 6. Multi-Objective Non-Linear Programming

در MADM که برای انتخاب گزینه برتر بکار می‌رود و در این کتاب به بررسی هشت تکنیک آن پرداخته می‌شود در واقع DM می‌خواهد از بین چند گزینه $A_i, i=1, \dots, m$ که مستقل فرض می‌شوند و با توجه به شاخص‌های $C_j, j=1, \dots, n$ گزینه برتر را انتخاب نماید. در اینجا لازم است تعاریف ذیل از ادبیات MCDM در نظر گرفته شود.

- گزینه^۱: در MADM با تعدادی از گزینه‌های از پیش تعیین شده و محدود و مستقل سروکار داریم که هریک از آنها سطحی از شاخص‌های مورد نظر تصمیم‌گیرنده را ارضا می‌کنند.
- معیار^۲: معیار پایه و اساس ارزیابی بوده و به معنای اندازه‌گیری میزان موثر بودن است و خود به دو بخش هدف و شاخص تقسیم می‌شود.
- هدف^۳: آن چیزی است که تا رسیدن نهایی به آن تعقیب می‌شود.
- شاخص^۴: عبارتست از خاصیتی که باید در یک گزینه باشد. هر گزینه بسته به نظر تصمیم‌گیرنده می‌تواند با تعدادی از شاخصها مرتبط باشد.
- ماتریس تصمیم‌گیری^۵: ماتریسی است با مرتبه $m \times n$ که به شکل کلی زیر نشان داده می‌شود که در آن $A_i, i=1, \dots, m$ گزینه‌ها و $C_j, j=1, \dots, n$ شاخصها و $r_{ij}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$ ارزش گزینه‌ها به ازای هر شاخص را نشان می‌دهد.
- شاخصهای مثبت^۶: شاخصهایی از $C_j, j=1, \dots, n$ که دارای مطلوبیت مثبت از نظر تصمیم‌گیرنده می‌باشد. بدین معنی که مقدار بیشتر آنها برای وی مطلوبتر است که معمولاً از جنس سود، درآمد، بهره‌وری و ... می‌باشند.

-
1. Attribute
 2. Criteria
 3. Objective
 4. Attribute
 5. Decision Matrix
 6. Positive Attributes

$$D_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & . & . & . & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ . \\ . \\ . \\ A_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & . & . & . & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & . & . & . & r_{2n} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ r_{m1} & r_{m2} & . & . & . & r_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}_{m \times n}$$

- شاخصهای منفی^۱ شاخصهایی از $C_j, j=1, \dots, n$ که دارای مطلوبیت منفی از نظر تصمیم گیرنده می باشد، بدین معنی که مقدار کمتر آنها برای وی مطلوبتر است که معمولاً از جنس ضرر، هزینه و ... می باشند.
- شاخص های غیرجبرانی^۲: شاخصهایی هستند که عدم مزیت یک مقدار نامطلوب در یک مشخصه نمی تواند توسط مزیت یک مقدار مطلوب در یک مشخصه دیگر پوشانده شود.
- شاخصهای جبرانی^۳: این شاخصها اجازه تعامل بین یکدیگر را دارند بعبارت دیگر عدم مزیت یک مقدار نامطلوب در یکی می تواند توسط مزیت یک مقدار مطلوب در یک مشخصه دیگر پوشانده شود.
- شاخصهای مستقل^۴: شاخصهایی که هیچگونه وابستگی به بقیه شاخصها ندارند.
- شاخصهای وابسته^۵: شاخصهایی که حداقل به یکی از شاخصهای دیگر وابسته است.
- شاخصهای کمی^۶: شاخصهایی که دارای واحد بوده و می تواند بصورت عددی بیان شده و قابل اندازه گیری باشد.

1 Negative Attributes

2 Non Compensatory Attributes

3 Compensatory Attributes

4 Independent Attributes

5 Dependant Attributes

6 Quantitative Attributes

- شاخصهای کیفی^۱: شاخصهایی که معمولاً دارای واحد نبوده و نمی‌توانند بصورت عددی بیان شوند و قابل اندازه‌گیری نمی‌باشند.

در این کتاب هشت تکنیک نوین در زمینه تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه مورد بررسی قرار گرفته است. که اکثر روش‌های مطرح شده در زمره روش‌های جبرانی قرار می‌گیرند. در این کتاب تکنیک‌های ORESTE, REGIME, SMART, EVAMIX, SIR, QUALIFLEX, VIKOR, PORMETHEE به ترتیب بررسی خواهند شد که در ذیل شرح مختصری درباره هر تکنیک جهت آشنایی بیان می‌شود.

روش SMART در سال ۱۹۸۶ معرفی شده است و روشی مناسب برای تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای کمی و کیفی است که براساس روابطی که در این روش مطرح شده است معیارهای کیفی به کمی تبدیل شده و وزن موثر هر گزینه در هر معیار محاسبه شده و سپس با محاسبه وزن نهایی، گزینه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه برتر انتخاب می‌شود. این روش رتبه‌بندی از سایر گزینه‌ها نیز در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد.

روش REGIME در سال ۱۹۸۶ معرفی شده است. در این روش نیازی به تبدیل معیارهای کمی به کیفی نیست. در این روش با استفاده از شاخص‌های برتری که نشان‌دهنده مجموعه معیارهایی است که در آن یک گزینه حداقل به اندازه گزینه دیگر خوب است به محاسبه شناسه برتری و ماتریس تأثیرات می‌پردازد که در نهایت با استفاده از ماتریس REGIME علاوه بر معرفی گزینه برتر، رتبه‌بندی از سایر گزینه‌ها نیز ارائه می‌شود.

روش ORESTE در سال ۱۹۸۲ معرفی شده است، در این روش تصمیم‌گیرنده یک رتبه‌بندی اولیه از معیارها و گزینه‌ها را برای تصمیم‌گیری در اختیار تحلیلگر قرار می‌دهد و نیازی به تبدیل معیارهای کمی به کیفی نیست. که در ابتدا ماتریس موقعیت که رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس معیارهاست تشکیل داده می‌شود، سپس مقادیر

فواصل بلوکی با استفاده از یک رابطه محاسبه شده و با استفاده از ماتریس فاصله بلوکی علاوه بر معرفی گزینه برتر، رتبه بندی از سایر گزینه ها نیز ارائه می شود.

روش PORMETHEE در سال ۱۹۸۶ معرفی شده است، این روش با استفاده از دو واژه ترجیح و بی تفاوتی و روابط مرتبط با آنها بدنبال انتخاب بهترین گزینه می باشد. در این روش باید معیارهای کیفی به کمی تبدیل شود، همچنین نیازی نیست که معیارها حتما مستقل از هم باشند، در ابتدا باید شناسایی صحیح نسبت به نوع تابع ترجیح داشت و با تعیین مقدار تابع ارجحیت در همه معیارها و گزینه ها و محاسبه شاخص ارجحیت و محاسبه جریان کل، گزینه برتر را انتخاب نمود. همچنین با استفاده از این روش می توان یک رتبه بندی از سایر گزینه ها بدست آورد.

روش VIKOR در سال ۱۹۹۸ معرفی شد، این روش از جمله روشهای سازشی می باشد که از متد LP-Metric برای پیدا کردن نزدیک ترین گزینه به جواب بهینه استفاده می کند و در آن معیارها باید مستقل باشند و معیارهای کیفی باید به کمی تبدیل شوند.

روش QUALIFLEX در سال ۱۹۷۷ معرفی شده است، و ریشه آن به روش پرموتاسیون باز می گردد. در این روش هر رتبه بندی ممکن از گزینه موجود مورد بررسی قرار می گیرد. یعنی ارزیابی به تعداد پرموتاسیون از رتبه بندی گزینه ها انجام گرفته و نهایتا مناسب ترین آنها برای اولویت بندی نهایی انتخاب خواهد شد. از طرف دیگر معیارها باید مستقل باشند و نیازی به تبدیل معیارهای کیفی به کمی نیست.

روش SIR در سال ۲۰۰۱ معرفی شده است، معیارها باید مستقل از هم باشند و معیارهای کیفی به کمی تبدیل شود. در واقع اساس این روش استفاده از دو مقدار مافوق و مادون با استفاده از تشخیص نوع تابع ترجیح، مشابه با روش PROMETHEE است و سپس با استفاده از ماتریس وزین مشابه با روش SAW و TOPSIS اقدام به محاسبه جریان و نهایتا از بین جوابهای حاصل از ماتریس مافوق و مادون اشتراک گرفته و گزینه برتر انتخاب می شود.

روش EVAMIX در سال ۱۹۸۲ معرفی شده است، این روش در زمره روش‌های غیر جبرانی است که دو رویکرد کاملاً متفاوت نسبت به شاخص‌های کمی و کیفی دارد که با انجام عملیات مجزا بر روی شاخص‌های کمی و کیفی به محاسبه اندازه غلبه کل پرداخته و امتیاز ارزیابی هر یک از گزینه‌ها را محاسبه نموده و علاوه بر معرفی گزینه برتر، یک رتبه‌بندی از گزینه‌ها را معرفی می‌کند.

www.ketab.ir