روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره

تاریخ دریافت : ۱۳۸۸/۲/۲۲
تاریخ پذیرش نهایی :۱۳۸۸/۴/۳۱

اصغر محمد مرادی* - مهدی اخترکاوان**

چکیده

در دهه‌های اخیر با دستیابی به تجهیزات محاسباتی و سیستم‌های تصمیم‌گیری توانمند، امکان انتخاب دقیق‌تر گزینه‌ها، تحلیل مشخصه‌های کمی و کیفی موثر و بررسی اثرات متقابل آنها بر هم فراهم شده است. امروزه با شدت گرفتن مباحث مربوط به تصمیم‌گیری‌های چند معیاره و از طرفی دیگر، گرایش روز افزون به سمت علوم میان رشته‌ای و استفاده از نظریات گروه‌ها و تخصص‌های مختلف در حل مسائل پیچیده، لزوم توجه به تکنیک‌های تحلیل تصمیم‌گیری و بهره‌گیری از آنها در حل مسائل پیچیده موجود در زمینه معماری و از جمله مدیریت و هدایت پایدار پروژه‌های مرمتی بناهای تاریخی از اهمیت بالایی برخوردار گردیده و به نظر می‌رسد کلید بسیاری از مشکلات در حل مسائل مربوط به معماری، مرمت و بازبکارگیری مجدد بناهای تاریخی باشد. فرآیند ارزیابی و انتخاب راه‌حل‌ها، روش‌ها و گزینه‌های مناسب در پروژه‌های ساختمانی و معماری، به دلیل دخالت گروه‌های مختلف تصمیم‌گیر و همچنین وجود روابط متقابل میان ساختمان، فناوری و محیط پیرامونیشان (اجتماع، بستر، محیط‌زیست و ...) فرآیندی است پیچیده و نیاز به بررسی نظریات متفاوت و گاهاً متضاد صاحب‌نظران، در نظر گرفتن عوامل معتدد و پیچیده کمی و کیفی و بررسی روابط متقابل میان آنها دارد. لذا، به جهت میان رشته بودن معماری و مرمت بناهای تاریخی، اکثر پروژه‌های مرمت و احیا تحت تأثیر نظریات متخصصین و عوامل کمی و کیفی مختلف قرار دارند، که عموماً این عوامل با یکدیگر در تعارض هستند. اشتباه و عدم دقت در تصمیم‌سازی مستلزم پرداخت هزینه خطا و بعضاً جبران‌ناپذیر است. برای پیشگیری از خطا در تصمیم‌سازی و پرداخت هزینه‌های گزاف آن، نیاز به استفاده از تکنیک‌های قوی در این زمینه می‌باشد. از اینرو، تحقیق حاضر با هدف شناسایی تکنیک‌های مختلف، دسته‌بندی و در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی موثر و روش‌شناسی انواع تکنیک‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور بررسی و مدیریت پایدار پروژه‌های مرمتی و باز بکارگیری سازگار بناهای تاریخی ایران معرفی می‌گردد. در این پژوهش، انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بررسی گردیده و حوزه کاربرد هر یک مشخص می‌شود. نتایج مورد انتظار از تحقیق حاضر عبارتند از: بررسی ویژگی‌ها و تفاوت‌های میان مشخصه‌های کمی و کیفی، تحلیل انواع محیط‌های تصمیم‌گیری، دسته‌بندی انواع روش‌های تحلیل تصمیم، بر اساس متدولوژی و ویژگی‌های ذاتی هر یک، تعیین حوزه‌های کاربرد آنها و نهایتاً ارائه مدلی به منظور انتخاب تکنیک‌های مناسب در طی فرآیند پروژه‌های تحقیقاتی می‌باشد. در این پژوهش، مدل‌سازی با استفاده از روش‌های ارزیابی تلفیقی معیارهای کمی و کیفی، که خود متکی بر مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است انجام می‌پذیرد.

واژگان کلیدی:

روش‌شناسی،[۱] تکنیک‌های تحلیل تصمیم،[۲] تصمیم‌گیری،[۳] مشخصه‌های کمی و کیفی.[۴]

* دانشیار مرمت، گروه شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران E-mail: m_moradi@iust.ac.ir
** دانشجوی دکتری دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران E-mail: m_kavan@iust.ac.ir

مقدمه

با توجه به مسأله تصمیم‌گیری، ارزیابی صحیح روش‌ها و فن‌آوری‌ها و انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها، جهت اجرا، با توجه شرایط مختلف حفاظتی، اقتصادی، تکنولوژیکی، محیطی، اجتماعی و فرهنگی به منظور سازگار نمودن آنها با شرایط معاصر یکی از مسائل مهمی است که پیش روی تصمیم‌گیران، مدیران، سیاستگذاران، معماران و مرمت‌کاران کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد. ماهیت چند معیاره بودن تصمیم‌گیری و گروهی بودن آن در فرآیند ارزیابی و انتخاب سیستم‌ها و فن‌آوری‌های مناسب و همچنین، وجود مشکلاتی چون فقدان اطلاعات کامل و به روز، کم تجربه بودن تصمیم‌گیران، معماران و مرمت‌کاران کشورهای در حال توسعه در درک مسائل محیطی، تکنولوژیکی و فن‌آوری، عدم بررسی تأثیرات متقابل فاکتورهای مختلف، بر ماهیت و توانایی درک اهمیت عوامل و گزینه‌ها اثر گذاشته و موجب پیچیدگی موضوع و ایجاد چالش در انتخاب راه‌حل‌ها و تکنولوژی‌های مناسب گردیده است.

از این رو، با توجه به افزایش موج انتظارات در به روز کردن و باز بکارگیری سازگار بناها و بافت‌های تاریخی در دهه اخیر، سئوالاتی به شرح ذیل به ذهن می‌رسد: چگونه می‌توان در بازبکارگیری بناهای تاریخی ایران جوانب فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و تکنولوژیکی موجود در ایران و همچنین شرایط خاص بناهای تاریخی و نظریات صاحب‌نظران مرتبط را در انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها، راه‌حل‌ها و تکنولوژی‌ها در نظر گرفت؟ بر اساس چه فاکتورهای کمی و کیفی می‌توان مناسب‌ترین پروژه‌ها، روش‌ها و تکنولوژی‌ها را در هماهنگی با نیازهای مادی، معنوی و هویت فرهنگی جامعه انتخاب و دسته‌بندی نمود؟ آیا در نظر گرفتن معیارهای کمی کافی است و یا توجه به معیارهای کیفی نیز دارای اهمیت است؟ با چه روشی می‌توان معیارهای کمی و کیفی را با هم مقایسه و ارزیابی نمود؟ چگونه می‌توان در انتخاب راه‌حل‌های مناسب تمامی فاکتورهای لازم را در نظر گرفت؟

محققین معاصر از تحلیل‌های چند معیاره به جهت حل مشکلات ساختمان‌ها و محوطه‌ها (Zavadskas,2002)، (Larichev,2001 & Ustinovicius,2001)، بهینه‌سازی پوشش ساختمان‌ها با توجه به هزینه‌ها و میزان کارآیی انرژی در طول فرآیند طراحی (Azar,2001)، ارزیابی ساختمان‌ها و ارتقاء وضعیت بنا بر اساس لیستی از معیارها (Roulet, 2002)، بهینه‌سازی طراحی‌های حرارتی و تهویه بناهای جدید (Blondeau, 2002 & Wright, 2002)، احیای بناهای فرسوده روستایی (Zavadskas, 2007)، انتخاب مکانیزم سرمایه گذاری مناسب (Zavadskas, 2004)، انتخاب مناسب پیمانکار پروژه ساختمان، (Hatush, 1998 & Topcu, 2004) سهولت مدیریت (Vilutiene, 2003)، بازسازی ساختمان‌ها در مکان‌های تاریخی شهرها (Ustinovicius, 2000 & Larichev, 2003) و ... استفاده نموده‌اند. محققین لیتوانی نیز از جمله زاوادسکاس، کاکلاسکاس، کودریت، مالین، لپکوا، ویلوتین و همکارانشان یک روش ارزیابی نسبی و پیچیده چند معیاره را جهت حل مشکلات مختلف چند صفتی و چند هدفی ساخت و ساز در طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴ بکار برده‌اند (Vilutiene, 2003 , Maliene, 2000 , Zavadskas, 2001 & Kvederyte, 2000).

با اینحال، مشکلات ساختمان‌های تاریخی و محلی نسبتاً جدید هستند و راه‌حل‌های عملی زیادی حتی در کشورهای توسعه یافته اروپایی برای آنها وجود ندارد (Zavadskas, 2007).

به نظر می‌رسد استفاده از تکنیک‌های چند معیاره ابزار مناسبی در رتبه‌بندی و انتخاب یک یا چند گزینه از بین انواع راه‌حل‌های مختلف در پروژه‌های احیای بناها و بافت‌های تاریخی باشد. ازاینرو در این پژوهش، یک دسته‌بندی از تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره بخصوص با رویکرد تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه صورت گرفته و حوزه-های کاربرد آنها مشخص می‌گردد. در گزارش حاضر، به معرفی یک طرح تحقیقاتی در زمینه روش‌شناسی و دسته‌بندی انواع تکنیک‌های مدل‌سازی فرآیند تصمیم‌گیری و انتخاب سیستم‌ها و فن‌آوری‌های مناسب پرداخته شده است. این طرح با عنوان "روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره" مستخرج از رساله دکتری مولفین تحت عنوان: "راهکارهای چند معیاره باز بکارگیری سازگار بناهای تاریخی ایران" می‌باشد.

گزارش حاضر شامل سه بخش اصلی است. در بخش اول، مختصراً به ذکر رویکرد تحقیق پرداخته و بیان مسأله تحقیق شرح می‌گردد، در این بخش اشاره مختصری به سوابق تحقیقات انجام شده نیز می‌شود. در بخش دوم پژوهش، انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس متدولوژی و ویژگی‌های ذاتی هر یک بررسی گردیده و حوزه کاربرد آنها

مشخص می‌شود و در نهایت در بخش سوم، در مقام جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، مدلی به منظور انتخاب تکنیک مناسب در طی فرآیند پروژه‌های تحقیقاتی ارائه می‌گردد.
لازم به ذکر است رویکرد پژوهش حاضر، روش‌شناسی و دسته‌بندی کلی تکنیک‌های تصمیم‌گیری مختلف می‌باشد. این تحقیق به شرح ویژگی‌های کلی روش‌ها می‌پردازد و به منظور جلوگیری از طولانی شدن مطالب، توضیح فرآیند یک تکنیک خاص، هدف مؤلفین در این مقاله نمی‌باشد و به مقالات بعد موکول می‌گردد.

۱. تصمیم‌گیری و مدیریت پروژه‌های مرمتی

یکی از چالش‌های اصلی در علوم مهندسی آن است که چگونه می‌توانیم در یک موقعیت خاص تصمیم بهتر را بگیریم. نظریه‌هایی مانند برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی دینامیک، آزمون فرضی، کنترل انبارها، بهینه‌سازی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) به منظور دستیابی به راه‌حل‌های مناسب استفاده شده‌اند. روش‌های زیادی برای حل مشکلات چند معیاره تدوین گردیده است (Hwang, 1981). چارچوب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) از روش‌های ساده گرفته تا روش‌های پیچیده متغیر است. طبقه‌بندی پیچیده روش‌های فوق در مقالات بسیاری ارائه گردیده است (Roy, 1996 , Hwang, 1981, Triantaphyllou, 2000 & Zavadskas, 2001).
با این وجود، هنوز هم مشکل انتخاب یک روش صحیح در موقعیت فرضی وجود دارد. هیچ کدام از روش‌های ذکر شده به عنوان بهترین و مناسب‌ترین روش برای تمامی موقعیت‌های تصمیم‌گیری در نظر گرفته نمی‌شوند. به عبارتی، بکارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به یک حالت خاص، به هدف تحقیق و بخصوص به دقت و قابلیت اعتماد به داده‌ها بستگی دارد.
مشکلات تصمیم‌گیری‌های معاصر در زمینه ساختمان و مهندسی با انواعی از پروسه‌ها و ساختارها، ارزش‌های متناقض، اهداف توسعه‌ای متضاد و محدودیت‌های مختلف ارتباط دارد، به گونه‌ای که به علت وجود ارتباط بین متغیرهای وابسته و مستقل در حل مشکلات ساختمان، لازم است از تحلیل‌های چندگانه رفت و برگشتی استفاده نمود (Skitmore, 1998 , Drew, 2001& Skitmore, 2003). همچنین، تفاوت در سرمایه‌گذاری‌های مختلف، ارزش‌ها و علاقه‌های متفاوت موجب ایجاد پیچیدگی در فرآیند تصمیم‌گیری می‌گردد به گونه‌ای که چنانچه ما به دنبال جستجوی یک راه‌حل مناسب برای حل مشکل بناهای تاریخی باشیم، لازم است به صورت چند بعدی عمل نماییم.

۲. روش‌های تصمیم‌سازی

انسان عموماً جهت اجرای تصمیم‌گیری یکی از دو روش زیر را به کار می‌برد:
۱- روش آزمون و خطا
۲- روش مدل‌سازی
در روش آزمون و خطا تصمیم‌گیرنده[5] با واقعیت برخورد می‌کند بدین ترتیب که یکی از گزینه‌ها را انتخاب کرده و نتیجه را مشاهده می‌کند، چنانچه خطای تصمیم زیاد بوده و مشکلاتی بروز کند تصمیم را عوض کرده و گزینه‌ای دیگر را انتخاب می‌کند.
در روش مدل‌سازی، تصمیم‌گیرنده مسأله واقعی را مدل‌سازی نموده، عناصر آن و تأثیر آنها بر یکدیگر را مشخص می‌نماید و به تجزیه و تحلیل مدل و پیش‌بینی عملکرد مسأله واقعی می‌پردازد. در یک بررسی و اظهار نظر کلی گفته می‌شود که مدل‌سازی عموماً یک فرآیند بوده که نیازمند کار کارشناسی متناسب نیز می‌باشد. استفاده از متخصصین در امر مدل‌سازی ضروری بوده و در مقابل، فوائد زیر بدست می‌آید:
۱- صرفه‌جویی در هزینه
۲- صرفه‌جویی در زمان
۳- استفاده در طراحی
۴- پیش‌بینی رفتار و عملکرد سیستم

۵-کمک به اهداف آموزشی

با توجه به مزایای مدل‌سازی، انواع مدل‌سازی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

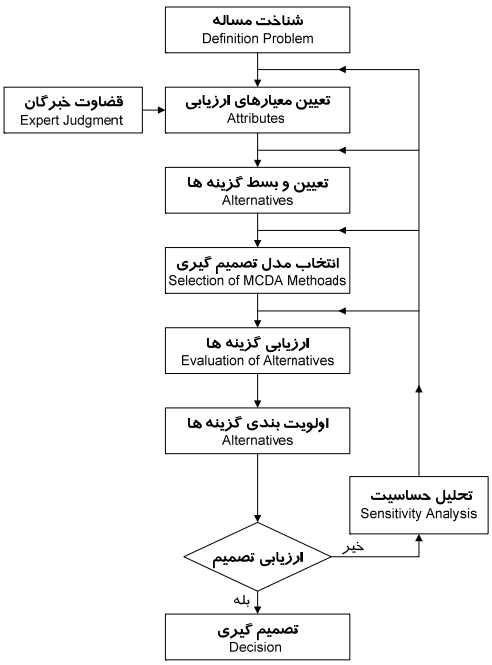
۲-۱- انواع مدل‌ها

افراد مختلفی ازجمله فرانسیس و همکاران (Francisetal, 1992) و توربن و آرنسون (Turban & Aronson, 1998) در این زمینه اظهارنظر کرده‌اند که با جمع‌بندی نظرات آنها می‌توان انواع مدل‌ها را به ۴ دسته تقسیم نمود:

- مدل‌های فیزیکی
- مدل‌های شماتیک
- مدل‌های مفهومی
- مدل‌های ریاضی

مدل‌های فیزیکی[۶] واقعیت را در ابعادی کوچکتر ارائه می‌کنند. مانند نقشه یک ساختمان، ماکت یک محوطه بزرگ و غیره؛ مدل‌های شماتیک[۷] واقعیت را به صورت سمبلیک یا شماتیک ارائه می‌کنند، این مدل‌ها مانند واقعیت رفتار می‌کنند و نسبت به مدل‌های فیزیکی کمتر به واقعیت نزدیک هستند. مانند چارت‌های سازمانی، معرفی یک نقشه با رنگ‌های مختلف و غیره؛ مدل‌های مفهومی[۸] با مجموعه‌ای از مفاهیم و جملات بیان می‌شوند؛ مدل‌های ریاضی[۹] روابط عناصر را از طریق متغیرها و پارامترها بیان می‌کنند.

شکل ۱: مدل کلی فرآیند تصمیم‌گیری



۲-۲- روش‌های حل مدل‌ها

مدل‌سازی یا تبدیل مسائل به صورت مفاهیم و عبارات یک هنر است و حل آن نیز ذوق خاصی می‌طلبد. گاهی اوقات ساخت مدل به تنهایی منجر به بهبود شده و حل بهینه یا مناسب را ارائه می‌کند، اما گاهی حل مدل نیاز به بررسی و تعمق بیشتری دارد و به راحتی نمی‌توان جواب قابل قبولی برای مدل پیدا کرد. روش‌های آماری، حل بهینه، شبیه‌سازی و روش‌های ابتکاری از جمله روش‌های حل مدل‌ها می‌باشند.

۲-۳- مدل‌های کلان در تصمیم‌گیری

از نظر بسیاری از دانشمندان علم مدیریت، تصمیم‌گیری جوهرهٔ اصلی مدیریت می‌باشد. سایمون، نظریه‌پرداز بزرگ، مدیریت را مترادف با تصمیم‌گیری می‌داند و این می‌تواند اهمیت تصمیم‌گیری را نشان دهد. فرآیند تصمیم‌گیری بنا به

نظر جان دیویی، می‌تواند در سه مرحله خلاصه گردد:

۱- مشکل کجاست؟

۲- راه‌حل‌ها کدامند؟

۳- بهترین راه‌حل کدام است؟

اگر این نظر بسط یابد، می‌توانیم مراحل دقیق‌تر فرآیند تصمیم‌گیری را بصورت زیر مورد بررسی قرار دهیم.

۳-۴- مدل‌های تحلیل تصمیم[۱۰]

مدل‌های تحلیل تصمیم را به سه گروه اصلی (شکل ۳) می‌توان تقسیم نمود:

۱- سیستم‌های چند معیاره[۱۱] (Yoon, 1995)

۲- سیستم‌های پشتیبان تصمیم[۱۲] (Turban, 1995)

۳- سیستم‌های تک هدفی[۱۳] (Howard, 1984)

۳. سیستم‌های چند معیاره

جهت تبیین بیشتر موضوع می‌توان مسائل چند معیاره را به صورت یک سامانه در نظر گرفت. به طور کلی عناصر یک سامانه چند معیاره عبارتند از:

- عناصر ورودی:

گزینه‌ها، هدف کلی، معیارها، زیر اهداف، ترجیحات، سیاست‌ها و محدودیت‌ها.

- پردازشگرها:

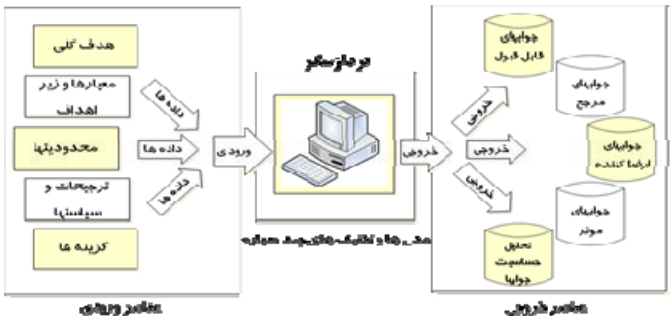
تکنیک‌های چند معیاره

- عناصر خروجی:

جواب‌های مرجح، جواب‌های موثر، جواب‌های قابل قبول، جواب‌های ارضاکننده و تحلیل حساسیت جواب‌ها.

برای تحلیل یک سامانه چند معیاره باید عناصر آن را به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. در شکل شماره دو عناصر یک سامانه چند معیاره را نشان می‌دهیم.

شکل ۲: عناصر یک سامانه چند معیاره

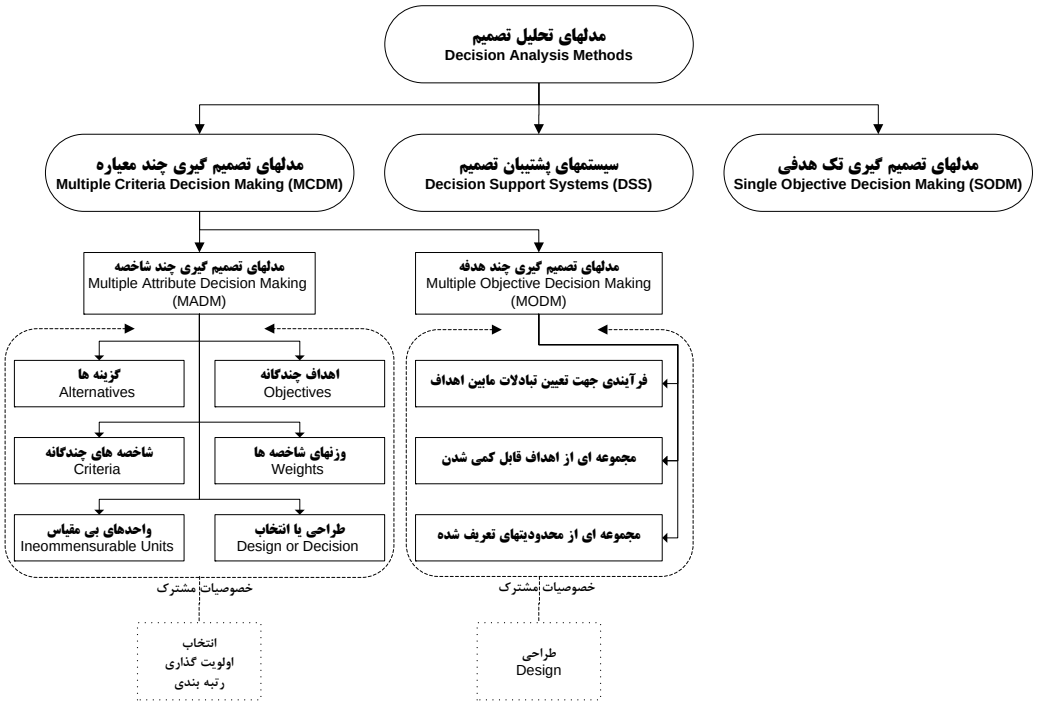


۳-۱- تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) مبحثی است که به فرآیند تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می‌پردازد (Colson, 1989). علیرغم گستردگی موارد استفاده‌ی MCDM، پاره‌ای مفاهیم مشترک در تمامی مسائل MCDM وجود دارند که در شکل ۳ این خصوصیات مشترک را نشان می‌دهیم.

هر مسأله می‌تواند دارای اهداف چندگانه یا معیارهای چندگانه باشد. معیارها ممکن است در تعارض با هم باشند، اهداف و معیارهای متفاوت ممکن است دارای مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت نیز باشند. حل این‌گونه مسائل می‌تواند یا به معنای طراحی بهترین جواب و یا انتخاب بهترین جواب از میان جواب‌های موجود باشد.

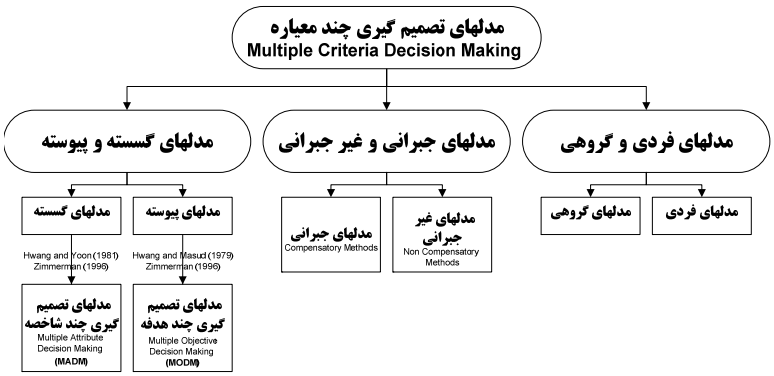
شکل ۳: خصوصیات مشترک انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره



۲-۳- دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره

مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان به سه دستهٔ کلی تقسیم نمود. در شکل شماره چهار دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره را نشان می‌دهیم.

شکل ۴: دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره



۱-۲-۳- مدل‌های گسسته و پیوسته

می‌توان مدل‌های چند معیاره را از نظر تعداد گزینه به دو دسته گسسته و پیوسته تقسیم نمود. اگر تعداد مجموعه جواب‌های قابل قبول (F_d) قابل شمارش باشد، مسأله چند معیاره را گسسته می‌نامیم (Korhonen et.al, 1992). برخی از مؤلفین مانند هوانگ و یون (Whang & Yoon, 1981) و زیمرمن (Zimmerman, 1996) این نوع مسائل را به اختصار مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) نامگذاری کرده‌اند. اگر تعداد مجموعه جواب‌های قابل قبول (F_d) غیرقابل شمارش باشد، در این صورت مسأله چند معیاره را پیوسته می‌نامیم.

هوانگ و مسعود (Hwang & Masud, 1979) و همچنین زیمرمن این نوع مسائل را (با برخی استثنائات مانند برنامه-

ریزی عدد صحیح) مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (MODM) نامیده‌اند.

۳-۳- انواع مدل‌های تصمیم‌گیری MADM و MODM

از دیدگاه کلی می‌توان مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را به دو دسته اصلی ذیل تقسیم نمود:

۱- مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه[۱۴]

۲- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه[۱۵]

در مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه می‌بایست بهترین آلترناتیو، بر اساس محدودیت‌های سیستم، اهداف متفاوت و نیز مقدار مطلوب مورد نظر تصمیم‌گیرنده برای این اهداف طراحی گردد. مسائل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه را می‌توان به صورت کلی زیر در نظر گرفت:

$$(۱) \max[f_1(x), f_2(x), \ldots, f_k(x)]$$
$$\text{st: } g_i(x) \leq 0 \ (i=1,2,\ldots,m)$$

در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، با تعدادی از آلترناتیوهای از پیش تعریف شده و محدود می‌باشد که هر یک از آلترناتیوها، سطحی از مشخصه‌های مورد نظر تصمیم‌گیرنده را ارضا می‌کنند. حال می‌باید تصمیم‌گیرنده بر اساس میزان و نوع اطلاعات در دسترس از آلترناتیوها و معیارها، بهترین آلترناتیو را انتخاب نماید.

جدول ۱: مقایسه MADM و MODM

MCDM / موارد متفاوت	MADM	MODM
معیارها	شاخص‌ها	اهداف
اهداف	صریح بیان شده‌اند	ضعیف بیان شده‌اند
شاخص‌ها	صریح بیان شده‌اند	ضمنی بیان شده‌اند
محدودیت‌ها	غیرمشخص	کاملاً مشخص
گزینه‌ها	تعداد محدود، مشخص	تعداد نامحدود
تعامل با DM	کم	زیاد
نحوه استفاده	ارزیابی و انتخاب	طراحی

۴-۳- مفاهیم اساسی در تصمیم‌گیری چند شاخصه

پنج لغت اصلی در ادبیات مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه عبارتند از: مشخصه‌ها، اهداف، آرمان‌ها، معیارها و ماتریس تصمیم‌گیری.

۱-۴-۳- مشخصه‌ها[۱۶]

مشخصه، عبارت است از خاصیتی که می‌بایست در یک آلترناتیو باشد. هر آلترناتیو بسته به خواسته‌های تصمیم‌گیرنده می‌تواند با تعدادی از مشخصه‌ها مرتبط باشد.

۲-۴-۳- اهداف[۱۷]

هدف، آن چیزی است که تا دست یافتن نهایی به آن تعقیب می‌شود. تفاوت هدف و آرمان نیز در همین نکته است. هدف باید دست یافتنی باشد، در حالی که آرمان ممکن است هرگز دست یافتنی نباشد.

۳-۴-۳-آرمان[۱۸]

آرمان، مقداری است که مطلوب یک خواسته می‌باشد. ممکن است به آرمان دست یافت، یا به آن نرسید و یا حتی از آن گذشت.

۴-۴-۳- معیار[۱۹]

معیار، به معنای اندازه‌گیری موثر بودن است. معیار، پایه ارزیابی است.

۵-۴-۳- ماتریس تصمیم‌گیری[۲۰]

یک مسأله چند شاخصه را می‌توان بطور کامل، به فرم ماتریسی تعریف نمود. یک ماتریس تصمیم D؛ ماتریسی است $m\times n$ که درایه X_{ij} آن نمایانگر ارزش مشخصه jام برای آلترناتیو iام است. آلترناتیو iام را با A_i و مشخصه jام را با X_j نمایش می‌دهند. در این صورت، $A_i, i=(1,2,\ldots,m)$ به صورت زیر نیز می‌توان نشان داده شود:

$$(۲)Xi= (Xi_1, Xi_2, \ldots, Xi_n)$$

و یا به صورت بردار ستونی زیر:

$$(۳)\ Xj= (X_1j, X_2j, \ldots, X_mj)^T$$

در مسأله چند شاخصه آلترناتیو ایده‌آل، آن آلترناتیوی است که تمامی مشخصه‌های آن، بالاترین و بهترین مقادیر را دارا باشد:

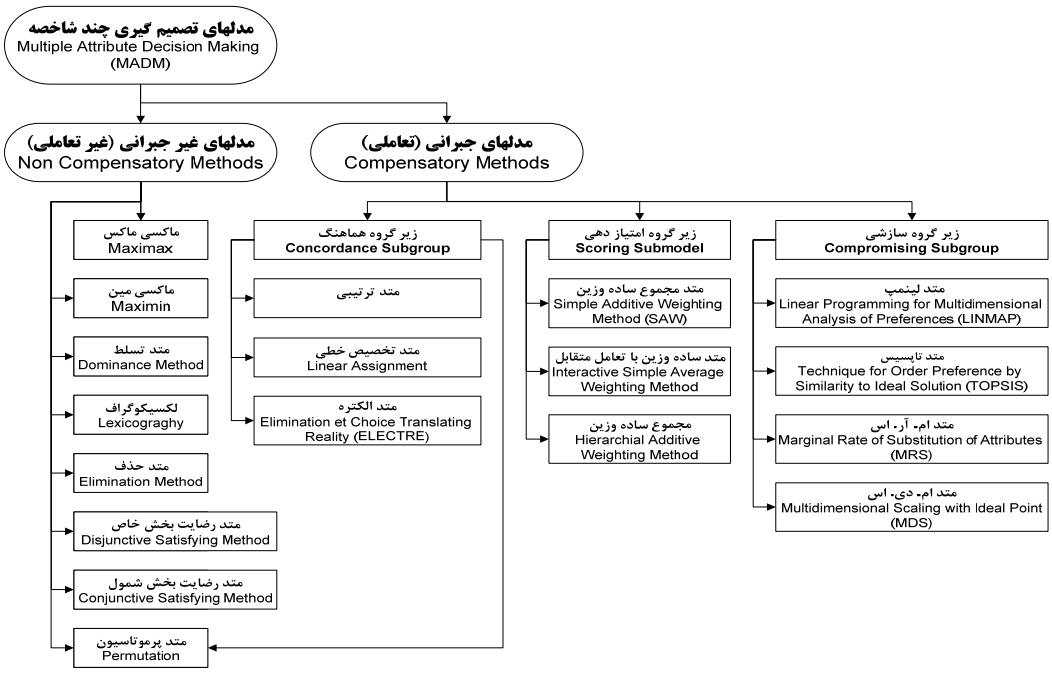
$$(۴)A^*= (x^*1,x^*2,\ldots,x^*j,\ldots,x^*n)$$

$$(۵)x^*j= \max_i Uj(xij) \quad i= 1,2,\ldots,m$$

$$D=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix}$$

که $U_j(\cdot)$ نشان دهندهٔ تابع ارزش j‌امین مشخصه می‌باشد. در MADM، آلترناتیو ایده‌آل وجود خارجی ندارد، لذا تمام تلاش بر این خواهد بود تا آلترناتیوی یافت شود که تا حد امکان به این آلترناتیو ایده‌آل نزدیک باشد.

شکل۵: دسته‌بندی انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از نظر پردازش اطلاعات



۵-۳- انواع مدل‌ها در تصمیم‌گیری چند شاخصه

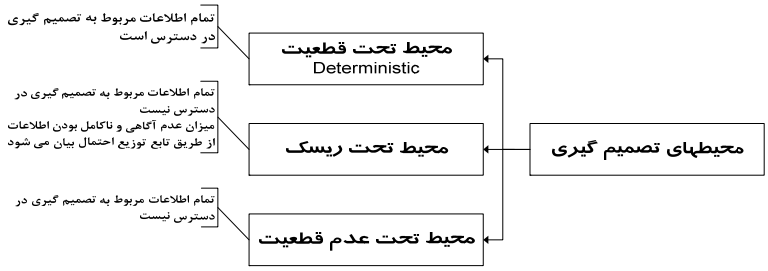
تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) همگی سعی دارند مشخص نمایند که چگونه به کمک اطلاعات مشخصه‌ها، می‌توان بهترین آلترناتیو را (از دیدگاه تصمیم‌گیرنده) انتخاب نمود. دو نوع برخورد عمده در پردازش اطلاعات در MADM وجود دارد؛ مدل‌های غیرجبرانی (غیرتعاملی)؛ و مدل‌های جبرانی (تعاملی). در شکل شماره پنج مدل‌های مختلف MADM را بر اساس نوع پردازش اطلاعات دسته‌بندی کرده‌ایم و به علت جلوگیری از ازدیاد مطالب از توضیح هر یک به تنهایی صرف‌نظر می‌کنیم.

۶-۳- محیط‌های تصمیم‌گیری

محیط‌های تصمیم‌گیری را می‌توان به سه دسته اصلی محیط تحت قطعیت، محیط تحت ریسک و محیط تحت عدم قطعیت تقسیم نمود. شکل شماره شش ویژگی‌های هر یک از این محیط‌ها را نشان می‌دهد. از دیدگاه در دسترس

بودن داده‌ها، قطعیت و عدم قطعیت نشانگر دو نقطه غایی هستند، در حالیکه ریسک، یک موقعیت بینابینی را نشان می‌دهد

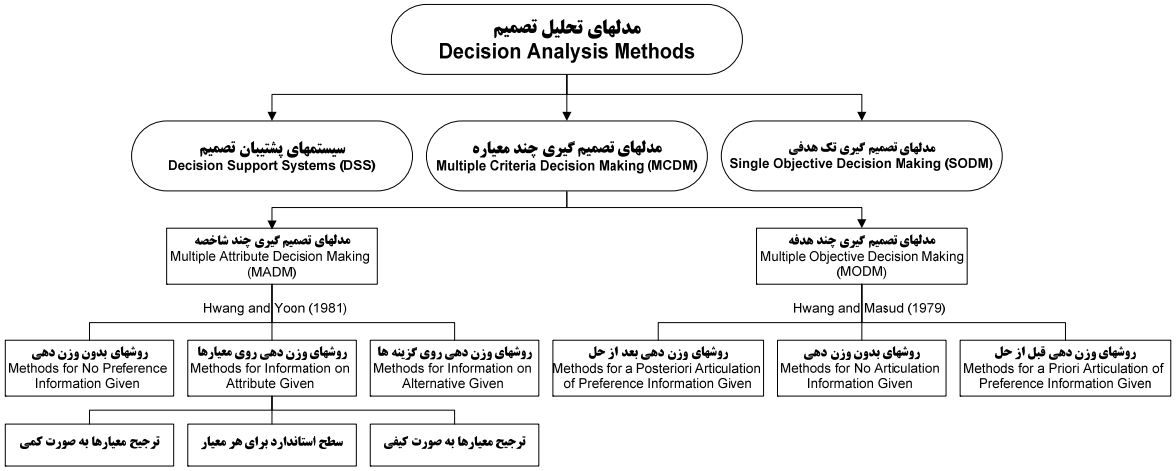
شکل ۶: انواع محیط‌های تصمیم‌گیری



۳-۷- انواع روش‌های حل مدل‌های چند شاخصه

همان‌گونه که گفته شد، به طور کلی می‌توان مدل‌های چند معیاره (MCDM) را از نظر تعداد گزینه به دو دستهٔ گسسته (MADM) و پیوسته (MODM) تقسیم نمود. در این قسمت به دسته‌بندی کلی روش‌های حل مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (شکل ۷) می‌پردازیم. انواع روش‌های حل مدل‌های چند شاخصه عبارتند از: روش‌های بدون وزن‌دهی، روش‌های وزن‌دهی روی معیارها و روش‌های وزن‌دهی روی گزینه‌ها.

شکل ۷: انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از نظر روش‌های وزن‌دهی



۱-۷-۳- روش‌های بدون وزن‌دهی مدل‌های MADM

در این روش‌ها هیچ نوع ترجیحی از طرف تصمیم‌گیرنده مشخص نشده و فقط ماتریس تصمیم بیان می‌شود. به عبارت دیگر معیارها و عملکرد هر گزینه بر روی معیارها مشخص است، اما از طرف تصمیم‌گیرنده ترجیحی روی معیارها و یا آلترناتیوها بیان نمی‌گردد.

۲-۷-۳- روش‌های وزن‌دهی روی معیارهای MADM

در این روش، ترجیحات معیارها نسبت به هم مشخص است و ممکن است به یکی از صورت‌های زیر بیان گردد:

- سطح استاندارد بر روی معیار
- ترجیح معیارها به صورت کیفی
- ترجیح معیارها به صورت کمی

۳-۷-۳- روش‌های وزن‌دهی روی گزینه‌های MADM

در این روش، ترجیح بین آلترناتیوها (به صورت دو به دو) توسط تصمیم‌گیرنده بیان می‌شود و هدف تعیین بهترین

آلترناتیو در کل می‌باشد.

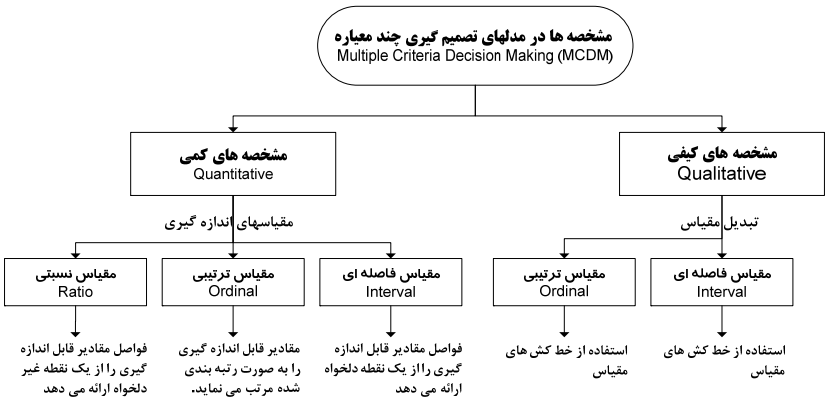
۸-۳- مشخصه‌ها در مدل‌های چند شاخصه

هر آلترناتیو در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه معمولاً با دو نوع مشخصه تعریف می‌گردند:

- مشخصه‌های کمی
- مشخصه‌های کیفی

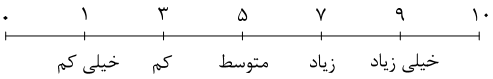
در شکل شماره هشت انواع مقیاس‌های تبدیل و اندازه‌گیری مشخصه‌های کیفی و کمی ارائه شده است.

شکل ۸: مشخصه‌ها در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره



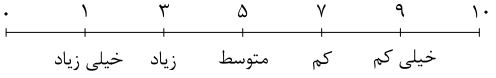
سئوال مهم این است که چگونه می‌توان این دو نوع مشخصه‌ها (کمی و کیفی) را با هم مقایسه نمود؟

از آنجا که تبدیل مشخصه‌های کیفی به مقیاس نسبی (Ratio) بسیار دشوار است، اکثر مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از مقیاس‌های ترتیبی (Ordinal) و یا فاصله‌ای (Interval) برای تبدیل مشخصه‌های کیفی به کمی استفاده می‌کنند. یک روش عمومی در اندازه‌گیری یک شاخص کیفی با مقیاس فاصله‌ای استفاده از مقیاس دو قطبی[۲۱] فاصله‌ای است، به قرار زیر:



این اندازه‌گیری (به صورت فوق برای شاخص‌های با جنبه مثبت) بر اساس یک مقیاس ده نقطه‌ای می‌باشد به طوری که صفر مشخص‌کننده مینیمم ارزش ممکن و ده مشخص کننده ماکزیمم ارزش ممکن از شاخص مورد نظر است. همچنین نقطه وسط نیز نقطه شکست مقیاس بین مساعدها و نامساعدها است.

این مقیاس اندازه‌گیری به طور مشابه برای شاخص‌های با جنبه منفی به منظور هماهنگی در محاسبات به صورت ذیل تنظیم می‌گردد:



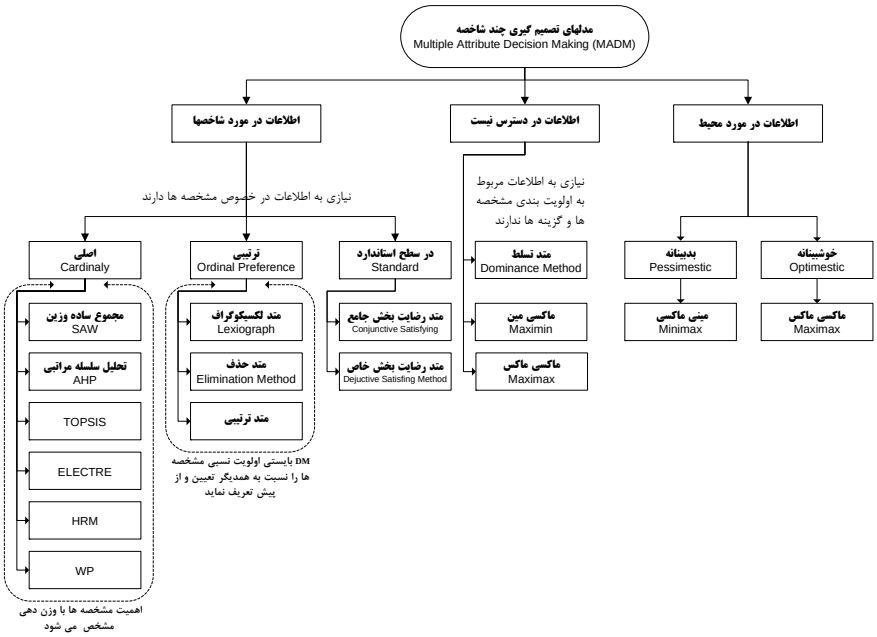
مورد توجه است که ارزش‌های صفر و ده عملاً در مقیاس‌های فوق کمتر مورد استفاده واقع می‌شوند، ضمناً ارزش‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ را می‌توان به عنوان ارزش‌های واسطه از مقیاس‌های فوق به کار برد.

به منظور قابل مقایسه‌شدن مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری (به ازای شاخص‌های گوناگون) باید از "بی‌مقیاس کردن" استفاده نمود، که بدان طریق عناصر شاخص‌های تبدیل شده (n_{ij}) بدون بعد اندازه‌گیری می‌شوند. یکی از طرق بی‌مقیاس کردن استفاده از "نرم" است. در این روش هر عنصر (r_{ij}) از ماتریس تصمیم‌گیری مفروض را بر نرم موجود از ستون jام (به ازای شاخص x_j) تقسیم می‌کنیم، یعنی:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r^2_{ij}}} \qquad (۶)$$

بدین طریق کلیه ستون‌های ماتریس مفروض دارای واحد طول مشابه (از بردار نظیر) شده و مقایسه کلی آنها در نتیجه سهل می‌گردد. برای بی‌مقیاس کردن از روش‌های دیگری مانند "بی‌مقیاس کردن خطی" و "بی‌مقیاسی فازی" نیز استفاده می‌گردد.

شکل ۹: دسته‌بندی انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از نظر نحوه کاربرد



۹-۳- دسته‌بندی انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از نظر نحوه کاربرد

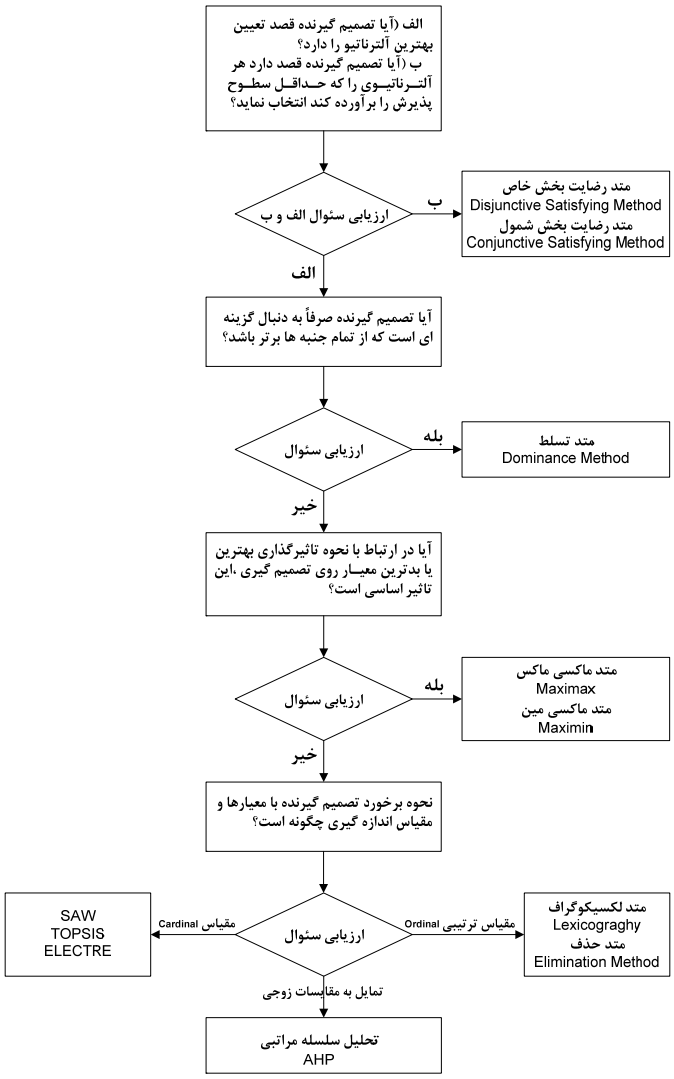
مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه را از نظر نحوه کاربرد می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم نمود. این دسته‌بندی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در شکل شماره نه مشخص شده است. طبق این شکل اگر هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد شاخص در دسترس نباشد، بهتر است از روش تسلط استفاده شود. اگر اطلاعات موجود در مورد محیط باشد، یعنی دربارهٔ شاخص‌ها اطلاعاتی موجود نباشد، استفاده از روش ماکسی‌مین و مینی‌ماکس پیشنهاد می‌شود. اگر اطلاعات در مورد شاخص ارائه شده باشد، آنگاه اطلاعات یا در سطح استاندارد است، یعنی به میزان قابل قبولی شاخص مربوطه و وزن آنها را بیان می‌کند، که در این صورت ممکن است با داده‌های برخوردار از مقیاس‌های ترتیبی یا اصلی اندازه‌گیری شود.

جمع‌بندی

تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با اتخاذ انواع مشخصه‌های کمی و کیفی و وزن‌دهی آنها ابزارهای مناسبی در تحلیل تصمیم‌گیری می‌باشند. این تکنیک‌ها از روش‌های متعددی برای ارزیابی و تبدیل مشخصه‌های کیفی به کمی استفاده می‌کنند. تکنیک‌های MODM دارای جواب‌های غیرقابل شمارش و تکنیک‌های MADM دارای جواب‌های قابل‌شمارش می‌باشند. انتخاب تکنیک‌های MADM خود یک مسأله MADM است و قائده خاصی برای آن وجود ندارد، ولی به عنوان یک قاعده انتخاب کلی می‌توان مدل ذیل را مورد استفاده قرار داد.

به منظور تعیین و دستیابی به مشخصه‌ها، از قضاوت خبرگان استفاده می‌شود. برای دستیابی به این هدف روش‌های متعددی مانند روش‌های طوفان‌فکری، فکرنویسی، سینگتیکز، دلفی و ... توسعه یافته‌اند. مولفین پژوهش حاضر در مقالات آتی به دسته‌بندی و تشریح این روش‌ها خواهند پرداخت.

شکل ۱۰: مدل انتخاب تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه



منابع

Colson G, Bruyn CD (1989) "**Models and methods in multiple objectives decision making**" Math. Comput. Modelling 1989;12: PP.1201–11.

Drew D, Skitmore M, Po Lo H (2001) "**the Effect of Client and Type and Size of Construction Work on a Contractor's Bidding Strategy**" Building and Environment 2001; 36(3):393–406.

Guitoun A, Martel JM (1998) "**Tentative Guidelines to Help Choosing an Appropriate MCDA Method**" European Journal of Operational Research 1998; 109: PP.501–21.

Howard RA, Matheson JE (1984**) "Influence Diagrams. In: Howard RA, Matheson JE"** Editors Readings on the Principles and Applications of Decision Analysis. Menlo Park, CA: Strategic Decisions Group; 1984. PP. 720–62.

Hwang, C. L. & Masud, A. S (1979) "**Multiple Objective Decision Making Methods and Applications: A State – of – The Art Survey**" Berlin,Springer- Verlag.

Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981) "**Multiple Attribute Decision Making Methods and Application: A State – of – The Art Survey**" Berlin, Springer- Verlag.
Korhonen, P.; Moskowitz, H. & Wallenius, J. (1992) "**Multiple Criteria Decision Support – A Review**" European Journal of Operational Research 63 (1992), PP. 361-375.
Roy B (1996) "**Multicriteria Methodology for Decision Aiding**" Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
Skitmore. M. (1998) "**A Method for Forecasting Owner's Monthly Construction Project Expenditure Flow**" International Journal of Forecasting 1998; 14(1): PP.17–34.
Skitmore M, Ng ST (2003) "**Forecast Models for Actual Construction Time and Cost**" Building and Environment 2003; 38(8): PP.1075–83.
Triantaphyllou. E .(2000) "**Multi-Criteria Decision Making Methods: a Comparative Study**" Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
Turban E (1995) **"Decision Support and Expert Systems**" New York, Prentice-Hall.
Yoon KP, Hwang CL (1995**) "Multiple Attribute Decision Making: an Introduction"** Thousand Oaks, CA.
Zimmermann (1996) "**Fuzzy Set Theory – And Its Applications**" Boston. USA, Kluwer Academic Publishers.

پی‌نوشت‌ها:

1. Methodology
2.Decision Analysis Methods
3. Decision Making
4. Qualitative & Quantitative Attributes
5. Decision Maker
6. Iconic Models, Physical Models
7. Analog Models
8. Conceptual Models
9. Mathematical Models
10. Decision Analysis Methods
11. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
12. Decision Support Systems (DSS)
13. Single Objective Decision Making (SODM)
14. Multiple Objective Decision Making (MODM)
15. Multiple Attribute Decision Making (MADM)
16. Attribute
17. Objectives
18. Goal
19. Criterion
20. Decision Matrix
21. Bipolar – scale