



مجموعه تحقیقاتی های درس:
تصمیم گیری چند معیاره

دکتر شیرویه زاد

دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی صنایع
آور ۹۲

فهرست مطالب

۱	۱. روش های Fuzzy TOPSIS
۸	۲. MCDM و انتخاب بازار
۲۰	۳. روش های Fuzzy VIKOR
۳۳	۴. روش های Fuzzy ELECTERE
۵۶	۵. روش های Fuzzy AHP
۶۵	۶. MCDM و انتخاب مکان انبار
۷۵	۷. MCDM و مکانیابی
۹۲	۸. روش های آنتروپی فازی
۹۹	۹. MCDM و انتخاب تیم های ورزشی
۱۲۷	۱۰. MCDM و شبکه های عصبی
۱۳۶	۱۱. روش های Fuzzy ANP
۱۴۵	۱۲. MCDM و انتخاب ورزشکار برتر
۱۵۹	۱۳. MCDM و انتخاب مدیر برتر
۱۶۸	۱۴. MCDM و انتخاب کتابخانه برتر
۱۸۰	۱۵. MCDM و انتخاب خط تولید برتر
۲۰۰	۱۶. MCDM و مدیریت استراتژیک
۲۱۲	۱۷. MCDM و حمل و نقل شهری
۲۲۳	۱۸. MCDM و بررسی جاده ها
۲۳۰	۱۹. MCDM و مدیریت بازار
۲۳۵	۲۰. MCDM و منطق خاکستری
۲۵۵	۲۱. MCDM و انتخاب مکان کارخانه
۲۶۲	۲۲. دستیابی به تناسب استراتژیک در زنجیره تأمین با استفاده از MODM
۲۷۴	۲۳. MCDM و الگوریتم ژنتیک
۲۹۷	۲۴. MCDM و زنجیره تامین

تاریخچه منطق فازی

منطق فازی یا Fuzzy Logic برای اولین بار در سال ۱۹۶۰ توسط دکتر لطفی زاده، استاد علوم کامپیوتری دانشگاه برکلی کالیفرنیا (Berkeley)، ابداع شد.

مقاله کلاسیک پرفسور لطفی زاده درباره مجموعه فازی که در سال ۱۹۶۵ به چاپ رسید، سرآغاز جهتی نوین در علوم و مهندسی سیستم و کامپیوتر بود. پس از آن پرفسور لطفی زاده به پژوهشهای خود در زمینه مجموعه فازی ادامه داد تا آنکه در سال ۱۹۷۳ طی یک مقاله کلاسیک دیگر تحت عنوان "شرحی بر دیدی نو در تجزیه و تحلیل سیستمهای پیچیده و فرایندهای تصمیم گیری" مفهوم استفاده از متغیرهای زبانی را در سیستم های حافظه و کنترل مطرح کرد. این مقاله اساس تکنولوژی کنترل بر مبنای منطق فازی است که در آینده اثرات عمیق در طراحی سیستم های کنترل هوشیار خواهد داشت. گرچه منطق فازی کاربردی خیلی وسیع تر از منطق متداول دارد ولی پرفسور لطفی زاده معتقد است که منطق فازی اکسیر و نوشدارو نیست. وی میگوید "کارهای زیادی هست که انسان میتواند به آسانی انجام دهد در حالی که کامپیوترها و سیستمهای منطقی قدرت فازی یک فرا مجموعه از منطق بولی است که بر مفهوم درستی نسبی، دلالت می کند. منطق کلاسیک هر چیزی را بر اساس یک سیستم دوتائی نشان می دهد (درست یا غلط، ۰ یا ۱، سیاه یا سفید) ولی منطق فازی درستی هر چیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان می دهد. مثلاً اگر رنگ سیاه را عدد صفر و رنگ سفید را عدد ۱ نشان دهیم، آن گاه رنگ خاکستری عددی نزدیک به صفر خواهد بود. در سال ۱۹۶۵، دکتر لطفی زاده نظریه سیستمهای فازی را معرفی کرد. در فضایی که دانشمندان علوم

مهندسی به دنبال روش‌های ریاضی برای شکست دادن مسایل دشوارتر بودند، نظریه فازی به گونه‌ای دیگر از مدل‌سازی، اقدام کرد [1].

منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. بر خلاف دیگران که معتقدند که باید تقریب‌ها را دقیق‌تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، لطفی‌زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کند. در منطق ارسطویی، یک دسته‌بندی درست و نادرست وجود دارد. تمام گزاره‌ها درست یا نادرست هستند. بنابراین جمله «هوا سرد است»، در مدل ارسطویی اساساً یک گزاره نمی‌باشد، چرا که مقدار سرد بودن برای افراد مختلف متفاوت است و این جمله اساساً همیشه درست یا همیشه نادرست نیست. در منطق فازی، جملاتی هستند که مقداری درست و مقداری نادرست هستند. برای مثال، جمله "هوا سرد است" یک گزاره منطقی فازی می‌باشد که درستی آن گاهی کم و گاهی زیاد است. گاهی همیشه درست و گاهی همیشه نادرست و گاهی تا حدودی درست است. منطق فازی می‌تواند پایه‌ریز بنیانی برای فن‌آوری جدیدی باشد.

در اوائل دهه ۱۹۸۰ این زمینه از نقطه نظر تئوریک پیشرفت کندی داشت. در این مدت راه حل‌ها و مفاهیم جدید اندکی معرفی گردید چرا که هنوز افراد کمی داشتند روی آن کار می‌کردند. در واقع کاربردهای کنترل فازی بود که هنوز تئوری فازی را سر پا نگاه داشته بود.

مهندسان ژاپنی (با حساسیتی که نسبی به فن‌آوری‌های جدید دارند) به سرعت دریافتند که کنترل کننده‌های فازی سهولت قابل طراحی بوده و در مورد بسیاری مسائل می‌توان از آنها استفاده کرد. بدلیل اینکه کنترل فازی به یک مدل ریاضی نیاز ندارد انرا می‌توان در مورد با وجودی که تئوری فازی جایگاه واقعی خود را پیدا نکرد با این حال هنوز محققینی بودند که روشهای جدید فازی نظیر الگوریتم‌های فازی تصمیم‌گیری‌های فازی و... مطرح گردید.

دهه ۱۹۷۰: تئوری فازی رشد پیدا کرد و کاربردهای عملی ظاهر گردید [2].

اگر بگوییم پذیرفته شدن تئوری فازی بعنوان یک زمینه مستقل بواسطه کارهای بر جسته پروفیسور لطفی‌زاده بوده سخن به گزاف نگفته ایم. بسیاری از مفاهیم بنیادی تئوری فازی بوسیله زاده در اواخر دهه ۶۰ و اوائل دهه ۷۰ مطرح

گردید. پس از معرفی مجموعه ای فازی در سال ۱۹۶۵ او مفاهیم الگوریتم های فازی در سال ۱۹۶۸ تصمیم گیری فازی در سال ۱۹۷۰ و ترتیب فازی را در سال ۱۹۷۱ مطرح نمود. در سال ۱۹۷۳ مقاله دیگری را منتشر کرد به نام: (طرح یک راه حل جدید برای تجزیه تحلیل سیستم های پیچیده و فرایندهای تصمیم گیری). این مقاله اساس کنترل فازی را بنا کرد. او در این مفهوم متغیر های زبانی و استفاده از قواعد اگر انگاه را برای فرموله کردن دانش بشری معرفی نمود. رخداد بزرگ در دهه ۱۹۷۰ تولد کنترل کننده های فازی برای سیستم های واقعی بود. در سال ۱۹۷۵ ممدانی و اسیلیان چهارچوب اولیه ای را برای کنترل کننده فازی مشخص کردند و کنترل کننده فازی را به یک موتور بخار اعمال نمودند. نتیج در مقاله ای تحت عنوان (ازمایشی در سنتز زبانی با استفاده از یک کنترل کننده فازی) منتشر گردید. آنها دریافتند که ساخت کنترل کننده فازی بسیار موضوع جدی در دستور کار خود قرار دادند. در فوریه ۱۹۹۲ اولین کنفرانس بین المللی IEEE در زمینه سیستمهای فازی در سان دیگو برگزار گردید. این یک اقدام سمبلیک در مورد پذیرفتن سیستم های فازی بوسیله بزرگترین سازمان مهندسی یعنی IEEE بود. در سال ۱۹۹۳ بخش سیستم های فازی IEEE گشایش یافت. از نقطه نظر تئوری سیستم های فازی و کنترل در اواخر دهه ۸۰ و اوائل دهه ۹۰ رشد چشمگیری پیدا کرد و پیشرفتهایی در زمینه برخی مشکلات اساسی سیستمهای فازی صورت گرفت. بعنوان مثال تکنیک های شبکه عصبی برای تعیین و تنظیم توابع تعلق استفاده شدند. با وجودی که تصویر سیستم های فازی شفاف تر شده با این حال کارهای زیادی هنوز باید انجام شود و بسیاری از راه حل ها و روش ها در ابتدای راه قرار دارد. ما اعتقاد داریم که تنها سرمایه گذاری مراکز تحقیقاتی معتبر بر روی افراد مستعد و خلاق می تواند باعث پیشرفتهای عمده در زمینه تئوری فازی شود [3].

روش انجام تاپسیس فازی

در بسیاری از تصمیم گیری ها ، تفکرات انسان با عدم قطعیت همراه است و این عدم قطعیت در تصمیم گیری تاثیرگذار است . در این گونه موارد بهتر است از روش های تصمیم گیری فازی استفاده شود که روش تاپسیس فازی

یکی از این روش هاست . چن و هوانگ مراحل استفاده از روش تاپسیس فازی را در یک مساله تصمیم گیری چند معیاره با n شاخص و m گزینه ، به صورت زیر ارائه کرده اند [4].

مرحله ۱) تشکیل ماتریس تصمیم گیری فازی

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

و تعیین اعداد فازی مثلثی به صورت زیر :

$$\tilde{x}_{ij} = [a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}] \quad (2)$$

اگر ارزیابی گزینه ها بر مبنای معیار ها ، به وسیله ی نظرخواهی از یک گروه دارای k امین تصمیم گیرنده

$$x_{ijk} = [a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}]$$

می باشد ، با توجه به معیارهای رتبه بندی فازی ترکیبی ، گزینه ها را می توان بر اساس روابط زیر را در نظر گرفت :

$$a_{ij} = \text{Min} (a_{ijk}) \quad (3)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k b_{ijk}}{k} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$c_{ij} = \text{Max} (c_{ijk}) \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

مرحله ۲) تعیین ماتریس وزن معیار ها

$$w_j = [w_1, w_2, \dots, w_n] \quad (6)$$

که در صورتی که از اعداد فازی مثلثی استفاده شود ، هر یک از مولفه های W_j به صورت:

$$w_{ij} = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}] \quad (7)$$

تعریف شود . در صورتی که وزن معیارها از گروه خبرگان بدست آید برای میانگین گیری نظر گروه می توان از روابط زیر استفاده کرد :

$$a_{ij} = \text{Min} (a_{jk1}) \quad (8)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k b_{jk2}}{k} \quad (9)$$

$$c_{ij} = \text{Max} (c_{jk3}) \quad (10)$$

قدم ۳) بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم گیری فازی

در این روش ، برای بی مقیاس کردن مقادیر ماتریس تصمیم فازی ، از تغییر مقیاس خطی برای تبدیل معیار های مختلف به مقیاس قابل مقایسه استفاده می شود . در این صورت با توجه به اینکه X_{ij} ها به صورت فازی هستند مسلما r_{ij} ها نیز فازی خواهند بود . اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشند ، درایه های ماتریس تصمیم بی مقیاس برای معیار های مثبت و منفی به ترتیب زیر محاسبه می شوند :

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad c_j^* = \max c_{ij} \quad (11)$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad a_j^- = \min a_{ij} \quad (12)$$

مرحله ۴) تعیین ماتریس تصمیم فازی وزن دار

با توجه به وزن معیار های مختلف ، ماتریس تصمیم فازی وزن دار از ضرب کردن ضریب اهمیت مربوط به هر معیار در ماتریس بی مقیاس شده فازی به صورت زیر بدست می آید :

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j \quad (13)$$

که در این رابطه w_j بیان کننده اهمیت معیار C_j می باشد . بنابراین ماتریس تصمیم فازی وزن دار به صورت زیر خواهد بود :

$$v = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

اگر اعداد به صورت مثلثی باشد برای معیار های با جنبه مثبت و منفی به ترتیب داریم :

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \times [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}] = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*} \times w_{j1}, \frac{b_{ij}}{c_j^*} \times w_{j2}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \times w_{j3} \right) \quad (15)$$

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \times [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}] = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}} \times w_{j1}, \frac{a_j^-}{b_{ij}} \times w_{j2}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \times w_{j3} \right) \quad (16)$$

مرحله ۵) یافتن گزینه ایده آل و ضد ایده آل فازی

$$A^+ = (v_1^*, v_2^*, \dots, \dots, v_n^*) \quad (17)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, \dots, v_n^-) \quad (18)$$

مرحله ۶) محاسبه فاصله از گزینه ایده آل و ضد ایده آل فازی

در این مرحله فاصله ی هر گزینه از ایده آل و ضد ایده آل فازی بدست می آید :

$$S_i^* = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^*) \quad (19)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-) \quad (20)$$

اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشد فاصله ی دو عدد مثلثی (a_1, b_1, c_1) و (a_2, b_2, c_2) به صورت زیر بدست می آید :

$$d(M_1, M_2) = \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) [(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2]} \quad (21)$$

مرحله ۷) محاسبه شاخص شباهت

شاخص شباهت از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$CC_i = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (22)$$

مرحله ۸) رتبه بندی گزینه ها

در این مرحله با توجه به مقدار شاخص شباهت گزینه ها رتبه بندی می شوند ، به طوری که گزینه هایی که شاخص شباهت بیشتری دارند رتبه بالاتری بدست می آورند .

چند روش ابداعی در مقالات

مختاریان و ونچه^۱ در سال ۲۰۱۲، یک روش تاپسیس فازی را بر مبنای فاصله از چپ و راست (شاید کنایه از ایده آل مثبت و ایده آل منفی) در تعیین منطقه صنعتی بکار بردند. این روش یک تکنیک کاربردی برای تعیین مکان در طاحی واحدهای صنعتی به شمار می رود. روش بکار رده شده در نتایج نشان دهنده منطقی بودن روش تاپسیس فازی در مسایل طراحی واحدهای صنعتی می باشد و جوابهای حاصل شده در عمل بسیار مطلوب بوده است.[5].

دیموا و همکاران^۲ در سال ۲۰۱۳، یک روشی را ابداع کردند که در آن تکنیک تاپسیس فازی تعمیم داده می شد. نتایج حاصل در این تکنیک بکار برده شده نشان داد که برای کلیه مسایل تاپسیس قابل استفاده است و نتایج یکسانی را به همراه خواهد داشت [6].

همتی و همکاران در سال ۱۳۹۱، یک رویکرد جدید را برای انتخاب پیمانکاران با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی و تاپسیس فازی ارائه کردند. مدل پیشنهادی برای یک مسله واقعی در دفتر شرکت توزیع برق استان سمنان بکار برده شد و از نتایج بدست آمده کارایی مدل اثبات می شد [7].

¹ Mokhtarian & Vencheh

² Dymova & et al

همتی و اسیان در سال ۱۳۹۰، با استفاده از تاپسیس فازی و کارت امتیاز متوازن توانستند رویکردی را در ارزیابی استراتژی بکار بردند. نتایج حاصله نشان می داد که از تکنیک تاپسیس فازی می توان در طراحی کارت امتیاز متوازن به منظور ارزیابی و کنترل استراتژی با موفقیت بکار برده شود [8].

منابع

- [1] Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy sets, *Information and Control*, Vol. 8 No. 3, pp. 338-53
- [2] دانشنامه ویکیپدیا
- [3] آذر عادل ، رجب زاده علی ، تصمیم گیری کاربردی رویکرد MADM ، چاپ چهارم ، ۱۳۸۹
- [4] عطایی محمد ، دانشیار دانشگاه صنعتی شاهرود ، تصمیم گیری چند معیاره فازی ، فروردین ۱۳۸۹
- [5] Mokhtarian, M.N & Vencheh, H.(2012). A new fuzzy TOPSIS method based on left and right scores: An application for determining an industrial zone for dairy products factory. *Applied Soft Computing*. Vol. 12, pp. 2496-2505.
- [6] Dymova, L. Sevastjanow, P & Anna Tikhonenko.(2013). An approach to generalization of fuzzy TOPSIS method. *Information sciences*, Vol. 238. Pp. 149-162.
- [7] همتی، محمد. بابایی، رضا و مرتضی حسن آبادی (۱۳۹۱). ارائه یک رویکرد جدید در انتخاب پیمانکاران با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی. همایش ملی خصوصی سازی در ایران. تهران.
- [8] همتی، محمد و سبحان اسیان (۱۳۸۷). ارائه رویکردی نوین در کنترل و ارزیابی استراتژی: طراحی کارت امتیاز متوازن با تاپسیس فازی. سومین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک. تهران.

مقدمه

یکی از وظایف مهم مدیریت در هر سازمانی تصمیم‌گیری است اهمیت آن به حدی است که برخی از صاحب‌نظران مدیریت (مانند هربرت سایمون) مدیریت را با تصمیم‌گیری هم معنا می‌دانند [1]. اکثر تصمیم‌گیری‌های مدیران تحت تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی قرار دارد که اغلب این عوامل با یکدیگر در تعارض هستند و آنان سعی می‌کنند که بین چندین گزینه موجود بهترین گزینه را انتخاب کنند. اشتباه و عدم دقت در تصمیم‌گیری مستلزم پرداخت هزینه خطا است. هر چه قدرت و اختیارات مدیریت بیشتر باشد، هزینه تصمیم غلط نیز بالاتر خواهد بود. [2]

امروزه منابع در دسترس سازمان‌ها محدود است، متأسفانه اغلب شرکت‌ها و مؤسسات به دلیل فقدان اولویت‌بندی مناسب در شاخصه‌ها و معیارها، قادر به تعیین ترتیب درست محصولات جهت تخصیص منابع نمی‌باشند و در پی آن بسیاری از منابع موجود خود را از دست می‌دهند. در دنیای امروز اغلب مسائلی که برای تصمیم‌گیری به مدیران عرضه می‌شود و حتی مسائل روزمره هر یک از ما دارای ابعاد متنوعی است و با چند معیار فرموله می‌شوند.

طبیعی است که حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره دارای پیچیدگی است و به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد، بویژه آن که اغلب معیارهای مزبور با یکدیگر تضاد داشته باشند و افزایش مطلوبیت یکی می‌تواند باعث کاهش مطلوبیت دیگری شود. به همین دلیل روش‌هایی تحت عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) (Multiple Criteria Decision Making) و به ویژه تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) (Multiple Attribute Decision Making) توسعه داده شده‌اند که به حل مسائل مزبور کمک می‌کند. روش‌های چند شاخصه دارای فنون متنوعی هستند، در این روش‌ها چندین گزینه بر اساس چندین معیار مختلف با هم مقایسه شده و بهترین گزینه یا ترتیب گزینه‌های مناسب انتخاب می‌شوند. روش‌های MADM بر پایه استدلال ریاضی، بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود با اولویت‌بندی آن‌ها تعیین می‌کند.

تصمیم‌گیری

اگر وظایف مختلف مدیریت (برنامه ریزی، سازماندهی، کنترل و نظارت، رهبری و انگیزش) را در نظر آورید، به وضوح مشاهده می‌شود که جوهر تمامی فعالیت‌های مدیریت، تصمیم‌گیری است [3]. تصمیم‌گیرنده می‌تواند مدلی از سیستم مورد نظر خود را ایجاد کرده و سپس به کمک آن، نتایج مختلفی را که از تصمیم‌های گوناگون حاصل می‌شود، مورد بررسی قرار دهد. با به کارگیری مدل، بدون آنکه مخاطره تصمیم‌گیری در دنیای واقعی را داشته باشیم، می‌توانیم مطلوب‌ترین تصمیم را اتخاذ کنیم. این مدل‌ها عبارتند از: کلامی، ترسیمی، تجسمی (سه بعدی)، ریاضی [3]، و قیاسی [4].

۱- رویکردهای تصمیم‌گیری

رویکردهای تصمیم‌گیری عبارتند از: ارشادی، تحلیلی، نظری و رفتاری [5]. مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را نیز می‌توان در چارچوب این رویکردها قرار داد. افرادی که از مدل‌های قطعی نظیر مدل‌های ELECTRE و TOPSIS استفاده می‌کنند، از رویکرد ارشادی استفاده می‌کنند اما هنگامی که مدیران از مدل‌های احتمالی و فازی استفاده می‌کنند، از رویکرد تحلیلی استفاده می‌نمایند.

۲- تصمیم‌گیری چندمعیاره

یکی از دسته‌بندی‌های تصمیم‌گیری کمی، تقسیم آن به تصمیم‌گیری یک معیاره و چندمعیاره است. در علم واقع تصمیم‌گیری‌ها، اغلب چندمعیاره هستند و ملاک مناسب یا نامناسب بودن تصمیمات بیش از یک معیار است. به همین دلیل روش‌هایی تحت عنوان تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) توسعه داده شده که به حل مسائل مزبور کمک می‌کند. این مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند: مدل‌های چند شاخصه (MADM) و مدل‌های چندگانه (MODM)، مدل‌های چندگانه برای طراحی به کار گرفته می‌شوند در حالی که مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌شوند. روش‌های چند شاخصه دارای تروش‌های متنوعی در مراحل مختلف تصمیم‌گیری هستند که انتخاب روش مناسب اغلب به تجربه و سلیقه محقق مربوط می‌شود و هرچند دسته‌بندی‌هایی نیز جهت راهنمایی در انتخاب آن‌ها وجود دارد، اما باز هم نمی‌توان به طور قطع گفت که چه روشی برای چه مسئله‌ای مناسب است [1].

در این روش داده‌های اولیه بر اساس نظرات تصمیم‌گیرندگان در قالب ماتریس تصمیم‌گیری جمع‌آوری شده و مبنای تصمیم‌گیری نهایی و به عبارتی تلفیق نظرات افراد مذکور می‌شود. روش‌های MADM بر پایه استدلال ریاضی بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود با اولویت‌بندی آن‌ها تعیین می‌کند [6].

۳- مدل‌های موجود در MADM

مراحل استفاده از مدل های تصمیم گیری در منبع [7] و [1] به طور کامل آمده است. با توجه به این که بین شاخص ها و معیارهای انتخاب شده برای انتخاب و اولویت بندی محصولات امکان مبادله وجود دارد، مدل مورد نظر باید از مدل های جبرانی انتخاب شود.

۴- تئوری مجموعه فازی

در دنیای انسانی همواره عدم اطمینان وجود دارد. مدل سازی عدم اطمینان در تحلیل تصمیم از طریق تئوری احتمال یا تئوری مجموعه فازی انجام شده است [10].

هرچه یک تصمیم گیرنده بیشتر درگیر نیروی انسانی و همچنین نظام های پیچیده شود، پدیده های فازی بیشتر مسلط بر توضیح این نظام ها می شود. زیربنای این گونه مجادلات نیز اصلی است که توسط پروفیسور «عسگری زاده» معروف به اصل «غیرقابل مقایسه بودن» توضیح داده می شود [1]. مجموعه های فازی در حقیقت آن دسته از مجموعه هایی اند که اعضای آن دقیق و مشخص نیست. دکتر عسگری زاده برای تجزیه و تحلیل این مجموعه ها، به هر یک از اعضای آن عددی از محدوده (۰ و ۱) به عنوان درجه عضویت آن عضو در آن مجموعه نسبت داد [8]. انجام محاسبات با اعداد فازی به دلیل ساختار خاص آنها بسیار زمان بر و پیچیده است برای تسهیل و کاربردی کردن اعداد فازی، روش های خاصی در محاسبات به کار گرفته می شود. این اعداد خاص به صورت اعداد زنگوله ای، مثلثی، دوزنقه ای، L-R مثلثی و L-R دوزنقه ای هستند.

تعریف بازار

واژه بازار در طول سالیان معانی مختلفی داشته است. بازار در معنای عام خود، مکان فیزیکی خاص است که در آن خریداران و فروشندگان برای تبادل کالا و خدمات دور هم گرد می آیند. از دید یک اقتصاد دان، یک بازار شامل تمام خریداران و فروشندگانی است که در حال داد و ستد کالا یا خدمات خاصی هستند. از نظر یک بازاریاب بازار مجموعه تمام خریداران بالقوه و واقعی است که برای یک کالا وجود دارد، لذا بازار مجموعه ای خریداران صنعت و مجموعه ای از فروشندگان است.

امروزه دنیای واقعی ما بسیار پیچیده تر از آن است که بتوان یک توصیف و تعریف دقیق از آن به دست آورد؛ تغییرات فردی، بسیار فراوان و آنی بوده و تعریف دقیق آن از یک فرد به فرد دیگر متفاوت است. در همین راستا پیچیدگیها در حوزه بازاریابی و مدیریت بازار که مبتنی بر تغییراتی در نیازها و خواستههای مشتریان (مقدمه بازاریابی)، رقبا و سایر عناصر محیط بازاریابی است، نیز گسترش یافته است. در محیطهای به سرعت در حال تغییر و شدیداً نامطمئن امروز تصمیمات استراتژیک ماهیت پیچیده و فازی شدیدی دارد، همیشه درک اینکه مشتریان چه نیازهایی دارند و چه چیزهایی می خواهند ساده نیست. این تغییرات ایجاب می کند که مدیران بیشتر زمانشان را صرف تصمیم گیری حیاتی در هر سطح سلسله مراتب سازمانی کنند. فرآیند تصمیم آن است که به جایگزینهای گوناگون که هدف هر کدام رسیدن به اهداف مطلوب است، وزن داده و بهترین راه حل را در مجموعه اهداف چالش برانگیز معین نماید. در کلیه فعالیت های بازاریابی شرکت و حتی در فازهای اجرای یک فعالیت از نیازسنجی مشتریان تا فعالیت های مرتبط با توسعه محصول جدید، خدمات پس از فروش و تعیین بازار یا بازارهای هدف و ... مدیران به تصمیم گیری نیاز دارند. تصمیم گیری در مورد بخش های بازار و فروش و سودآوری و بودجه ویژگی های محصول یا خدمت، نحوه توزیع، ابزارهای تبلیغاتی مناسب و ... بطوریکه هر تصمیم اشتباهی هزینه های بسیاری را برای سازمان رقم می زند. بنابراین تصمیم گیرنده باید نیازهای مشتریان و استراتژی های شرکت را بخوبی فرصت های تکنولوژیکی موجود در بازار و منابع شرکت مورد بررسی قرار دهد و اهدافی را مبتنی بر این فاکتورها و برای موفقیت آن فعالیت وضع نماید. می دانیم عدم اطمینان شدیداً بر دقت تصمیم گیری مؤثر است. این مهم است که تصمیمات مدیریت استراتژیک (ایجاد و توسعه محصول مناسب با تخصیص درست منابع) را با

تصمیمات تاکتیکی (اجرای پروژه ها با حداقل کردن فاکتورهای ریسک) متعادل کنیم. بنابراین منطق فازی با این هدف مورد استفاده قرار می گیرد که دقت تصمیم‌گیری مدیران را در شرایط مبهم و نامعلوم و در فازهای تعریف شده در هر فعالیت، افزایش دهد. با این تعریف مشخص می شود که هر مفهومی از بازار یک مقوله فازی است. اما بازار یک پدیده فازی نیست بلکه ادراک و تعریف آن فازی است و درک مدیران از بازار، واقعیتی که در بازار جریان دارد، نیست. این دقیقاً همان چیزی است که مدیران باید با آن سر و کار داشته باشند. بازارها واقعاً به این مسئله که مدیران چگونه آنها را درک می کنند، توجه نمی کنند، بلکه لازم است که مدیران بر درک بازار (ادراک صحیح آن) ومؤلفه هایش توجه بیشتری داشته باشند. ترکیب بازار به تبع تغییر خواسته های تک تک مشتریان تغییر می کند. پس باید ادراکات صاحبان کسب و کار نیز تغییر کند. لذا تعریف "بازار فازی" نیز در هر لحظه زمانی خاص، به ادراک فعلی از آن بستگی دارد. این امر ایجاب می کند که مدیران شناخت خود را از عناصر اصلی تأثیرگذار بر فعالیت شرکت مانند مشتریان، رقبا، بازار و محیط افزایش دهند. یکی از ابزارهای مناسب برای شناخت مشتریان و درک آنها استفاده مستمر از تحقیقات بازار است. همچنین ایجاد ارتباط مستقیم و بلند مدت با مشتریان به منظور شناخت آنان و آگاهی از رفتارشان، تشویق و ترغیب مشتریان جدید به خرید و مشتریان فعلی به تداوم خرید، ارائه محصولات و خدمات متناسب با نیازها و سلیقه آنان و نیز اطلاع داشتن از حرکات و امکانات رقبا در کاهش ابهامات تصمیم‌گیری و افزایش احتمال رخدادهای مورد انتظار مثمرتر است.

گرد آوری، ضبط و ثبت اطلاعات مربوط به همه اجزای تشکیل دهنده ی نظام بازار مانند خریداران بالقوه و بالفعل، فروشندگان بالقوه و بالفعل، رقبا و سر انجام تمام عواملی که بر نظام بازار تأثیر دارند، به حفظ موقعیت شرکت در محیط رقابتی و حتی کسب مزایایی برتر از رقبا کمک می کند. امروزه مدیر علاوه بر درگیر بودن با عوامل و مشکلات درون سازمان، نگران دگرگونیهای عوامل برون سازمانی است، به همین دلیل باید بازار خود را بیش از هر زمان دیگر مورد مطالعه و بررسی قرار دهد تا فرصتها و تهدیدها و روندها را به موقع شناسایی کند و بتواند خطرها را به حداقل برساند. بدین گونه می تواند جایگاه متمایزی را در بازار کسب نماید.

بنابراین برای یک مدل، باید توصیف تقریبی یا همان فازی که قابل قبول و تجزیه و تحلیل باشد، معرفی شود. سیستم‌های فازی، سیستم‌های مبتنی بر دانش یا قواعد هستند؛ قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش است که از

قواعد اگر - آنگاه فازی تشکیل شده است. یک قاعده اگر - آنگاه فازی، یک عبارت اگر - آنگاه است که بعضی کلمات آن به وسیله توابع تعلق پیوسته مشخص شده‌اند. امروزه مشکلات و پیچیدگیها در حوزه بازاریابی و مدیریت بازار نیز گسترش یافته‌اند. بررسی ادبیات بازاریابی بیانگر ضرورت وجود یک چارچوب جامع برای پیش بینی شرایط بازار است. همیشه درک اینکه مشتریان چه نیازهایی دارند و چه چیزهایی می‌خواهند ساده نیست. ارتباط مستقیم با مشتریان، یک راه حل مشخص در این زمینه و نیز یکی از مزیت‌های مقدماتی تحقیقات بازار است. اگرچه مشتریان ممکن است ندانند که چه می‌خواهند یا امکان دارد که آنچه را که فکر می‌کنند می‌خواهند، واقعاً نخواهند. در این تحقیق یک الگوی عملی، جامع و پویا برای تعیین آمیخته بازار تشریح خواهد شد. این الگو بر مبنای سیستم‌های تصمیم‌گیری فازی با هدف سر و کار داشتن با ماهیت پویا، مبهم، نامطمئن، ذهنی و تهدیدکننده متغیرهای ورودی و الگوسازی روابط غیرخطی درگیر در مشکلات بازاریابی قرار دارد. هدف اصلی این بحث تشریح این امر است که چگونه متدولوژی فازی می‌تواند ماهرانه با مشکلات بازاریابی سر و کار داشته باشد.

بازارهای فازی

امروزه مدیران بازاریابی باید با واقعیت‌های بازار و تغییراتی که در خلال این واقعیتها رخ می‌دهد، تطبیق پیدا کنند تا امکان دستیابی به اهداف فراهم شود. برای دسترسی به این مهم، آنها باید به سازگاریها و ناسازگاریهای آن دسته از مشتریانی که در حال حاضر در بازار هستند (مشتریان موجود)، توجه داشته باشند و توجه کمتری را به مشتریانی که هنوز وارد بازار شرکت نشده‌اند یا آن را ترک کرده‌اند، معطوف دارند.[9]

یک بازار پویا به شیوه زیر می‌تواند شکل گیرد:

(اول) یک مشتری مراجعه می‌کند.

(دوم) یک مشتری مراجعه می‌کند.

* یک شخص (اولی یا دومی) برای بار دوم خرید می‌کند.

(مشتری دیگری) وارد می‌شود.

(مشتری دیگری) برای بارچندم خرید می‌کند.

(برخی مشتریان) دیگر مراجعه نمی‌کنند. (ترک می‌کنند)

* مشتریان دیگری وارد می‌شوند.

* مشتریان به طور فراوان و متعدد برای بار چندم خرید می‌کنند.

* برخی مشتریان دیگر مراجعه نمی‌کنند.

گامهایی که با علامت (*) نشان داده شده اند با توجه به توالی چندم که ممکن است عدد بزرگی باشد، به طور تصادفی اتفاق می‌افتند. اما از یک مشتری به مشتری دیگر و نیز از لحاظ درجات توالی با هم متفاوت هستند.

بنابراین در خصوص بازارهای فازی می‌توان گفت که در یک زمان مشخص، صاحبان کسب و کار، بازار را به عنوان اثری تجمعی از وروده‌ها، تکرار تجارب و ترک آن درک می‌کنند. آنان می‌دانند که تغییرات فردی، بسیار فراوان و آنی بوده و تعریف دقیق آن از یک فرد به فرد دیگر متفاوت است. بنابراین هر مفهومی از بازار یک مقوله فازی است. مدیران باید همچنین بدانند که بازار و مؤلفه‌های آن از هم مجزا نیستند و اینکه ادراک آنها از بازار، واقعیتی که در بازار جریان دارد، نیست. از آنجا که بازارها واقعاً به این مسئله که مدیران چگونه آنها را درک می‌کنند، توجه نمی‌کنند، لازم است که مدیران بر درک بازار (ادراک صحیح آن) و مؤلفه‌هایش توجه کنند. برای مثال از تحقیقات مستمر بازار استفاده کنند.

بازار یک پدیده فازی نیست بلکه ادراک و تعریف آن فازی است و این دقیقاً همان چیزی است که مدیران باید با آن سر و کار داشته باشند.

گفته شد که بازار، مؤلفه‌های بازار و ادراکات مدیریتی آن پویا هستند و نیز ترکیب بازار به تبع خواسته‌های تک تک مشتریان تغییر می‌کند. پس باید ادراکات صاحبان کسب و کار نیز تغییر کند. در اینجا تعریف "بازار فازی" لازم به نظر می‌رسد. چنین تعریفی در هر لحظه زمانی خاص، به ادراک فعلی از آن بستگی دارد. در کوتاه مدت، فعالیتهای بازاریابی، برای تطبیق با واقعیات درک شده جدید، تعدیل می‌شوند. بنابراین این فعالیتها با توجه به ادراک ترکیب بازار تغییر می‌کنند. برای هر مشتری معینی، هر یک از شرایط زیر با توجه به فعالیتهای بازار ممکن است وجود داشته باشد:

۱. تغییر در فعالیتهای بازار ممکن است با تغییر در مشتریان شانه به شانه باشد.

۲. سرعت تغییر در فعالیتهای بازار ممکن است از سرعت تغییر در مشتریان پیشی بگیرد.

۳. سرعت تغییر در مشتریان ممکن است از سرعت تغییر در فعالیتهای بازار پیشی بگیرد.

بروز تغییرات شدید در بازار ممکن است آنقدر زیاد شود که مشتری خاصی را در زمان ویژه‌ای نادیده بگیرد. از سویی مشتریان به عنوان افرادی سرگردان با توجه به ادراکات خود از داده‌های بازار (کالاها و خدمات) حضور دارند و از سوی دیگر داده‌های سرگردان بازار بر آن است تا با ادراکات مدیریتی در حال تغییر تطبیق یابد.

هنگامی که این دو حالت سرگردانی از هم فاصله می‌گیرند، مشتری احتمالاً ترجیح می‌دهد به جستجوی گزینه دیگری برای تأمین رضایت فردی خود برآید، تقریباً بدون آنکه هیچگونه شناختی از وضعیت برای تصمیم‌گیرندگان بازاریابی وجود داشته باشد. (دانشگر، ۱۳۸۸، صفحه ۱۳۴)

تعامل با بازارهای فازی

هنگامی که با پدیده های فازی ارتباط برقرار می کنیم لازم است که با فازی بودن تطبیق یابیم و از تعاریف مطلق بپرهیزیم. روابط با مشتریان صرفاً زمانی ثابت است که نقشهای آنها را دنبال و از طبقه بندی آنها که تعاملات ما را محدود می سازند، دوری کنیم. بنابراین یک مدیر باید آنقدر انعطاف پذیر باشد که زمانی که پدیده های فازی رخ می دهند، بتواند با آنها تطبیق یابد، یعنی قادر به ایجاد ادراک و پاسخ انطباقی به بازار باشد، اگرچه ممکن است تصور شود که ارائه پاسخ ثابت کاراثر باشد. [9]

بنابراین در نظر آوردن تعریف ثابتی از بازار بسیار مطلق گرایانه است، اگر چه در این حوزه نیازمند تعاریف مشخص هستیم، اما باید دیدگاهی انعطاف پذیر از درک و پاسخ بازار وجود داشته باشد. (دانشگر، ۱۳۸۸، صفحه ۱۳۴)

فواید تقسیم بندی فازی مشتریان به شرح زیر است:

*** مشتریان را به صورت تک به تک مورد توجه قرار می دهد.

*** منجر به ایجاد و متنوع کردن برنامه های جامع بازاریابی می شود.

*** ارزیابی های مشتریان را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد.

مثالی از طبقه بندی فازی مشتریان عبارت است از طبقه بندی آنان بر مبنای ویژگیهای:

۱- گردش عملیات (۰-۱۰۰):

گردش پایین عملیات (۰-۴۹۹) و گردش بالای عملیات (۵۰۰-۱۰۰۰)

۲- پرداختها (از قبل، بموقع، پس از موعد، بسیار دیر):

رفتار پرداخت جذاب (از قبل، بموقع) و رفتار پرداخت غیر جذاب (پس از موعد، بسیار دیر). در طبقه بندی فازی خطوط جداکننده را باید به شکل خط چین ترسیم کرد چراکه احتمال انتقال هر گروه از مشتریان به خانه های دیگر وجود دارد.

نقش منطق فازی در طراحی بازار

فیلیپ کاتلر مدیریت بازار را تحت عنوان تجزیه و تحلیل، برنامه ریزی، اجرا و کنترل برنامه های طراحی شده برای ایجاد مبادلات مطلوب با مخاطبان هدف، با هدف سود شخصی یا متقابل تعریف کرده است. یکی از مهمترین تصمیمات در مدیریت بازار، تعیین ارزشهای آمیخته بازار و انتخاب و به کارگیری استراتژی است که به طور ادواری آمیخته بازار مربوط را در واکنش به تغییرات محیط کسب و کار تغییر می دهد. مشکل آمیخته بازار، تعیین ارزشهای متغیرهای تصمیم بازار است؛ چهارپی (4p) یعنی محصول (کیفیت آن)، قیمت، مکان (توزیع و هزینه های نیروی فروش) و ارتقا (تبلیغات، فروش). توسعه یک آمیخته بازار مؤثر برای برنامه ریزان و طراحان محصول جهت کسب مزیت رقابتی در بازارهای صنعتی اهمیت دارد. تصمیم مربوط به تعیین و مشخص کردن آمیخته بازار،

بستگی به نوع متغیرها، میزان تصادفی بودن، پویایی، ابهام یا نادقیق بودن و کیفی یا ناملموس بودن آنها دارد؛ نظیر قیمت رقیب، کیفیت محصول رقیب، سطح رقابت، فروش پیش بینی شده و غیره.

این نوع متغیرها، اتخاذ رویکردهای مناسبی را که می توانند با ماهیت چنین متغیرهایی سر و کار داشته باشند، می طلبند. الگوی مورد بررسی در اینجا عموماً برای هر بخش کسب و کار یا صنعتی کاربرد دارد و بویژه در موقعیتی که متغیرهای تصادفی، کیفی و مبهم در ورودیها یا داده های مربوط به مسئله به طور بالقوه وجود دارند، سودمند است. (دانشگر، ۱۳۸۸، صفحه ۱۲۵)

الگوی فازی بازار

مشکل بازار یک مسئله نوعی است که درگیر نوعی ابهام و نامطمئنی از متغیرهای ورودی و پویایی ها و روابط غیرخطی است. متغیرهای ورودی برای مسئله بازار ممکن است به شکل زیر طبقه بندی شوند:

_ اهداف و مقاصد فعلی

- فروش هدف

- سود و مزیت هدف و نظایر آن

_ توسعه اخیر (فعلی) و عملکرد

- فروش و سود قبلی

- فروش و سود قبلی رقیب

- تلاش بازاریابی قبلی و فعلی

- موقعیت رقابتی یا نقطه قوت شرکت و نظایر آن

_ تغییر شرایط محیطی بازار

- پیش بینی ها (فروش مورد انتظار، واکنش نهایی مورد انتظار بازار، نوسانات اقتصادی و غیره)

- سطح رقابت

- فرصتهای جدید

- تهدیدات جدید و نظایر آن

_ توانایی مالی شرکت

- بودجه در دسترس

با بررسی چنین متغیرهای ورودی مشاهده می شود که برخی از آنها بویژه پیش بینی فروش، متغیرهایی هستند که ارزش آن نامطمئن است. فروش رقیب، هزینه های تبلیغات و توزیع متغیرهایی هستند که ارزش آنها نمی تواند

کامل شناخته شود، ولی می توانند با توجه به ارزش محوری یا اصلی شان به شکل با درجه "بالا" یا "پایین" بیان شوند. متغیری نظیر واکنش نهایی بازار که ارزش آن مبهم است و نمی تواند به طور کامل تعیین شود، یا اطمینانی به تثبیت آن نیست، بر مبنای تخمین یا پیش بینی داده‌های بی اعتبار قرار دارد. عوامل یا فاکتورهای ذهنی نظیر سطوح رقابت و موقعیتهای رقابتی شرکت که کمی سازی آن بر مبنای قضاوت صرف کارشناسان شرکت و قضاوت انسانی قرارداد، به ناچار به شکلی نامعین مشاهده می شوند. رابطه میان اهداف، شرایط اقتصادی، پیشرفت‌ها و سایر متغیرهای ورودی دیگر از یک طرف و تعیین بازار از سوی دیگر، غیرخطی و دشوار است یا تا وقتی که در قالب قوانین تصمیم اگر- پس بیان شود، نمی تواند به طور کامل تعریف شود. اکنون واضح و آشکار است که تنها راه مدیریت همه این ابعاد مسئله آمیخته بازاریابی، به کارگیری مجموعه های منطق فازی است که به گونه ای مؤثر چنین داده‌ها یا ورودیهای ذهنی نامعین و نامطمئن را مدیریت کرده و روابط غیرخطی میان ورودیهای مسئله و خروجیهای آن را شکل می دهند.

الگوی فازی بازار شرکت فرضی ABC

کاربرد الگوی فازی آمیخته بازار برای شرکت انتفاعی ABC، نشان خواهد داد که چگونه متدولوژی فازی برای به کارگیری در چنین مسئله بازار مناسب است. این الگو بر مبنای سیستم تصمیم گیری فازی (FDMS) قرارداد که از آن برای الگوسازی و شکل دهی ارتباط آمیخته بازاریابی استفاده شده است. این الگو، متغیرهای ورودی را که عمدتاً بر ارزشهای متغیرهای تصمیم بازار در جهت متغیرهای خروجی تأثیرگذار هستند، طراحی و ترسیم می کند که در واقع شرایط و تنظیمات آمیخته بازار هستند:

- قیمت (P)

(CZK/Unit)

- تبلیغات، فروش شخصی و هزینه های ارتقا یا ترویج (A)

(CZK)

- توزیع (صرفاً نیروی فروش و هزینه تحویل قابل اصلاح و تنظیم در کوتاه مدت)(D)

(CZK)

- کیفیت محصول (از طیف ۰ تا ۲، با میانگین یا متوسط ۱)

متغیرهای خروجی الگو ثابت هستند، در حالی که انتخاب متغیرهای ورودی بر مبنای نقطه نظرات کارشناسان شرکت و دانش محیط بازار آنها قرارداد. فرض کنید که کارشناسان شرکت، تشخیص داده اند که متغیرهای ورودی زیر عمدتاً آمیخته بازار را تعیین می کنند:

- فروش قبلی (CZK)

- فروش پیش بینی شده (CZK)
- فروش هدف (CZK)
- سود هدف (CZK)
- رضایت مشتری هدف (CZK)
- قیمت رقیب (CZK/Unit)
- کیفیت محصول رقیب
- تبلیغات رقیب (CZK)
- واکنش نهایی (CZK sales/CZK marketing expenditures)
- سطح رقابت

فرض می شود که محصول برای نوع خاصی از مشتریان (بخش خاصی) و در حوزه خاصی از فروش توزیع می شود و متغیرهای ورودی برای چنین جزئیاتی شناسایی می شوند.

در این حالت ارزشهای متغیرهای ورودی و خروجی فازی می شوند. بر مبنای ایده کارشناسان و تحلیل گران، توابع عضویت مثلثی شکل، با ۵ مجموعه فازی به کارگرفته می شوند: "خیلی پایین" مساوی با VL، "پایین" مساوی با L، "متوسط" مساوی با M، "بالا" مساوی با H و "خیلی بالا" مساوی با VH است. عامل ماکزیمم برای حل «عضویت بخشی» در ۲ مجموعه فازی، جهت تعیین مجموعه‌های فازی ارزش های عملی فعلی متغیرها به کارگرفته می شود. محور افقی در تمام متغیرها اعداد به دست آمده از آمار و اطلاعات و محور عمودی (μ) از ۰ تا یک، این متغیرها را برحسب ۵ عبارت فازی یادشده در بالا می سنجد.

مبنای قانون

مبنای قانون (Rule-base) دربرگیرنده قوانین تصمیم کارشناسی است که ترجمه و تبدیل متغیرهای ورودی به تنظیمات بازار را مدیریت می کند. کار طراحی و ترسیم از متغیرهای ورودی به سمت مدل بازار خروجی بر مبنای یک استراتژی کاملاً انطباقی است که تغییرات دوره ای در بازار را در واکنش به همه پیشرفت‌های فعلی، شامل گذر زمان، تحولات در فروش و سود خود و رقیب و تحولات در بازار رقیب ایجاد می کند. به علاوه، چنین قوانین تصمیمی برای حصول اطمینان از ثبات و دوام رابطه میان کیفیت محصول و قیمت و سپس هزینه های توزیع با کیفیت و قیمت و بعد از آن هزینه های تبلیغات با کیفیت، قیمت و توزیع ساختارمند شدند. این امر نخست از طریق تعیین کیفیت محصول، مطابق با مؤلفه‌های تأثیرگذار انجام می شود، سپس کیفیت به عنوان یک متغیر ورودی در تعیین تصمیم قیمت اضافه می شود و نظایر آن.

نتیجه گیری:

دستاوردهای الگوی منطق فازی برای تعیین آمیخته بازار به شرح زیر است:

۱. توسعه الگویی که ارزش های متغیرهای ورودی نامطمئن را مدیریت می کند، نظیر پیش بینی ها و...
۲. توسعه الگویی که با متغیرهای ورودی مبهم و ناقص نظیر کیفیت، واکنش نهایی و غیره سروکار دارد.
۳. توسعه الگویی که به شکلی کارا متغیرهای ذهنی نظیر قدرت رقابتی شرکت، سطح رقابت و کیفیت محصول و ترکیبی از آن چه برای فراهم سازی راهکارها یا تصمیمات واقع گرایانه لازم است را مدیریت می کند.
۴. توسعه مدلی که اثر آمیخته ناهمگون متغیر کمی و هم فاکتورهای کیفی را صرفنظر از واحد یا ابعاد چنین متغیرهایی از طریق بیان ارزش هایی چون (بالا، پایین، خیلی قوی و نظایر آن) ارزیابی و ترکیب می کند.

منابع

- ۱- اصغریپور، محمد جواد (۱۳۸۳)، «تصمیم گیری های چند معیاره»، نشر دانشگاه تهران، ۱۳۸۳، چاپ سوم
- ۲- قدسی پور، حسین (۱۳۸۱)، «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی داده ها AHP»، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز نشر
- ۳- الوانی، سید مهدی (۱۳۸۲)، «مدیریت عمومی»، چاپ نوزدهم، تهران، نشر نی
- ۴- اصغریپور، محمد جواد (۱۳۷۴)، «پژوهش عملیاتی ۱»، چاپ اول، تهران: دانشگاه پیام نور
- ۵- رابینز، استیفن پی (۱۳۸۲)، «مبانی رفتار سازمانی»، ترجمه علی پارسائیان و سید محمد اعرابی، چاپ ششم، تهران: دفتر پژوهش های فرهنگی
- ۶- قاضی نوری، سید سپهر و سید حبیب الله، طباطبائیان (۱۳۸۵)، «تحلیل حساسیت مسائل تصمیم گیری چند شاخصه نسبت به روش مورد استفاده»، دانشگاه تهران، ج ۱۵، شماره ۳۶، صص ۲۵-۳۸
- ۷- توکلی، علیرضا و علی احمدی، علیرضا (۱۳۷۹)، «انتخاب و اولویت بندی روش های انتقال فناوری با تأکید بر دو روش TOPSIS و ELECTERE»، مطالعه موردی، تهران: دانشگاه علم و صنعت
- ۸- کیانفر، فریدون؛ نجمی، منوچهر. و ابراهیمی، مجید (1382)، "محاسبه درجه اولویت ریسک در مدل FMEA با استفاده از تئوری فازی"، صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، شماره ۱۹، صص ۲۵-۳۸
- ۹- ماهنامه تدبیر، سال هجدهم، شماره ۱۸۷
- 10- Chen, Sun-jen and Hwang, chin La (1992), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making", Berlin: Springer-Verlag.

مقدمه

تصمیم‌گیری یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاهی با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. در این مقاله ابتدا به معرفی انواع سیستم‌های چند معیاره پرداخته و سپس مبحث تلفیق VIKOR FUZZY با استفاده از نمونه موردی مطرح شده است.

تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)

تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چند هدفه (MODM) تقسیم می‌شود.

مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود به کار می‌روند. در (MADM) معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند:

مدل‌های جبرانی

مدل‌هایی که از شاخص‌هایی تشکیل شده‌اند که با یکدیگر در تعامل‌اند، به این معنی که مقادیر نامطلوب یک شاخص می‌تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله مدل‌های جبرانی به موارد زیر می‌توان اشاره کرد.

(Analytic Hierarchy Process) AHP

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی با به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها می‌تواند در بررسی موضوعاتی همچون برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، بهینه‌سازی ترکیب تولید محصولات در یک واحد صنعتی، بودجه بندی دستگاه‌های دولتی، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی تخصیص منابع انرژی، اولویت بندی در صنعت برق، اولویت بندی پروژه‌های تحقیقات انرژی و محیط زیست و... کاربرد مطلوبی داشته باشد. همچنین این روش زمینه‌ای را برای تحلیل و تبدیل مسایل مشکل و پیچیده به سلسله‌مراتبی ساده تر فراهم می‌آورد که در چارچوب آن برنامه ریز بتواند ارزیابی گزینه‌ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام داد.

Fuzzy AHP

تئوری فازی برای مواجهه با اکثر پدیده‌های جهان واقع که در آنها عدم قطعیت وجود دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد و بسیاری از مجموعه‌ها، اعداد و اتفاق‌های دنیای واقعی را می‌توان با منطق فازی توجیه کرد. در Fuzzy AHP با تعمیم مفاهیم فازی در تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی دخالت داده می‌شود.

ANP (Analytic Network Process)

روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی توان از روش AHP استفاده کرد ANP. شکل کلی تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد و تعاملات و بازخورد های میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می گیرد .

(Simple Additive Weighted) SAW

در روش (SAW) سعی به برآورد تابع مطلوبیتی به ازای هر گزینه است تا گزینه ای با بیشترین مطلوبیت انتخاب شود. در این روش فرض بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص ها از یکدیگر است. در این روش با محاسبه اوزان اهمیت شاخص ها می توان به راحتی به ارجحیت گزینه ها دست یافت.

(Linear-programming for Multidimensional Analysis of Preference) LINMAP

این روش به دنبال یافتن گزینه ایست که کمترین فاصله را با ایده آل ترین حالت ممکن داشته باشد. در این روش m گزینه و n شاخص از یک مسئله مفروض به صورت m نقطه برداری در یک فضای n بعدی مورد توجه است که از طریق یافتن فاصله اقلیدسی گزینه ها با بهترین گزینه ارجح ترین گزینه انتخاب می شود .

(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) TOPSIS

این روش بر این مفهوم تکیه دارد که بهترین گزینه، گزینه ایست که نزدیکترین فاصله به گزینه ایده آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده آل منفی را داشته باشد .

(VIšekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje) VIKOR

در این روش به منظور رتبه بندی و یافتن بهترین گزینه از مفهوم بپذیرترین گزینه استفاده می کند و میزان سازش میان فاصله گزینه ها نسبت به بهترین گزینه و به این علت جزء روش های برنامه ریزی سازشی طبقه بندی می شود. این روش در مقایسه با روش تاپسیس، در محاسبه فواصل گزینه ها میزان اهمیت فاصله مطلوب نسبت به بهترین حالت و بدترین حالت را در نظر می گیرد .

(Elimination et Choice in Translating to Reality) ELECTRE

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می شود. به طور مثال ممکن است از نظر ریاضی گزینه ای هیچ ارجحیتی به دیگر گزینه نداشته باشد اما تصمیم گیرنده و تحلیلگر بهتر بودن آن گزینه به دیگری را بپذیرد. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه های غیرموثر حذف می شوند. کلیه مراحل اجرای این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه غیرهماهنگ پایه ریزی می شوند که به این دلیل این روش معروف به آنالیز هماهنگی هم می باشد .

(Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) PROMETHEE

این روش بر دو مفهوم ترجیح و بی تفاوتی استوار است به این معنی که گزینه A بر گزینه B ترجیح و برتری دارد اگر از نظر توابع ترجیح - که میزان ارجحیت گزینه A بر گزینه B از نظر تصمیم گیرنده را ارائه می دهد - مقدار تابع ترجیح گزینه A بیشتر از تابع ترجیح گزینه B باشد. همینطور گزینه A نسبت به گزینه B بی تفاوت است اگر مقدار تابع ترجیح گزینه A با تابع ترجیح گزینه B برابر باشد. پس از تعیین وضعیت دو به دوی گزینه ها نسبت به هم در یک گراف رتبه بندی نمایش داده می شود.

(Simple Multi Attribute Ranking Technique) SMART

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کیفی و کمی را برای رتبه بندی گزینه های مورد بررسی استفاده کرد. ابتدا به منظور محاسبه وزن و سطح بندی شاخص ها از نظر هر گزینه، محدوده انتخابی برای هر کدام از شاخص ها تعریف می شود و از طریق فرمول های تعریف شده شاخص ها به تفکیک هر گزینه رتبه بندی می شوند. در مرحله بعدی وزن و اهمیت هر شاخص نسبت به هم سنجیده می شود. در پایان وزن و اولویت نهایی گزینه ها از تلفیق اوزان فوق به دست می آید.

REGIME

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کمی و کیفی را به کار برد در حالی که نیازی به تبدیل شاخص های کیفی به کمی نباشد. با ساخت ماتریس REGIME که حاصل مقایسات زوجی گزینه ها از نظر تمامی شاخص هاست، شاخص های راهنما را محاسبه می کنیم و از این طریق گزینه ها را رتبه بندی کرد.

(Superiority and Inferiority Ranking) SIR

این روش جزء روش های جدید و به نسبت پیچیده تصمیم گیری چندمعیاره طبقه بندی می شود. در این روش مانند روش PROMETHEE توابع ترجیحی وجود دارند که پس از محاسبه ارجحیت هر کدام از گزینه ها نسبت به شاخص ها و یافتن مقدار توابع ترجیح زوجی گزینه ها از نظر شاخص ها، ماتریس superiority و inferiority را تشکیل داد. در مرحله بعد مانند روش های SAW و TOPSIS وزین جریان را تشکیل می دهیم. با محاسبه جریان ها می توان گزینه ها را رتبه بندی کرد.

(Evaluation and Mixed criteria) EVAMIX

در این روش شاخص ها به دو دسته کیفی (اوردینال) و کمی (کاردینال) تفکیک می شوند و محاسبات مربوط به هر دسته از شاخص ها به صورت مجزا انجام می شود. مقدار غلبه نیز برای ماتریس های تفاضلی محاسبه میشود و در پایان پس از محاسبه امتیاز ارزیابی گزینه ها، گزینه ها رتبه بندی می شوند.

مدل های غیر جبرانی

در این مدل تعامل و مبادله میان شاخص ها مجاز نیست یعنی به طور مثال نقطه ضعف موجود در یک شاخص ها توسط مزیت موجود در یک شاخص دیگر جبران نمی شود. مطلوبیت این مدل ها زمانی روشن می شود که تحلیلگر با محدود بودن اطلاعات مواجه و یا دسترسی به تصمیم گیرندگان محدود باشد. از جمله روش های غیر جبرانی می توان به روش تسلط، روش حذف، روش لکسیکوگراف، روش رضایت بخش شمول، روش رضایت بخش خاص، روش Max-Min و روش Min-Min اشاره کرد.

مدل هایی که در مرز جبرانی و غیرجبرانی قرار می گیرند:

PERMUTATION

در این روش تعداد حالات رتبه بندی گزینه ها (جایگشت ها) مشخص می شود و هر رتبه بندی مورد آزمایش قرار می گیرد و نهایتا مناسب ترین آنها برای رتبه بندی انتخاب می گردد.

(Qualitative Flexible assessment) QUALIFLEX

در این روش ابتدا جایگشت های مختلف گزینه ها تشکیل می شود. در مرحله بعدی گزینه ها براساس شاخص ها رتبه بندی می شوند به این ترتیب که اگر گزینه ای در شاخصی از بقیه بهتر است عدد ۱ و به همین ترتیب سایر گزینه ها طبقه بندی می شود. مقادیر غالب و غیرغالب از طریق مقایسه جایگشت و رتبه بندی به دست می آیند. براینده مراحل فوق را با داشتن اطلاعات شاخص ها و جایگشت ها در ماتریسی گرد آورده و جمع مقادیر مربوط به هر جایگشت را که مشخص کننده اولویت جایگشت هاست محاسبه می کنیم.

بررسی نمونه موردی:

تصمیم گیری گروهی برای انتخاب ابزار ماشین با استفاده از روش ویکور فازی (دکتر مقصود امیری)

انتخاب ابزارهای ماشین مناسب برای یک شرکت تولیدی به دلیل تاثیرگذاری در فرایند تولید بسیار مهم است. وجود اطلاعات نادقیق باعث دشوارتر شدن این انتخاب می شود. روش VIKOR یکی از روشهای جدید برای حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره است که هدف آن انتخاب بهترین گزینه بر اساس نزدیکترین جواب ممکن به جواب ایده آل است. در این مقاله یک رویکرد فازی برای روش VIKOR پیشنهاد خواهد شد که رتبه بندی گزینه ها و اوزان اهمیت معیارها به عنوان اعداد فازی در نظر گرفته می شوند. همچنین در روش پیشنهادی، وزن اهمیت نظرات تصمیم گیرندگان (DMS) متفاوت در نظر گرفته می شود. برای تشریح روش پیشنهادی، یک مثال عددی درباره مسأله انتخاب ابزار ماشین ارائه خواهد شد که معیارهای ارزیابی گزینه ها عبارتند از: انعطاف پذیری، قابلیت اطمینان و تعمیرپذیری ماشین ها.

در مسأله انتخاب ابزار ماشین، فرد تصمیم گیرنده (DM) به مجموعه ای از معیارهای کیفی و کمی همچون اندازه میز کار، جنش محوری، قدرت، سرعت اسپیندل ۲، سرعت محور، تعداد ابزار، اندازه ماشین و هزینه ماشین، مواد قطعه کار، اندازه قطعه کار، پیچیدگی قطعه کار، سرعت برداشتن مواد، تلورانس نهایی و نوع فرایند برای تحلیل و ارزیابی مناسب و موثر نیاز دارد. بنابراین ارزیابی گزینه های ابزار ماشین، یک مسأله تصمیمی مگیری چند معیاره (HCDM) باوجود معیارهای کمی و کیفی است. تصمیم گیری چند معیاره ابزار کاربردی گسترده ای برای تعیین بهترین جواب از میان چندین گزینه با چندین معیار / شاخص است. روش های تعیین بهترین جواب در یک مسأله تصمیم گیری چند معیاره شامل محاسبه مطلوبیت گزینه ها و رتبه بندی مطلوبیت ها است. جواب گزینشی با بیشترین مطلوبیت، به عنوان جواب بهینه در نظر گرفته می شود. در این نمونه موردی از ترکیب روش VIKOR با نظریه مجموعه های فازی و عبارات کلامی برای غلبه بر عدم قطعیت در رتبه بندی گزینه ها استفاده شده است. در این نمونه از نظرات گروهی افراد تصمیم گیرنده به نحوی استفاده می شود که اوزان اهمیت هر یک از تصمیم گیرندگان در انتخاب نهایی متفاوت خواهد بود.

روش VIKOR توسط اوپریکوویچ (1998) و اوپریکوویچ و ژنگ (2002) توسعه یافته است. کلمه VIKOR برگرفته از نام صربستانی ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje به معنی "بهینه سازی چند معیاره و حل سازشی" است روش VIKOR برای بهینه سازی چند معیاره سیستمهای پیچیده توسعه یافته است این روش روی دسته بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه ها تمرکز داشته و جواب های سازشی را برای یک مسأله با معیارهای متضاد تعیین می کند، بطوری که قادر است تصمیم گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیکترین جواب موجه به جواب ایده آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می گردد این جواب سازشی یک شاخص رتبه بندی چند معیاره بر اساس نزدیکی به جواب ایده آل را مطرح می سازد. اندازه چند معیاره برای رتبه بندی سازشی از LP-metric به عنوان یک تابع یکپارچه در روش برنامه ریزی سازشی استفاده می کند. m گزینه متفاوت با A_1, A_2, \dots, A_m نمایش داده می شوند. برای گزینه A_i ، رتبه بندی زمین معیار توسط f_{ij} نمایش داده می شود، یعنی f_{ij} بیانگر

ارزش معیار را برای گزینه نام/ست بطوری که n تعداد معیارها می باشد. توسعه روش VIKOR با فرم LP-metric زیر آغاز گردید:

$$L_{P,i} = \left\{ \sum_{j=1}^n [w_j (f_j^+ - f_{ij}) / (f_j^+ - f_j^-)]^P \right\}^{1/P}$$

بطوری که $1 \leq P \leq \infty$ بوده و $i = 1, 2, \dots, m$. در روش VIKOR

$$L_{\infty,i} = R_i = \max_j \{w_j (f_j^+ - f_{ij}) / (f_j^+ - f_j^-)\} \text{ و } L_1 = S_i = \sum_{j=1}^n [w_j (f_j^+ - f_{ij}) / (f_j^+ - f_j^-)]$$

برای اندازه رتبه بندی مورد استفاده قرار می گیرند.

$L_{1,i}$ به عنوان ثبات تفسیر می شود و می تواند برای تصمیم گیرندگان اطلاعاتی پیرامون ماکزیمم مطلوبیت گروهی یا اکثریت را فراهم آورد. بطور مشابه $L_{\infty,i}$ نیز به عنوان عدم ثبات تفسیر شده و اطلاعاتی پیرامون حداقل اثر فردی مخالف را برای تصمیم گیرندگان فراهم می آورد. یکی دیگر از روشهای تصمیم گیری چند معیاره بر پایه نزدیکی به جواب ایده آل، روش TOPSIS است. در TOPSIS، گزینه انتخابی باید کمترین فاصله از جواب ایده آل و دورترین فاصله از جواب ضد ایده آل را داشته باشد. روش TOPSIS دو نقطه مرجع (ایده آل و ضد ایده آل) را معرفی می کند ولی اهمیت نسبی فواصل از این دو نقطه را در نظر نمی گیرد. روش های VIKOR و TOPSIS انواع متفاوتی از نرمال سازی را برای حذف واحدهای سنجش معیارها بکار می گیرند، در حالی که روش VIKOR از نرمال سازی خطی و روش TOPSIS از نرمال سازی برداری استفاده می کنند. مقدار نرمال سازی شده در روش VIKOR به واحد سنجش معیار وابسته نیست و این در حالی است که مقادیر نرمال سازی شده توسط روش TOPSIS ممکن است به واحد سنجش معیار وابسته باشند.

رویکرد فازی

در یک فرایند تصمیمی مگیری، تصمیم گیرندگان معمولاً با تردیدها، مسائل و عدم قطعیت هایی روبرو می شوند. به عبارت دیگر، زبان طبیعی برای بیان ادراک یا قضاوت همواره به صورت ذهنی، غیرقطعی یا مبهم است. برای رفع ابهام و ذهنی بودن قضاوت تصمیم گیرنده، نظریه مجموعه های فازی برای بیان واژه های کلامی در فرایند تصمیم گیری معرفی گردید. بلمن و زاده متدولوژی تصمیم گیری چند معیاره فازی را برای فقدان دقت در تخصیص اوزان اهمیت معیارها توسعه دادند، بطوری که رتبه بندی های گزینه ها با توجه به معیارهای ارزیابی صورت گرفت. برای ارائه روش پیشنهادی، لازم است که در ابتدا برخی تعاریف و نمادهای مهم نظریه مجموعه های فازی بر اساس دوبیوس و پراد، کافمن و گوپتا و تسو مرور شوند:

اعداد فازی

یک عدد فازی $\tilde{A} = [a_1, a_2, a_3, a_4]$ ، بطوری که $-\infty < a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4 < +\infty$ و $a_1, a_2, a_3, a_4 \in \mathbb{R}$ ، به عنوان یک زیر مجموعه فازی در \mathbb{R} بیان می شود که دارای تابع عضویت $f_{\tilde{A}}(x)$ است. تابع عضویت $f_{\tilde{A}}(x)$ یک تصویر پیوسته از \mathbb{R} به بازه بسته $[0, 1]$ است که برای همه $x \in (-\infty, a_1]$ و $x \in [a_2, +\infty)$ روی $f_{\tilde{A}}(x) = 0$ است؛ همچنین $f_{\tilde{A}}(x) = 1$ برای $x \in [a_2, a_3]$ و $f_{\tilde{A}}(x) \in [a_3, a_4]$ روی x اکیدا صعودی است؛ همچنین $f_{\tilde{A}}(x) = 0$ برای $x \in [a_1, a_2]$ و $f_{\tilde{A}}(x) \in [a_3, a_4]$ روی x اکیدا نزولی است. $B = [b_1, b_2, b_3]$ به عنوان یک عدد فازی مثلثی تعریف می شود، اگر $f_B(x)$ به صورت زیر باشد:

$$f_B(x) = \begin{cases} (x - b_1) / (b_2 - b_1), & b_1 \leq x \leq b_2 \\ (x - b_3) / (b_2 - b_3), & b_2 \leq x \leq b_3 \\ 0, & \dots \dots \dots \end{cases}$$

عملیات استاندارد ریاضی در مجموعه فازی

روابط زیر عملیات استاندارد ریاضی برای اعداد فازی مثلث $\tilde{A} = [a_1, a_2, a_3]$ و $B = [b_1, b_2, b_3]$ و عدد غیرفازی n که می توان آنرا به صورت $n = [n_1, n_2, n_3]$ بیان کرد را در مجموعه R نشان می دهد:

$$\begin{aligned}(\tilde{A} \oplus \tilde{B}) &= [a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3] \\(\tilde{A} \ominus \tilde{B}) &= [a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3] \\(\tilde{A} \otimes \tilde{B}) &\cong [a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3] \\(\tilde{A} \otimes n) &\cong [a_1 n, a_2 n, a_3 n].\end{aligned}$$

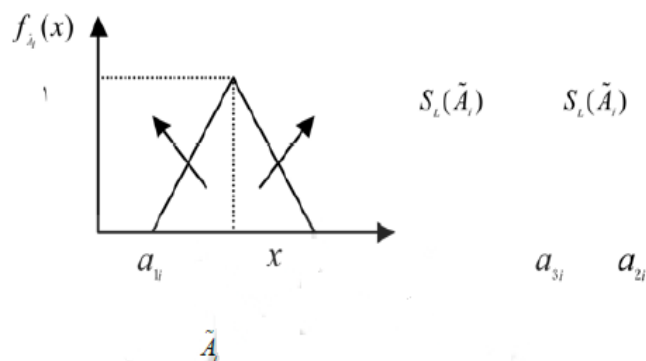
عملیات فازی زدایی

فازی زدایی روش تبدیل یک مجموعه اعداد فازی به مقادیر غیرفازی به منظور رتبه بندی ترتیب آنها است. بسیاری از روشهای فازی زدایی در دهه های گذشته توسعه یافته اند. بررسی پیرامون توسعه این روشها را می توان در وانگ و کرره، لیکویچ و کرره جستجو کرد. در روش مقدار میانگین از تفکیک های چپ و راست که علاوه بر ساده بودن از همه اطلاعات تابع عضویت نیز استفاده می کنند، برای فازی زدایی استفاده می شود.

مجموعه اعداد فازی $\tilde{A}_i = [a_{1i}, a_{2i}, a_{3i}]$ برای $i=1, \dots, I$ را در نظر بگیرید. مقدار فازی زدایی شده \tilde{A}_i که توسط روش مقدار میانگین $S(\tilde{A}_i)$ نمایش داده می شود را به صورت زیر تعریف می کنند:

$$\begin{aligned}S(\tilde{A}_i) &= \frac{1}{2}(S_L(\tilde{A}_i) + S_R(\tilde{A}_i)) \\S(\tilde{A}_i) &= \frac{1}{2}((a_{2i} - \int_{a_{1i}}^{a_{2i}} f_{\tilde{A}_i}(x)) + (a_{2i} + \int_{a_{2i}}^{a_{3i}} f_{\tilde{A}_i}(x))) = \frac{a_{1i} + 2a_{2i} + a_{3i}}{4},\end{aligned}$$

بطوری که $S_L(\tilde{A}_i)$ و $S_R(\tilde{A}_i)$ به ترتیب ناحیه چپ و راست عدد فازی \tilde{A}_i را مطابق شکل 1 نمایش می دهند.



VIKOR

مفروضات و گام های روش پیشنهادی به صورت زیر هستند:

مفروضات

K فرد تصمیم گیرنده وجود دارند که اهمیت نظرات هر یک در تصمیم نهایی متفاوت است ($k=1, \dots, K$).
 m گزینه برای انتخاب وجود دارند ($i=1, \dots, m$).
 n معیار / شاخص برای تصمیم گیری وجود دارند ($j=1, \dots, n$).

قدم 1) تشکیل ماتریس معیار فرد تصمیم گیرنده

برای تعیین وزن اهمیت معیارها، از k فرد تصمیم گیرنده و از طریق متغیرهای کلامی استفاده می شود. اگر x_{jk} یک متغیر کلامی باشد که بتواند عبارات کلامی خیلی خوب، خوب، بیطرفانه، ضعیف و خیلی ضعیف را از نظر تصمیم گیرنده k برای معیار j نشان دهد، آنگاه می توان به هر عبارت کلامی یک عدد فازی مثلثی مطابق با جدول 1 نسبت داد:

جدول 1. عبارات کلامی برای اوزان اهمیت هر معیار

نماد	عبارت کلامی	عدد فازی مثلثی
γ	خیلی خوب	$\tilde{\gamma} = (\gamma^L, \gamma^m, \gamma^R)$
λ	خوب	$\tilde{\lambda} = (\lambda^L, \lambda^m, \lambda^R)$
ξ	بیطرفانه	$\tilde{\xi} = (\xi^L, \xi^m, \xi^R)$
ρ	ضعیف	$\tilde{\rho} = (\rho^L, \rho^m, \rho^R)$
\bullet	خیلی ضعیف	$\tilde{\mu} = (\mu^L, \mu^m, \mu^R)$

از اینرو ماتریس معیار فرد تصمیم گیرنده می تواند به صورت زیر نوشته شود:

$$D_1 \quad D_2 \quad \dots \quad D_K \quad W_j$$

$$C_1 \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1K} & \tilde{w}_1 \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2K} & \tilde{w}_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n \begin{bmatrix} \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nK} & \tilde{w}_n \end{bmatrix}$$

بطوری که W_j وزن اهمیت فازی معیار j است اگر $\omega_k = [0, 1]$ وزن اهمیت نسبی نظرات تصمیم گیرنده k ام در فرایند تصمیم گیری باشد، آنگاه:

$$\tilde{w}_j = (\min \{x_{j1}^L, x_{j2}^L, \dots, x_{jK}^L\}, \omega_1 x_{j1}^m + \omega_2 x_{j2}^m + \dots + \omega_K x_{jK}^m, \max \{x_{j1}^R, x_{j2}^R, \dots, x_{jK}^R\})$$

قدم 2) تشکیل ماتریس فرد تصمیم گیرنده گزینه ها معیار

برای رتبه بندی گزینه ها، از k فرد تصمیم گیرنده و از طریق متغیرهای کلامی استفاده می شود اگر y_{kj} یک متغیر کلامی باشد که عبارات کلامی خیلی پایین، پایین، متوسط، بالا و خیلی بالا را از نظر تصمیم گیرنده k برای گزینه i ام و براساس معیار j ام دربرگیرد، آنگاه می توان به هر عبارت کلامی یک عدد فازی مثلثی مطابق جدول 2 نسبت داد:

σ	• • • • •	$\tilde{\sigma} = (\sigma^L, \sigma^m, \sigma^R)$
τ	• • •	$\tilde{\tau} = (\tau^L, \tau^m, \tau^R)$
η	• • • • • • • • •	$\tilde{\eta} = (\eta^L, \eta^m, \eta^R)$
ψ	• • • • •	$\tilde{\psi} = (\psi^L, \psi^m, \psi^R)$
χ	• • • • •	$\tilde{\chi} = (\chi^L, \chi^m, \chi^R)$

از اینرو ماتریس فرد تصمیم گیرنده گزینه ها معیار به صورت زیر نوشته می شود:

		C_1	C_2	...	C_n
D_1	A_1	\tilde{y}_{111}	\tilde{y}_{112}	...	\tilde{y}_{11n}
	A_2	\tilde{y}_{121}	\tilde{y}_{122}	...	\tilde{y}_{12n}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
D_2	A_1	\tilde{y}_{211}	\tilde{y}_{212}	...	\tilde{y}_{21n}
	A_2	\tilde{y}_{221}	\tilde{y}_{222}	...	\tilde{y}_{22n}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
D_K	A_1	\tilde{y}_{K11}	\tilde{y}_{K12}	...	\tilde{y}_{K1n}
	A_2	\tilde{y}_{K21}	\tilde{y}_{K22}	...	\tilde{y}_{K2n}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	A_m	\tilde{y}_{Km1}	\tilde{y}_{Km2}	...	\tilde{y}_{Kmn}

قدم 3 (ترکیب ماتریسهای معیار فرد تصمیم گیرنده و تصمیم گیرنده گزینه ها معیار)

اگر Z_{ij} یک متغیر فازی درباره گزینه نام بر اساس معیار نام باشد، آنگاه می توان یک ماتریس ترکیبی را به صورت زیر نوشت:

		C_1	C_2	...	C_n
A_1	\tilde{w}_1	\tilde{z}_{11}	\tilde{z}_{12}	...	\tilde{z}_{1n}
	\tilde{z}_{21}	\tilde{z}_{22}	...	\tilde{z}_{2n}	
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
	\tilde{z}_{m1}	\tilde{z}_{m2}	...	\tilde{z}_{mn}	

بطوری که:

		C_1	C_2	...	C_n
		\tilde{w}_1	\tilde{w}_2	...	\tilde{w}_n
A_1		$= (\min\{y_{111}^L, \dots, y_{K11}^L\}, \omega x_{11}^m + \omega_k x_{k11}^m, \max\{y_{111}^R, \dots, y_{K11}^R\})$	$\tilde{z}_{12} = (\min\{y_{112}^L, \dots, y_{K12}^L\}, \omega x_{12}^m + \dots + \omega_k x_{k12}^m, \max\{y_{112}^R, \dots, y_{K12}^R\})$	...	$\tilde{z}_{1n} = (\min\{y_{11n}^L, \dots, y_{K1n}^L\}, \omega x_{1n}^m + \dots + \omega_k x_{k1n}^m, \max\{y_{11n}^R, \dots, y_{K1n}^R\})$
A_2		$= (\min\{y_{121}^L, \dots, y_{K21}^L\}, \omega x_{12}^m + \omega_k x_{k21}^m, \max\{y_{121}^R, \dots, y_{K21}^R\})$	$\tilde{z}_{22} = (\min\{y_{122}^L, \dots, y_{K22}^L\}, \omega x_{12}^m + \dots + \omega_k x_{k22}^m, \max\{y_{122}^R, \dots, y_{K22}^R\})$	...	$\tilde{z}_{2n} = (\min\{y_{12n}^L, \dots, y_{K2n}^L\}, \omega x_{12}^m + \dots + \omega_k x_{k2n}^m, \max\{y_{12n}^R, \dots, y_{K2n}^R\})$
\vdots		\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_m		$\tilde{z}_{m1} = (\min\{y_{1m1}^L, \dots, y_{Km1}^L\}, \omega x_{1m}^m + \dots + \omega_k x_{km1}^m, \max\{y_{1m1}^R, \dots, y_{Km1}^R\})$	$\tilde{z}_{m2} = (\min\{y_{1m2}^L, \dots, y_{Km2}^L\}, \omega x_{1m}^m + \dots + \omega_k x_{km2}^m, \max\{y_{1m2}^R, \dots, y_{Km2}^R\})$	...	$\tilde{z}_{mn} = (\min\{y_{1mn}^L, \dots, y_{Kmn}^L\}, \omega x_{1m}^m + \dots + \omega_k x_{kmn}^m, \max\{y_{1mn}^R, \dots, y_{Kmn}^R\})$

قدم 4 (استفاده از یک روش فازی زدایی برای تبدیل اعداد فازی به اعداد غیرفازی)
 درایه های ماتریس قدم 3 بر اساس یکی از روشهای فازی زدایی به اعداد غیرفازی نظیر قابل تبدیل هستند. بطوری که:

	C_1	C_2	...	C_n
.....	w_1	w_2	...	w_n
A_1	f_{11}	f_{12}	...	f_{1m}
A_2	f_{21}	f_{22}	...	f_{2m}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_m	f_{m1}	f_{m2}	...	f_{mn}

بطوری که w_j و f_{ij} به ترتیب مقادیر فازی زدایی شده اعداد فازی w_j و f_{ij} هستند.

قدم 5 (تعیین مقادیر ایده آل و ضد ایده آل معیارها)

اگر معیار λ_m از نوع سود باشد، آنگاه مقادیر ایده آل و ضد ایده آل آن به صورت زیر است:

$$f_j^+ = \max_i (f_{ij})$$

$$f_j^- = \min_i (f_{ij})$$

اگر معیار λ_m از نوع زیان باشد، آنگاه مقادیر ایده آل و ضد ایده آل آن به صورت زیر است:

$$f_j^+ = \min_i (f_{ij})$$

$$f_j^- = \max_i (f_{ij})$$

قدم 6: (محاسبه مقادیر S_i و R_i برای همه گزینه ها)

اگر معیار λ_m از نوع سود باشد، آنگاه مقادیر S_i و R_i مطابق زیر به دست خواهند آمد:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j (f_j^+ - f_{ij})}{f_j^+ - f_j^-}$$

$$R_i = \max_j \left\{ \frac{w_j (f_j^+ - f_{ij})}{f_j^+ - f_j^-} \right\}$$

بطوریکه S_i و R_i به ترتیب اندازه مطلوبیت و اندازه عدم اثر گزینه λ_m می باشند.

قدم 7 (تعیین مقادیر Q_i برای همه گزینه ها)

$$Q_i = v \left(\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right) + (1-v) \left(\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right)$$

بطوریکه:

$$R^- = \max\{R_i\} \text{ و } R^+ = \min\{R_i\}, S^- = \max\{S_i\}, S^+ = \min\{S_i\}$$

Qi نیز شاخص VIKOR بوده و ارزش VIKOR گزینه نام را بیان می کند.
 v وزنی برای استراتژی ماکزیمم مطلوبیت گروهی 3 است که معمولاً برابر 0.5 است.

قدم 8 (رتبه بندی گزینه ها براساس ترتیب نزولی مقادیر به دست آمده برای Qi و Ri و Si)

قدم 9 (انتخاب بهترین گزینه)

بهترین گزینه (با کمترین Qi) تحت شرایطی محقق خواهد شد که دو شرط زیر برقرار شوند:
 شرط اول (ویژگی پذیرش)

$$\frac{Q(A^{[2]}) - Q(A^{[1]})}{DQ} \geq 1$$

بطوری که:

$A^{[2]}$ از نظر رتبه بندی بر اساس معیار Q، گزینه مورد نظر در موقعیت یا جایگاه دوم قرار دارد.
 $A^{[1]}$ بهترین گزینه با کمترین مقدار برای Q
 m تعداد گزینه ها .

شرط دوم (ثبات پذیرش در تصمیم گیری)

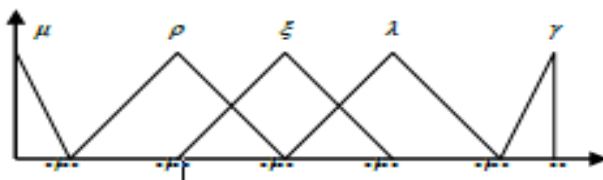
گزینه $A^{[1]}$ باید همچنین بهترین رتبه را در S یا R داشته باشد.
 اگر یکی از شروط بالا برقرار نشد، آنگاه یک مجموعه جوا بهای سازشی به صورت زیر پیشنهاد میشود:
 1) اگر تنها شرط دوم برقرار نشد، گزینه $A^{[1]}$ و $A^{[2]}$ یا
 2) اگر شرط اول برقرار نشد، گزینه $A^{[1]}$ ، $A^{[2]}$ ، ...، $A^{[m]}$.
 $A^{[m]}$ گزینه ای در موقعیت mام است که رابطه $Q(A^{[1]}) - Q(A^{[m]}) < DQ$ در مورد آن صادق باشد.

مثال عددی

یک مجموعه از گزینه های موجود برای انتخاب ابزار ماشین را در نظر بگیرید.
 چهار گزینه A_1, A_2, A_3, A_4 وجود دارند که معیارهای انتخاب بهترین گزینه عبارتند از: انعطاف پذیری (C_1)، قابلیت اطمینان (C_2) و تعمیرپذیری (C_3). برای فرایند تصمیم گیری و انتخاب، سه فرد تصمیم گیرنده D_1, D_2, D_3 وجود دارند که اهمیت نظرات هر یک از آنها متفاوت است. روش پیشنهادی برای فرایند انتخاب بهترین ماشین به منظور کاربردی نمودن آن مطابق با گام های زیر تشریح می گردد:
 قدم 1: نظرات تصمیم گیرندگان پیرامون وزن اهمیت هر معیار به صورت عبارات کلامی است که در جدول 3 به نمایش در آمده اند:

	D_1	D_2	D_3
C_1	ξ	λ	λ
C_2	γ	γ	γ
C_3	γ	γ	λ

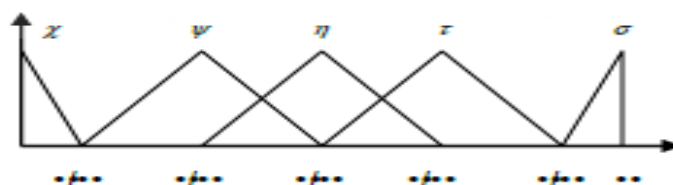
شکل 2 اعداد فازی مثلثی مربوط به هر یک از عبارات کلامی جدول 3 را نمایش می دهد:



قدم 2: نظرات تصمیم گیرندگان پیرامون رتبه بندی گزینه ها بر اساس هر معیار به صورت عبارات کلامی است که در جدول 4 به نمایش در آمده اند:

		C_1	C_2	C_3
D_1	A_1	η	τ	η
	A_2	σ	τ	σ
	A_3	ψ	η	η
	A_4	τ	τ	τ
D_2	A_1	η	η	τ
	A_2	σ	σ	τ
	A_3	λ	ψ	λ
	A_4	ψ	η	ψ
D_3	A_1	η	η	η
	A_2	τ	τ	σ
	A_3	ψ	ψ	η
	A_4	τ	τ	ψ

شکل 3 اعداد فازی مربوط به هر یک از عبارات کلامی جدول 4 را نشان می دهد:



قدم 3: اگر وزن اهمیت تصمیم گیرندگان به صورت $\omega_1 = 0/3$ و $\omega_2 = 0/4$ و $\omega_3 = 0/3$ باشد آنگاه می توان وزن اهمیت فازی هر معیار و رتبه بندی فازی گزینه ها را مطابق جدول 5 نمایش داد:

	C_1	C_2	C_3
\tilde{w}_j	(* / * * * *)	(* / * * * *)	(* / * * * *)
A_1	(* / * * * *)	(* / * * * *)	(* / * * * *)
A_2	(* / * * * *)	(* / * * * *)	(* / * * * *)
A_3	(* * * * / *)	(* / * * * *)	(* * * * / *)
A_4	(* / * * * *)	(* / * * * *)	(* / * * * *)

قدم 4: مقادیر فازی زدایی شده اعداد فازی جدول 5 با استفاده از روش فازی زدایی مقدار میانگین، مطابق با جدول 6 خواهند بود:

	C_1	C_2	C_3
w_j	* / * * * *	* / * * * * *	* / * * * *
A_1	* / *	* / * * * *	* / * * * *
A_2	* / * * * *	* / * * * * *	* / * * * * *
A_3	* / * * * * *	* / * * * *	* / * * * * *
A_4	* / * * * *	* / * * * *	* / * * * *

قدم 5: مقادیر ایده آل و ضد ایده آل معیارها با توجه به اعداد فازی شده جدول 6 به صورت زیر خواهند بود:

$$\begin{cases} f_1^+ = 0/83, f_2^+ = 0/785, f_3^+ = 0/815 \\ f_1^- = 0/215, f_2^- = 0/38, f_3^- = 0/325 \end{cases}$$

$$Q, R, S$$

قدم 8: جدول 8، رتبه بندی گزینه ها را براساس ترتیب صعودی مقادیر Q_i, R_i و S_i ارائه می کند:

Q R S

	Q	R	S
S * * * * *	A_2	A_1	A_4
R * * * * *	A_2	A_1	A_4
Q * * * * *	A_2	A_1	A_4

قدم 9: همانطور که ملاحظه می شود، چون $Q(A_1) - Q(A_2) \geq \frac{1}{4 \cdot 4}$ است پس گزینه A_2 شرط پذیرش به عنوان بهترین گزینه را دارد. از آنجایی که A_2 بهترین رتبه بندی را بر اساس S و R دارد لذا شرط ثبات پذیرش در تصمیم گیری را نیز دارد از اینرو بهترین گزینه برای انتخاب، A_2 می باشد.

نتیجه گیری

روش VIKOR یکی از روش های کاربردی تصمیم گیری چند معیاره است که اخیراً معرفی شده است. این روش بر پایه نزدیکی تابع هدف به مقدار ایده آل و برگرفته از روش برنامه ریزی سازشی است. روش VIKOR ابزاری مفید برای تصمیم گیری چند معیاره در شرایطی است که تصمیم گیرنده قادر به بیان اولویت خود در آغاز طراحی سیستم نمی باشد. به دلیل آنکه جواب سازشی به دست آمده یک حداکثر مطلوبیت گروهی و یک حداقل اثر فردی مخالف را فراهم می آورد، لذا این جواب سازشی می تواند مورد پذیرش تصمیم گیرندگان قرار گیرد. با توجه به این حقیقت که در برخی موارد، تعیین دقیق مقدار واقعی شاخص ها مشکل است و این مقادیر به عنوان داده های فازی در نظر گرفته می شوند، بنابراین در این مقاله یک رویکرد فازی از روش VIKOR ارائه گردید که رتبه بندی گزینه ها و اوزان اهمیت هر معیار به صورت عبارات کلامی بیان گردیدند و اهمیت نظرات تصمیم گیرندگان نیز متفاوت در نظر گرفته شد. روش پیشنهادی در مورد یک مسأله انتخاب ابزار ماشین با سه معیار انعطاف پذیری، قابلیت اطمینان و تعمیرپذیری و چهار گزینه پیشنهادی تشریح گردید که نظرات سه تصمیم گیرنده برای انتخاب بهترین گزینه در نظر گرفته شدند. برای تبدیل عبارات کلامی به اعداد غیر فازی از روش فازی زدایی مقدار میانگین استفاده شد که در نهایت بهترین گزینه با در نظر گرفتن محیط فازی انتخاب گردید. روش پیشنهادی قادر است تا برای حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره تحت شرایط غیرقطعی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع و مأخذ:

کتاب:

۱. کاربرد تصمیم گیری با معیارهای چندگانه - عادل آذر.
۲. مفاهیم نوین تحقیق در عملیات - منصور مؤمنی.
۳. اصغرپور، محمدجواد، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران.
۴. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال ششم، شماره 16، بهار 89 صفحات 167 تا 188.

سایت اینترنتی:

1. <http://e-mba.blogfa.com/cat-28.aspx>
2. <http://www.behin-gostar.com>

مقدمه

هر مسئله تصمیم گیری به دو مرحله اصلی تقسیم می شود. مرحله اول یا مرحله ارزیابی است. در این مرحله شاخص های کلیدی ارزیابی گزینه ها تعیین میشوند. در این مرحله در حد بالایی وابسته به نظر تصمیم گیرندگان جهت ارزیابی کمی و کیفی گزینه ها بر مبنای شاخص های مذکور می باشد. نتیجه این مرحله تشکیل ماتریس تصمیم گیری است و مرحله دوم نیز مرحله ارزیابی و انتخاب می باشد که براساس آن رتبه بندی گزینه ها توسط ماتریس تصمیم گیری است.

روش ELECTRE از جمله روش های تصمیم گیری است که نخستین بار توسط برنارد روی در پاسخ به کاستی های روش های تصمیم گیری معرفی شد. تاکنون روش های مختلفی از گروه ELECTRE بر ای تحلیل مسائل چند شاخصه ارائه شده که از آن جمله می توان به ELECTRE I, II, III, TRI اشاره کرد.

در روش ELECTRE شاخص های کمی کیفی مورد استفاده قرار می گیرند و با مقایسات زوجی میان گزینه ها رتبه بندی آنها بدست می آید. مسائل چند شاخصه به صورت قرار دادی با یک مجموعه از گزینه ها شاخص ها و مقادیر برتری بیان می کردند. در این مسائلی می باید مجموعه ای از گزینه ها $A = \{a_i \mid i=1,2,\dots,m\}$ ارزیابی شوند که ارزیابی مورد نظر با مجموعه ای از شاخص ها $j=1,2,\dots,n$ صورت می پذیرد. $g_j(a)$ یک عدد حقیقی است (حتی اگر منعکس کننده یک ارزیابی کیفی باشد) که در روش غیر رتبه ای مقایسه ها با روابط دو گانه Binary بیان می شود. [1]

در بسیاری شرایط اطلاعات دقیق و داده های معین برای تشکیل مدل مسئله کافی نیست زیرا قضاوت افراد معمولاً به صورت مبهم انجام می گیرد. و مقادیر دقیق و مشخصی را نمی توان برای آنها متصور بود. تئوری فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفیسور لطفی زاده در پاسخ به چنین شرایطی ارائه گردید. در واقع این تئوری برای حل مسائل که در آنها ارزیابی های صورت گرفته مبهم و نا دقیق می باشد توسعه یافته است.

تئوری مجموعه های فازی چارچوب مناسبی را برای توصیف و بیان رفتارالات غیر صحیح و نادقیق فراهم می آورد. [1]
 در این تحقیق به بررسی روش الکترو و خاصیت فازی آن می پردازیم:

ELECTRE I ❖

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیر رتبه ای استفاده می شود بدین صورت که مثلا A_I بیانگر آن است که اگرچه گزینه های L, K هیچ ارجحیتی از نظر ریاضی به یکدیگر ندارند اما DM و آنالیز ریسک بهتر بودن A_K را بر A_I می پذیرد.
 در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه های غیر موثر حذف می شوند.
 مقایسات زوجی براساس درجه توافق از اوزان W_j و درجه اختلاف از مقادیر ارزیابی های وزین v_{ij} استوار بوده و تواما برای ارزیابی گزینه ها مورد آزمون قرار می گیرند.
 کلیه این مراحل بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه نا هماهنگ پایه ریزی می شوند که روش بدین لحاظ معروف به آنالیز هماهنگی هم می باشد.

• قدم اول:

تبدیل ماتریس تصمیم گیری D به یک ماتریس بی مقیاس با استفاده از رابطه:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}$$

• قدم دوم:

تشکیل ماتریس بی مقیاس وزین V با استفاده از بردار معلوم W

• قدم سوم:

مشخص نمودن مجموعه هماهنگی و مجموعه ناهماهنگی بای هر زوج از گزینه های: $K \neq 1$;

$k, l = 1, 2, \dots, m$. مجموعه شاخص های موجود $J = \{j | j = 1, 2, \dots, n\}$ را به دو زیر مجموعه متمایز هماهنگ S_{kl} و ناهماهنگ D_{kl} تقسیم می نماییم.

مجموعه هماهنگ S_{kl} از گزینه های A_l, A_k مشتمل بر کلیه شاخص هایی خواهد بود که A_k بر A_l به ازای آنها ترجیح داده می شود یعنی داشته باشیم :

$$S_{kl} = \{j | r_{kj} \geq r_{lj}\}$$

و برعکس زیر مجموعه مکمل به نام مجموعه ناهماهنگ D مجموعه ای از شاخص ها است که به ازای آنها داشته باشیم:

$$D_{kl} = \{j | r_{kj} < r_{lj}\} = J - S_{kl}$$

• قدم چهارم:

محاسبه ماتریس هماهنگی . ارزش ممکن از مجموعه هماهنگی S_{kl} به وسیله اوزان موجود از شاخص های هماهنگ در آن مجموعه اندازه گیری می شود. یعنی معیار هماهنگی برابر با مجموع اوزان W_j از شاخص هایی است که مجموعه S_{kl} را تشکیل می دهند بدین صورت معیار هماهنگی $I_{k,l}$ بین A_l, A_k بدین قرار است:

$$I_{kl} = \sum_{j \in S_{k,l}} w_j ; \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

معیار هماهنگی $I_{k,l}$ منعکس کننده اهمیت نسبی از A_k در رابط با A_l است بطوری که $0 \leq I_{k,l} \leq 1$ خواهد بود. ارزش بیشتر از $I_{k,l}$ بدان مفهوم است که ارجحیت A_k بر A_l بیشتر هماهنگ است. بنابراین ارزش های متوالی از معیار های $I_{k,l}$ تشکیل ماتریس نا متقارن هماهنگی I را می دهند بدین قرار:

$$I = \begin{vmatrix} - & I_{1,2} & I_{1,3} & \dots & I_{1,m} \\ I_{2,1} & - & I_{1,2} & \dots & I_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ I_{m,1} & I_{m,2} & \dots & I_{M(M-1)} & - \end{vmatrix}$$

• قدم پنجم:

محاسبه ماتریس ناهماهنگی . معیار ناهماهنگی $D_{k,l}$ برعکس معیار $I_{k,l}$ نشان دهنده شدت بدتر بودن ارزیابی از A_k در رابطه با A_l می باشد. این معیار $NI_{k,l}$ با استفاده از عناصر ماتریس V (امتیازات وزین شده) به ازای مجموعه ناهماهنگ $D_{k,l}$ محاسبه می گردد بدین قرار:

$$NI_{k,l} = \frac{\max_{j \in D_{k,l}} |V_{kj} - V_{lj}|}{\max_{j \in J} |V_{kj} - V_{lj}|}$$

از این رو ماتریس ناهماهنگی به ازای کلیه مقایسات زوجی از گزینه ها عبارت خواهد بود از:

$$NI = \begin{pmatrix} - & NI_{1,2} & NI_{1,3} & \dots & NI_{1,m} \\ NI_{2,1} & - & NI_{1,2} & \dots & NI_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ NI_{m,1} & NI_{m,2} & \dots & NI_{M(M-1)} & - \end{pmatrix}$$

مورد توجه است که اطلاعات موجود از I و NI با یکدیگر اختلاف فاحش داشته و مکمل یکدیگرند به طوری که ماتریس I منعکس کننده اوزان w_j از شاخص های هماهنگ بوده و ماتریس نامتقارن NI منعکس کننده بیشترین اختلاف نسبی از $w_j \cdot V_{ij} = n_{ij}$ به ازای شاخص های ناهماهنگ است.

• قدم ششم:

مشخص نمودن ماتریس هماهنگ موثر. ارزش های I_{kl} از ماتریس هماهنگی باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند تا شانس ارجحیت A_k بر A_l بهتر مورد قضاوت واقع شود. این شانس در صورتی که $I_{k,l}$ از یک حداقل آستانه \bar{A} تجاوز کند نیز بیشتر خواهد شد بدان معنی که باید:

$$I_{k,l} \geq \bar{A}$$

\bar{A} (دلخواه) را مثلا می توان به صورت متوسط از معیارهای هماهنگی بدست آورد چنین:

$$\bar{A} = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m I_{kl} / m(m-1)$$

بر اساس آ (حداقل آستانه) سپس یک ماتریس بولین F (با عناصر صفر و یک) تشکیل می دهیم به گونه ای که:

$$\begin{aligned} f_{kl} = 1 & \longrightarrow I_{kl} \geq \bar{I} \\ f_{kl} = 0 & \longrightarrow I_{kl} < \bar{I} \end{aligned}$$

آنگاه هر عنصر واحد در ماتریس F (ماتریس هماهنگ موثر) نشان دهنده یک گزینه موثر و مسلط بر دیگری است.

• قدم هفتم:

مشخص نمودن ماتریس نا هماهنگ موثر. عناصر $NI_{k,l}$ از ماتریس ناهماهنگ نیز همچو در قدم ششم باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند. این ارزش آستانه NI را بطور مثال می توان به طریق ذیل محاسبه نمود:

$$NI = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m NI_{kl} / m(m-1)$$

سپس یک ماتریس بولین G (معروف به ماتریس ناهماهنگ موثر) تشکیل می دهیم به طوری که :

$$\begin{aligned} g_{kl} = 1 & \longrightarrow NI_{kl} \leq N\bar{I} \\ g_{kl} = 0 & \longrightarrow NI_{kl} > N\bar{I} \end{aligned}$$

عناصر واحد در ماتریس G نیز نشاندهنده روابط تسلط در بین گزینه ها می باشد.

• قدم هشتم:

مشخص نمودن ماتریس کلی h_{kl} را برای تصمیم گیری میدهند:

$$h_{k,l} = f_{k,l} \cdot g_{k,l}$$

• قدم نهم :

حذف گزینه های کم جاذبه . ماتریس کلی H نشاندهنده ترتیب ارجحیت های نسبی از گزینه هاست بدان معنی که H=1 نشان می دهد که A_l بر A_k هم از نظر معیار هماهنگی و هم از نظر معیار ناهماهنگی ارجح است لکن A هنوز ممکن است تحت تسلط گزینه های دیگری باشد. بنابراین اینکه A با استفاده از روش الکترونیک یک گزینه موثر باشد عبارت است از:

$$h_{k,l} = 1 \longrightarrow l \longrightarrow l=1,2,\dots,m ; k \neq l$$

$$h_{k,l} = 0 \longrightarrow i \longrightarrow i=1,2,\dots,m ; i \neq k ; i \neq l$$

وجود این دو شرط تواما ممکن است نادر باشد لکن بسادگی میتوان گزینه های موثر را از ماتریس H تشخیص داد بدین که هر ستونی از H را که حداقل دارای یک عنصر برابر با واحد باشد می توان حذف نمود زیرا آن ستون تحت تسلط ردیف یا ردیف هایی می باشد. [2]

:FUZZY ELECTRE I

الگوریتم الکترونیک فازی با داده های فازی مثلثی به صورت زیر می باشد

• قدم اول:

تشکیل ماتریس تصمیم گیری

جدول ۱:

	C1	C2	.....	Cn
A1	X_{11}	X_{12}		X_{1n}
A2	X_{21}	X_{22}		X_{2n}
Am	X_{m1}	X_{m2}		X_{mn}

که در آن $C1, C2, \dots, Cn$ شاخصه های ماتریس تصمیم گیری و $A1, A2, \dots, Am$ انتخاب های ممکن (گزینه ها) و $X_{ij} = (x_{ij}^a, x_{ij}^b, x_{ij}^c)$ مقدار فازی A_i در شاخص C_j می باشد.

• قدم دوم:

نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم گیری

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m s(x_{ij}, 0)^2}}$$

که در آن $X_{ij} = (n_{ij}^a, n_{ij}^b, n_{ij}^c)$ معرفی کننده مقدار نرمال شده از $(x_{ij}^a, x_{ij}^b, x_{ij}^c)$

$$s(x_{ij}, 0)^2 = \frac{x_{ij}^a + 2x_{ij}^b + x_{ij}^c}{4}$$

• قدم سوم:

محاسبه وزن ماتریس (بدون وزن شاخص ها)

ماتریس وزن شده را با v نشان می دهیم که در آن همه ی عناصر به شرح زیر از ماتریس تصمیم گیری

نرمالیزه شده بدست آمده:

(۱) اگر مقدار ماتریس $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ به صورت برشی باشد بنابراین مقدار ماتریس وزن شده که با (v_{ij}^b, v_{ij}^c)

$V_{ij} = (v_{ij}^a)$ نمایش داده میشود و بصورت زیر بدست می آید:

$$V_{ij} = w_j * n_{ij} = (w_j * n_{ij}^a, w_j * n_{ij}^b, w_j * n_{ij}^c)$$

که در آن وزن لایمین شاخص و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$

(۲) اگر مقدار ماتریس $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ بصورت اعداد فازی مثلثی باشد بنابراین ماتریس وزنی که با (v_{ij}^b, v_{ij}^c)

$V_{ij} = (v_{ij}^a)$ نمایش داده میشود و بصورت زیر بدست می آید:

$$V_{ij} = (s(w_j, 0) * n_{ij}^a, (s(w_j, 0) * n_{ij}^a), (s(w_j, 0) * n_{ij}^a), (s(w_j, 0) * n_{ij}^a))$$

که در آن وزن لایمین شاخص و $\sum_{j=1}^n s(w_j, 0) = 1$

• قدم چهارم:

تشکیل ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ

برای هر انتخاب $L=K$ که در آن $L, K=1, 2, \dots, m$

در این مرحله ما تسیم کردیم مجموعه ای از شاخص های موجود $z=\{z|z=1,2,\dots,n\}$ با دو زیر مجموعه شاخص. یکی هماهنگ S و دیگری نا هماهنگ D
 مجموعه هماهنگ S_{kl} برای دو انتخاب A_1 و A_k همه شرط ها برای اینکه A_k ارجح تر از A_1 باشد
 را شامل می شود این بدان معنی است که:

$$S_{kl} = \left\{ j \mid \begin{array}{l} s(v_{kj},0) \geq s(v_{lj},0) \text{ if } j \in S < n \\ s(v_{kj},0) \leq s(v_{lj},0) \text{ if } j \in S > n \end{array} \right\}$$

و عکس آن مجموعه نا هماهنگ D همه شرط که ما باید داشته باشیم:

$$D_{kl} = \left\{ j \mid \begin{array}{l} s(v_{kj},0) \geq s(v_{lj},0) \text{ if } j \in S < n \\ s(v_{kj},0) \leq s(v_{lj},0) \text{ if } j \in S > n \end{array} \right\}$$

• قدم پنجم:

محاسبه ماتریس هماهنگ فازی

مقدار ممکن از مجموعه هماهنگ S_{kl} هست اوزان اندازه گیری شده از معیار های هماهنگ در این مجموعه. این بدان معنی است که معیارهای هماهنگ فازی مساوی مجموع w_j وزن معیار تشکیل شده از مجموعه S_{kl} . بدین طریق معیار هماهنگ فازی I_{kl} بین A_1 و A_k مانند زیر است:

$$I_{kl} = \sum_{j \in S_{kl}} w_j$$

که در آن

$$\sum_{j=1}^n s(w_j, 0) = 1;$$

بنابراین مادیر متوال از معیار $(I_{kl} \text{ (} K, L=1,2,\dots,N \text{)})$ تشکیل ماتریس هماهنگ I همانند زیر:

$$I = \begin{vmatrix} - & I_{1,2} & I_{1,3} & \dots & I_{1,m} \\ I_{2,1} & - & I_{1,2} & \dots & I_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ I_{m,1} & I_{m,2} & \dots & I_{M(M-1)} & - \end{vmatrix}$$

• قدم ششم:

محاسبه ماتریس ناهماهنگ فازی

معیار ناهماهنگ منعکس کننده شدت تغییرات منفی A_k و A_l است. این معیار $NI_{k,l}$ از عناصر V استاده کرده و مجموعه ناهماهنگ $D_{k,l}$ را محاسبه می کند مانند:

$$NI_{k,l} = \frac{GH(V_{kj}, V_{lj})}{S(V_{kj}, V_{lj})}$$

$$GH(V_{kj}, V_{lj}) = \begin{cases} (V_{kj} - V_{lj}) & \text{if } S(V_{kj}, V_{lj}) \geq 0 \\ (V_{kj} - V_{lj}) & \text{else} \end{cases}$$

که در آن t_k و t_l بصورت زیر بدست می آیند:

$$NI = \begin{vmatrix} - & NI_{1,2} & NI_{1,3} & \dots & NI_{1,m} \\ NI_{2,1} & - & NI_{1,2} & \dots & NI_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ NI_{m,1} & NI_{m,2} & \dots & NI_{M(M-1)} & - \end{vmatrix}$$

t_k بیشترین مقدار از مجموعه $D_{k,l}$
 t_l بیشترین مقدار از $\{1,2,\dots,n\}$

- قدم هفتم:

اثر ماتریس هماهنگ

مقدار فازی $I_{k,l}$ از ماتریس هماهنگ باید اندازه گیری شود با مقدار ستاده عمومی قضاوت بهتر که مزیت آنها A برتر از A است. این مزیت حداقل ستاده $I_{k,l}$ را بهبود میدهد.

مقدار مقبول I است اغلب نمایش می دهند میانگین معیار های هماهنگ مانند زیر:

$$I_{k,l} \geq I$$

ساختن ماتریس بولین F :

$$\left\{ \begin{array}{ll} f_{k,l}=1 & \text{if } S(I_{kj}, I) \geq 0 \\ f_{k,l}=1 & \text{else} \end{array} \right\}$$

- قدم هشتم:

اثر ماتریس ناهماهنگ

همانند قدم قبل عناصر $NI_{k,l}$ از ماتریس ناهماهنگ فازی باید اندازه گیری شوند برخلاف مقدار ستاده $NI_{k,l}$ مانند:

$$NI = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m NI_{kl} / m(m-1)$$

ساختن ماتریس بولین G :

$$\left\{ \begin{array}{ll} g_{k,l}=1 & \text{if } S(NI_{kj}, NI) \leq 0 \\ g_{k,l}=1 & \text{else} \end{array} \right\}$$

- قدم نهم:

اثر ماتریس کل

H ماتریس کل و اثر گذار شامل عناصر h که با ضرب داخلی G و F بدست می آید

$$h_{ij} = f_{ij} * g_{ij}$$

- قدم دهم:

حذف انتخاب با جذابیت کمتر

ماتریس H روابط و مزیت ها را نشان می دهد بدین معنی که اگر $h_{kl}=1$ بود A_k برتر از A_l است. با استفاده از ماتریس هماهنگ و نا هماهنگ

میتواند A_k هنوز برتر باشد و انتخاب را تحت تاثیر قرار دهد باید از روش الکترو استفاده کرد:

برای حداقل یک l که شامل $h_{kl}=1$ و برای هر $l=1,2,\dots,m$ که شامل $h_{kl}=0$ شامل $i=1,2,\dots,m$ [3]

❖ ELEC III

در مقاب روش های سنتی که دو رابطه برتری و بی تفاوتی را در مقایسه دو گزینه در نظر می گرفتند روش ELECTRE III مفهوم ارزش آستانه بی تفاوتی q ارزش آستانه برتری p و روابط برتری را به شکل زیر معرفی می کند:

$$\begin{aligned} a P b & \iff g(a) - g(b) > p \\ a Q b & \iff q < g(a) - g(b) \leq p \\ a I b & \iff |g(a) - g(b)| \leq q \end{aligned}$$

بنابراین به طور خلاصه می توان گفت که در یک مدل جامع برتری در روش ELECTRE III تصمیم گیرنده با سه حالت متفاوت روبرو می باشد:

$$\begin{aligned} a I b \\ a Q b \\ a P b \end{aligned}$$

علاوه بر اینها با موضوعاتی نظیر ذیل رو برو می شویم:

- برتری ضعیف (Q): که آن را بصورت $a Q b$ نمایش می دهند. اگر تردید میان $a I b$ و $a R b$ وجود داشته باشد که مسلما در این الت $b P a$ را نخواهیم داشت.
- غیر قابل مقایسه بودن (R): که آن را به صورت $a R b$ نمایش می دهند و هنگامی است که تردید میان $a P b$ و $b P a$ وجود داشته باشد.

آنچه در این روش مورد ارزیابی قرار می گیرد بررسی اعتبار $a S b$ بوده که برای آن لازم است دو شرط هماهنگی و ناهماهنگی را مورد بررسی قرار داد. $a S b$ به این مفهوم است که "a حداقل به خوبی b است" یا "a بدتر از b نیست"

الگوریتم

• قدم اول:

محاسبه هماهنگی

اگر k ضریب اهمیت یا وزن مختص به هر شاخص z باشد پارامتر هماهنگی کل $(C(a,b))$ توسط رابطه زیر محاسبه میگردد که پیش از این لازم است هماهنگی هر دو گزینه به ازای هر شاخص $C(a,b)$ نیز محاسبه گردد.

$$c(a,b) = \sum k_j \cdot c_j$$

$$\frac{1}{k}$$

$$k = \sum_{j=1}^r k_j$$

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 1 & g_i(a) + q_i \geq g_i(b) \\ 0 & g_i(a) + p_i \leq g_i(b) \\ \frac{p_j + g_j(a) - g_j(b)}{p_j - q_j} & \end{cases}$$

• قدم دوم:

محاسبه ناهماهنگی

برای محاسبه ناهماهنگی ارزش آستانه دیگری به نام ارزش وتو را باید تعریف کرد. ارزش آستانه وتو v این امکان را دارد تا اعتبار $a \ S \ b$ را ب طور کامل رد کند اگر برای هر شاخص z رابطه ای به این صورت برقرار باشد $g_i(b) > g_i(a) + v_i$. اندیس ناهماهنگی برای هر دو گزینه به ازای هر شاخص به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$D_j(a,b) = \begin{cases} 1 & g_i(a) + q_i \geq g_i(b) \\ 0 & g_i(a) + p_i \leq g_i(b) \\ \frac{-p_j - g_j(a) + g_j(b)}{v_j - p_j} & \end{cases}$$

ماتریس ناهماهنگی برای هر شاخص تهیه شده و بر خلاف هماهنگی نمی توان هیچ اجماعی از شاخص ها داشت. یک شاخص ناهماهنگ کافی است تا اعتبار غیر رتبه ای را رد کند.

• قدم سوم:

بررسی درجه اعتبار رابطه غیر رتبه ای S

برای هر فت از گزینه های $A \in (a, b)$ مادیر هماهنگی و ناهماهنگی بدست می آید. قدم پایانی در این مدل ترکیب شاخص های این دو مقدار برای تعیین درجه یر رتبه ای است که از این فرایند ماتریس اعتبار بدست می آید و می توان توسط آن درجه اعتبار $a S b$ را تعیین نمود. درجه اعتبار برای هر جفت از گزینه های $A \ni (a, b)$ به صورت رابطه زیر تعریف می گردد:

$$S(a, b) = \begin{cases} C(a, b) & \text{if } d_j(a, b) < C(a, b) \\ c(a, b) \cdot \prod \frac{1-d_j(a, b)}{1-c(a, b)} & \end{cases}$$

که $d_j(a, b) > c(a, b)$ بیانگر آن دسته از شاخص هایی است که

• قدم چهارم:

رتبه بندی گزینه ها

گام بعدی در روش ELECTRE III بهره برداری از این مدل و ایجاد رتب بندی نهایی گزینه ها از اطلاعات موجود در ماتریس اعتبار است. روش عمومی برای بهره برداری از این ساختار تولیئی دو پیش رتبه بندی صعودی و نزولی $Z1$ و $Z2$ است که از ترکیب آنها $Z = Z1 \cap Z2$ رتبه بندی روش حاصل می شود. برای این منظور باید پارامتر λ که نام α - cut یا برش α نیز معروف میشود توسط رابطه زیر تعیین گردد:

$$\lambda = \begin{cases} \max S(a, b) \\ a, b \in a \end{cases}$$

این پارامتر مقدار اعتباری را معین می کند که تنها مقادیری از $S(a,b)$ که نزدیک به آنها هستند مورد ملاحظه قرار می گیرند. در این فرایند پارامتر جدیدی به نام $S(\lambda)$ معرفی می شود که $S(\lambda) = \alpha + \beta \lambda$ است. در نهایت باید مقدار $\lambda - S(\lambda)$ را محاسبه نمود. بر این اساس ماتریس T به صورت زیر تعریف می شود:

$$T(a,b) = \begin{cases} 1 & S(a,b) > \lambda - S(\lambda) \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

سپس مطلوبیت برای هر گزینه با $Q(a)$ نشان داده می شود که به مفهوم تعداد گزینه هایی است که گزینه a بر آنها غلبه کرده است. منهای تعداد گزینه هایی که برتر از a بوده اند $Q(a)$ به بیان ساده برای مجموع اعداد موجود در سطر منهای مجموع اعداد موجود در ستون های ماتریس T برای هر گزینه تعریف می شود. در فرایند نزولی مجموع گزینه هایی که دارای بیشترین و بزرگترین مطلوبیت هستند رتبه های بالا را به خود اختصاص می دهند. پس از خروج گزینه های دارای بالاترین مطلوبیت از فرایند مجدداً با محاسبه λ و $S(\lambda)$ فرایند ادامه می یابد تا تمامی گزینه ها مشخص شود. نتیجه به دست آمده پیش رتبه بندی $Z1$ با عنوان رتبه بندی نزولی واهد بود. نتایج صعودی به روش مشابهی بدست می آید با این تفاوت که ابتدا گزینه هایی که دارای کمترین مطلوبیت هستند مورد استفاده قرار می گیرند. [1]

:FUZZY ELECTRE III

گونه اصلی از اعداد فازی که مثلثی و ذوزنقه ای نامیده میشوند ابزارهای مرسوم برای بیان حالات مبهم می باشند. در شکل زیر نمایه (الف) بیانگر عدد فازی مثلثی است که به صورت $[t_l, t_m, t_u]$ نشان داده می شوند و نمایه (ب) بیانگر عدد فازی ذوزنقه ای است که از نماد $[t_l, t'_l, t'_u, t_u]$ برای نمایش آن استفاده می شود.

برای کمی نمودن شاخص ها از متیر های کلامی با بهره برداری از منطق فازی استفاده شده و آنها را با اعداد فازی مثلثی در یکی از طیف های معرفی شده توسط چن و هوانگ (۱۹۹۲) بر روی مجموعه مرجع $[0,1]$ امتیاز دهی شده اند. به عنوان مثال برای نشان دادن وضعیت " تقریباً بالا" از اعداد فازی $[4,6,8]$ استفاده شده است.

ابتدا ماتریس ها تبدیل به یک ماتریس عنلکرد فازی گردند و سپس ماتریس واحد فازی با عمل غیر فازی کردن تبدیل به ماتریس قطعی گردد.

در این راستا بر اساس ماهیت عدد فازی مثلثی سه نقطه عدد مثلثی ماتریس نهایی توسط روش پیشنهاد شده باکلی (۱۹۸۵) از طری جبری ذیل به دست آمد.

آنگاه با استفاده از مفاهیم منطق فازی به منظور غیر فازی ماتریس تصمیم گیری از روش مرکز ناحیه با رابطه زیر استفاده شده است به این دلیل که نیاز به قضاوت شخصی تحلیل گر ندارد.

تعیین اهمیت وزن شاخص ها در روش ELECTRE III گاهی بحرانی و حساس می باشد. تعیین میزان برتری گزینه ها نسبت به یکدیگر تا حدودی دشوار بوده و هنگامی که چندین تصمیم گیرنده وجود دارد با توجه به ترجیحات گوناگون و حتی متضاد افراد شرایط پیچیده تر می شود به همین منظور باید از برخی تکنیک های خارجی برای تبدیل ترجیحات به ارزش وزن شاخص ها استفاده نمود. [4]

❖ Interval Fuzzy ELECTRE:

این روش می تواند استراتژی مهمی بای شرکت ها در انتخاب بهترین تصمیم باشد. با استفاده از این روش می توان از بین چند گزینه آنها را رتبه بندی و بهترین گزینه را انتخاب کرد.
تعریف متغیرها:

X: ماتریس تصمیم گیری فازی

W: وزن شاخص ها به صورت فازی

N: ماتریس بی مقیاس شده فازی

V: ماتریس بی مقیاس شده وزن داده شده فازی

S: مجموعه هماهنگی فازی

D: مجموعه ناهماهنگی فازی

A: ماتریس هماهنگی فازی

NI: ماتریس هماهنگی فازی

F: ماتریس هماهنگی موثر

G: ماتریس ناهماهنگی موثر

H: ماتریس رتبه بندی (کلی)

• قدم اول:

تبدیل ماتریس تصمیم گیری فازی به یک ماتریس بی مقیاس شده فازی با استفاده از رابطه زیر:

$$\tilde{X} = [(a_{ij}, a'_{ij}); b_{ij}; (c_{ij}, c'_{ij})] = \tilde{x}, [\tilde{x}_{ij}];$$

برای شاخص های از نوع سود با رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\tilde{n}_{ij} = \left[\left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{a'_{ij}}{c_j^+} \right); \frac{b_{ij}}{c_j^+}; \left(\frac{c'_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \right] (i = 1, 2, \dots, n);$$

و برای شاخص های از نوع هزینه با رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\tilde{n}_{ij} = \left[\left(\frac{\bar{a}_{ij}}{c'_{ij}}, \frac{\bar{a}_{ij}}{c_{ij}} \right); \frac{\bar{a}_{ij}}{b_{ij}}; \left(\frac{\bar{a}_j}{a'_{ij}}, \frac{\bar{a}_j}{a_{ij}} \right) \right] (i = 1, 2, \dots, n);$$

• قدم دوم:

تشکیل ماتریس بی مقیاس وزن داده شده از بی مقیاس شده از فرمول زیر:

$$\tilde{V} = [\tilde{V}_{ij}];$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{n}_{ij} \times \tilde{w}_i;$$

$$\tilde{v}_{ij} = [(\tilde{w}_{1j} \times \tilde{n}_{ij}, \tilde{w}_{1j} \times \tilde{n}_{1ij}); \tilde{w}_{2j} \times \tilde{n}_{2ij}; (\tilde{w}_{3j} \times \tilde{n}_{3ij}, \tilde{w}_{3j} \times \tilde{n}_{3ij})];$$

• قدم سوم:

مشخص نمودن مجموعه هماهنگی فازی (S) و مجموعه ناماهنگی فازی (D):

$$j = \{j | j = 1, 2, \dots, n\}; l \neq k; k, l = 1, 2, \dots, m;$$

مجموعه هماهنگ فازی (S) از گزینه های A و A شامل کلیه شاخص هایی است که A بر A ترجیح داده می شود:

$$S_{kl} = [j(\tilde{v}_{1kj}, \tilde{v}_{1kj}); \tilde{v}_{2kj}; (\tilde{v}_{3kj}, \tilde{v}_{3kj})];$$

و زیر مجموعه مکمل به نام مجموعه ناماهنگ فازی (D) مجموعه ای از شاخص ها است که به ازای آن چنین است:

$$D_{kl} = [j(\tilde{v}_{1kj}, \tilde{v}_{1kj}); \tilde{v}_{2kj}; (\tilde{v}_{3kj}, \tilde{v}_{3kj})];$$

• قدم چهارم:

محاسبه ماتریس هماهنگی فازی:

ارزش ممکن از مجموعه هماهنگ فازی (S) به وسیله اوزان موجود از شاخص های هاگ در آن مجموعه اندازه

گیری می شود بدین صورت که معیار هماهنگی برابر با مجموع اوزان [] از شاخص هایی است که مجموعه S را تشکیل می دهند. بدین صورت معیار هماهنگی از I بین A و A به شکل رابطه زیر است:

$$\tilde{I}_{kl} = \sum_{j \in S_{kl}} [(\tilde{w}_{1j}, \tilde{w}_{1j'}) ; \tilde{w}_{2j} ; (\tilde{w}_{3j}, \tilde{w}_{3j'})];$$

معیار هماهنگی (I) منعکس کننده اهمیت نسبی از A در رابطه با A است. ارزش بیشتر از I بدان مفهوم است که ارجحیت A بر A بیشتر هماهنگ است بنابراین ارزش های متوالی از معیارهای (K=1.2.30.....) ماتریس متقارن هماهنگی فازی L را به شکل زیر نشان می دهد:

$$I = \begin{bmatrix} - & [(\tilde{t}_{1j}, \tilde{t}_{1j'}) ; \tilde{t}_{2j} ; (\tilde{t}_{3j}, \tilde{t}_{3j'})] \\ [(\tilde{t}_{1j}, \tilde{t}_{1j'}) ; \tilde{t}_{2j} ; (\tilde{t}_{3j}, \tilde{t}_{3j'})] & - \end{bmatrix};$$

• قدم پنجم:

محاسبه ماتریس نا هماهنگی فازی:

معیار نا هماهنگی فازی N برعکس معیار I نشان دهنده شدت بذتر بودن ارزیابی از A در رابطه با A است. این

معیار (NI) با استفاده از عناصر ماتریس V (امتیازات وزین شده) به ازای مجموعه ناهماهنگ D محاسبه می گردد:

$$\tilde{NI}_{kl} = \frac{\max_{j \in D} [(\tilde{v}_{1j}, \tilde{v}_{1j'}) ; \tilde{v}_{2j} ; (\tilde{v}_{3j}, \tilde{v}_{3j'})] - [(\tilde{v}_{1j}, \tilde{v}_{1j'}) ; \tilde{v}_{2j} ; (\tilde{v}_{3j}, \tilde{v}_{3j'})]}{\max_{j \in D} [(\tilde{v}_{1j}, \tilde{v}_{1j'}) ; \tilde{v}_{2j} ; (\tilde{v}_{3j}, \tilde{v}_{3j'})] - [(\tilde{v}_{1j}, \tilde{v}_{1j'}) ; \tilde{v}_{2j} ; (\tilde{v}_{3j}, \tilde{v}_{3j'})]}$$

از این رو ماتریس ناهماهنگی به ازای کلیه مقایسات زوجی از گزینه ها عبارت است از:

$$\tilde{I} = [(\tilde{l}_{1j}, \tilde{l}_{1j'}) ; \tilde{l}_{2j} ; (\tilde{l}_{3j}, \tilde{l}_{3j'})] / m_i$$

و سپس بر اساس آن یک ماتریس بولین (با عناصر ۰ و ۱) به شکل زیر تشکیل می شود:

• قدم ششم:

مشخص نمودن ماتریس هماهنگی موثر:

ارزش های I از ماتریس هماهنگی باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند تا شانس ارجحیت A بر A بهتر مورد قضاوت قرار گیرد. این شانس در صورتی که از یک حداقل آستانه I تجاوز کند نیز بیشتر خواهد شد بدان معنی که را می توان به صورت متوسط از معیار های هماهنگی بدست آورد بدین شکل که:

• قدم هفتم:

مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ موثر:

عناصر NI از ماتریس ناهماهنگ نیز مانند قدم ششم باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند.

این ارزش آستانه NI را می توان با رابطه زیر محاسبه کرد:

سپس یک ماتریس بولین G (معروف به ماتریس ناهماهنگ موثر) تشکیل می شود به طوری که عناصر واحد در ماتریس G نیز نشان دهنده روابط تسلط در بین گزینه ها می باشد.

• قدم هشتم:

مشخص نمودن ماتریس کلی

عناصر مشترک h به صورت زیر از دو ماتریس G و F یک ماتریس کلی (H) را رای تصمیم گیری تشکیل می

دهد.

• قدم نهم:

حذف گزینه های کم جاذبه

ماتریس کلی H نشان دهنده ترتیب ارجحیت نسبی از گزینه هاست بدان معنی که $h=1$ نشان می دهد که A بر A هم از نظر هماهنگی و هم از نظر معیار ناهماهنگی ارجح است. بدین صورت A هنوز ممکن است تحت تسلط گزینه های دیگری باشد. بنابراین شرط اینکه A با استاده از این روش یک گزینه موثر باشد عبارت است از: وجود این دو شرط ممکن است نادر باشد اما بسادگی می توان گزینه های موثر را از ماتریس H تشخیص داد بدین طری که هرستونی از H را که دست کم دارای یک عنصر برابر با واحد باشد می توان حذف نمود زیرا آن ستون تحت تسلط ردیف یا ردیف هایی است. [5]

❖ ELECTRE – TRI

مدل ELECTRE – TRI جزء خانواده روش های چند معیاره الکتراه برای رتبه بندی است که اولین بار در سال 1992 Yu آن را ارائه کرد و در سال های بعد توسعه داده شد و این روش روش دسته بندی رای تصمیم گیری چند معیاره است که گزینه ها را بر اساس بازه های از پیش تعیین شده طبقه بندی می کند. این طبقه بندی در نتیجه مقیاس هر گزینه با پروفیل هایی که مبین مرز طبقات هستند حاصل می شود.

چنانچه مطابق شکل زیر با معیار های g_1, g_2, \dots, g_m (مجموعه F) در نظر گرفته شود و b_1, b_2, \dots, b_p (مجموعه B) حد بالایی دسته C و حد پایینی دسته C باشد $\{H=1, 2, \dots, p\}$ در این حالت $P+1$ دسته وجود خواهد داشت. در این روش رابطه برتری S بین گزینه ها و پروفیل ها برقرار می شود. این ارتباط با a و b یا S و a نشان داده میشود بدین معنی است که گزینه a حداقل بهتر از پروفیل b است یا بر عکس. حد آستانه بی تاوتی q و ارجحیت P اطلاعات برتری داخلی هر معیار را تشکیل می دهند این مقادیر در حقیقت دقت ارزیابی گزینه به ازای معیار را مشخص می کنند.

$q(b)$ بزرگترین اختلاف $g(a)-g(b)$ را مشخص می کند که نشان دهنده سطح بی تفاوتی بین گزینه a و پروفیل b برای معیار g است. $P(b)$ حداقل اختلاف $g(a)-g(b)$ را مشخص می کند که مبین رضامندی گزینه a و پروفیل b برای معیار g است. نمایش شماتیک دسته ها و پروفیل ها در روش ELECTRE – TRI در قالب شکل ارائه شده است. برای طبقه بندی گزینه ها همچنین لازم است تا شاخص های همانندی و نا همانندی محاسبه شوند.

مجموعه ای از ضرائب وزن های مهم k_1, k_2, \dots, k_m و مجموعه ای از آستانه های نپذیرفتن v_1, v_2, \dots, v_p

مشخصه هایی هستند که در ساختن روابط برتری نقش دارند. $v(b)$ نشان دهنده حداقل اختلاف $g(a)-g(b)$ است که با معادله $a S b$ ناموفق است. در این روش شاخص $\delta(a, b_h) \in [0,1]$ نشان دهنده درجه اعتبار معادله $a S b$ است. اگر $\delta(a, b_h) \geq \delta$ معادله $a S b$ صاد است. سطح جدایی است.

دو دیدگاه خوشبینانه و بد بینانه برای انجام این طبقه بندی وجود دارد. در روش بدبینانه گزینه a به صورت متوالی با پروفیل b مقایسه میشود و b اولین پروفیلی است که در معادله $a S b$ گزینه a را به دسته C وابسته می کند. در روش خوشبینانه گزینه a به صورت متوالی با پروفیل های b مقایسه می شوند و b اولین پروفیلی است که در معادله $b > a$ گزینه a را به دسته C وابسته می کند.

در نهایت همان طور که قبلا نیز بیان شد در روش ELECTRE – TRI گزینه ها براساس معیار های مشخص در دسته ها یا طبقات از پیش تعریف شده رار میگیرند. این کار در نتیجه مایسه گزینه با پروفیل هایی که در واقع مبین مرز طبقات هستند انجام می شود. [6]

❖ Intuitionistic Fuzzy ELECTRE

روش IF ELECTRE شامل هشت قدم زیر می باشد:

• قدم اول:

تعیین ماتریس تصمیم گیری

$$0 \leq \mu_{ij} + v_{ij} \leq 1, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\pi_{ij} = 1 - \mu_{ij} - v_{ij}$$

$$M = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

• قدم دوم:

تعیین مجموعه های هماهنگ و نا هماهنگ

تقسیم بندی عناصر هماهنگ و ناهماهنگ به سه دسته قوی متوسط و ضعیف و اختصاص وزن به هریک از آنان

- عناصر قوی مجموعه هماهنگ C_{kl}

$$C_{kl} = \{j | \mu_{kj} \geq \mu_{lj}, v_{kj} < v_{lj} \text{ and } \pi_{kj} < \pi_{lj}\};$$

- عناصر متوسط مجموعه هماهنگ C'_{kl}

$$C'_{kl} = \{j | \mu_{kj} \geq \mu_{lj}, v_{kj} < v_{lj} \text{ and } \pi_{kj} \geq \pi_{lj}\};$$

- عناصر ضعیف مجموعه هماهنگ C''_{kl}

$$C''_{kl} = \{j | \mu_{kj} \geq \mu_{lj} \text{ and } v_{kj} \geq v_{lj}\};$$

- عناصر قوی مجموعه ناهماهنگ D_{kl}

$$D_{kl} = \{j | \mu_{kj} < \mu_{lj}, v_{kj} \geq v_{lj} \text{ and } \pi_{kj} \geq \pi_{lj}\};$$

- عناصر متوسط مجموعه ناهماهنگ D'_{kl}

$$D'_{kl} = \{j | \mu_{kj} < \mu_{lj}, v_{kj} \geq v_{lj} \text{ and } \pi_{kj} < \pi_{lj}\};$$

- عناصر ضعیف مجموعه ناهماهنگ D''_{kl}

$$D''_{kl} = \{j | \mu_{kj} < \mu_{lj} \text{ and } v_{kj} < v_{lj}\};$$

• قدم سوم :

محاسبه ماتریس هماهنگ

ضرب اوزان محاسبه شده هریک از سه گروه تقسیم بندی شده با مجموع اوزان حاصل هر یک از اینها با هم جمع

می گردد تا CL بدست آید.

$$C_{kl} = w_c \times \sum_{j \in C_{kl}} w_j + w_{c'} \times \sum_{j \in C_{kl}} w_j + w_{c''} \times \sum_{j \in C_{kl}} w_j;$$

• قدم چهارم:

محاسبه ماتریس ناهماهنگ

d از فرمول زیر بدست می آید:

$$d = \frac{\max_{j \in D} w_D \times \text{dis}(X_{kj}, X_{lj})}{\max_{j \in D} \text{dis}(X_{kj}, X_{lj})};$$

$$\text{dis}(X_{kj}, X_{lj}) = \sqrt{\frac{1}{2}((\mu_{kj} - \mu_{lj})^2 + (v_{kj} - v_{lj})^2 + (\pi_{kj} - \pi_{lj})^2)};$$

• قدم پنجم:

تعیین ماتریس هماهنگ موثر

تعیین حد آستانه هماهنگ:

$$c = \frac{\sum_{k=1}^m \cdot \sum_{l=1}^m c_{kl}}{m \times (m-1)};$$

$$f_{kl} = 1, \text{ if } c_{kl} \geq c; f_{kl} = 0, \text{ if } c_{kl} < c;$$

• قدم ششم:

تعیین ماتریس نا هماهنگ موثر

تعیین حد آستانه ناهماهنگ:

$$d = \frac{\sum_{k=1}^m \cdot \sum_{l=1}^m d_{kl}}{m \times (m-1)};$$

$$g_{kl} = 1, \text{ if } d_{kl} \leq d; g_{kl} = 0, \text{ if } d_{kl} > d;$$

• قدم هفتم:

تعیین ماتریس کلی موثر

$$e_{kl} = f_{kl} \cdot g_{kl}$$

● قدم هشتم:

حذف گزینه های کم جاذبه [7]

منابع:

- [1] کزازی، ا. امیری، م. رهبر یعقوبی، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی اولویت بندی استراتژیها با استفاده از تکنیک الکره ۳ در محیط فازی فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۲۰، بهار ۹۰ صفحات ۴۹ تا ۷۹
- [2] کزازی، ا. امیری، م. رهبر یعقوبی، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی اولویت بندی استراتژیها با استفاده از تکنیک الکره ۳ در محیط فازی فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۲۰، بهار ۹۰ صفحات ۴۹ تا ۷۹
- [3] Asghari, Fatemeh, et al. "A Fuzzy ELECTRE Approach for Evaluating Mobile Payment Business Models." *Management of e-Commerce and e-Government (ICMeCG), 2010 Fourth International Conference on*. IEEE, 2010
- [4] Montazer, Gholam Ali, Hamed Qahri Saremi, and Maryam Ramezani. "Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection." *Expert Systems with Applications* 36.8 (2009): 10837-10847
- [5] کزازی، ا. امیری، م. رهبر یعقوبی، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی اولویت بندی استراتژیها با استفاده از تکنیک الکره ۳ در محیط فازی فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۲۰، صفحات ۴۹ تا ۷۹
- [6] خدابخشی، ب. جعفری، ح. ۱۳۸۹. بررسی کاربرد مدل دسته بندی چند معیاره Electre- TRI در تعیین اهمیت آثار محیط زیستی پژوهش های محیط زیست، سال ۱، شماره ۲، از صفحه ۳۱ تا ۴۲
- [7] Wu, Ming-Che, and Ting-Yu Chen. "The ELECTRE multicriteria analysis approach based on intuitionistic fuzzy sets." *Fuzzy Systems, 2009. FUZZ-IEEE 2009. IEEE International Conference on*. IEEE, 2009.

چکیده:

مدل های بهینه برای تصمیم گیری همواره مورد توجه بوده و از آنها در بسیاری از مسائل مهم صنعتی استفاده می شود در سال های اخیر توجه محققان به مدل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) معطوف شده است که در این نوع تصمیم گیری به جای یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار استفاده می شود. متدهای متعددی برای MCDM ارائه شده است که روش AHP یکی از آن هاست و برای اولین بار توسط saaty در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد شد. در این روش از عدد فازی زنگوله ای استفاده می شود و همچنین برای محاسبه وزنهای اعداد زنگوله ای از میانگین هندسی باکلی که برای اعداد چهارتایی ارائه شده است استفاده کرده و آن را برای اعداد فازی زنگوله ای تغییر داده ایم و سپس با استفاده از روش ارائه شده، بهترین آلترناتیو را شناسایی کنیم.

واژه های کلیدی: تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)، AHP، AHP، فازی، انتخاب پروژه

۱- مقدمه:

مدلهای بهینه برای تصمیم گیری همواره مورد توجه بوده و از آن ها در بسیاری از مسائل مهم صنعتی استفاده می شود. تصمیم گیری چند معیاره به عنوان یک زمینه محتمل و مهم برای تصمیم گیری، در سال ۱۹۷۰ معرفی شد. در سال های اخیر توجه محققان به مدل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) معطوف شده است که در این نوع تصمیم گیری به جای یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار استفاده می شود. کاربرد تئوری مجموعه های

فازی برای مدل های MCDM، یک راه مناسب برای فرایند تصمیم گیری در مسئله MCDM جهت از بین بردن ابهام و عدم وابستگی به طرز فکر انسان می شود.

متدهای متعددی برای MCDM ارائه شده است که روش AHP یکی از آن هاست و برای اولین بار توسط saaty در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد شد. AHP یک متد برای رتبه بندی آلترناتیوهای تصمیم گیری و انتخاب بهترین آن هاست زمانی که تصمیم گیرنده معیارهای چند گانه دارد. در AHP انتخاب بین دو آلترناتیو به وسیله مقایسات هوشمندانه صورت می گیرد. در یک مقایسه آگاهانه تصمیم گیرنده هر دو راه حل را با در نظر گرفتن یک معیار مقایسه می کند و انتخاب را مشخص می کند. AHP روشی است که برای سیستم های پیچیده مطلوب است و در بین چند گزینه یکی را انتخاب می کند. AHP بر پایه تقسیم مسأله در یک شکل سلسله مراتبی بنا نهاده شده است و به تحلیل گران کمک می کند تا ابعاد معیاری یک مسأله را در ساختار سلسله مراتبی مانند یک شجره خانوادگی سازماندهی کنند و با کاهش تصمیم گیریهای پیچیده به یک سری مقایسات ساده و رتبه بندی ها، به نتایج معقول برسند. [1,2]

AHP یک روش قوی و قابل انعطاف برای تصمیم گیری چند معیاره است که با مسائل پیچیده سر و کار دارد و در آن جنبه های کمی و کیفی باید در نظر گرفته شود. این روش جداسازی مسائل پیچیده را به سلسله مراتب با هدف در بالای سلسله مراتب امکان پذیر می کند و نیز معیار را در سطوح و زیر سطوح سلسله مراتب و آلترناتیوهای تصمیم گیری را در انتهای سلسله مراتب امکان پذیر می کند. اجزای سلسله مراتب در مقایسه برای دستیابی به معیار مطابق با هریک از اجزا در سطح بالاتر مقایسه می شوند. روش آنالیز به محاسبه و جمع آوری بردارهای شاخص می پردازد تا زمانی که بردار نهایی ضریب مشترک برای آلترناتیوها بدست آید. ورودی های بردار ضریب وزنی نهایی انعکاسی از مقدار هر آلترناتیو برای هدفی است که در بالای سلسله مراتب درج شده است. تصمیم گیرنده از این بردار بر پایه احتیاجات و علائق خویش استفاده می کند. [2,5]

به طور مختصر، مراحل گام به گام استفاده شده در AHP به شرح زیر است:

۱- معین کردن معیارهای تصمیم در شکل یک سلسله مراتب اهداف. این سلسله مراتب سطوحی متفاوتی دارد

که از بالا (هدف) تا سطوح وسطی (معیارها و زیرمعیارها) و پائین ترین سطوح (آلترناتیوها) قرار دارند.

۲- وزن معیار و زیر معیارها و آلترناتیوها را هم به عنوان تابعی از اهمیت آن ها برای عنصر مربوطه سطح بالاتر مورد ارزیابی قرار می دهد. برای این هدف، AHP مقایسات دو به دو ساده ای را انجام می دهد تا وزنها را تعیین کرده و آنالیزگر بتواند بر دو فاکتور در یک زمان تمرکز کند.

۳- پس از اینکه ماتریس مقایسه توسعه یافت یک بردار الویت برای بدست آوردن وزن عناصر ماتریس محاسبه می شود. این بردار شاخص نرمالیزه شده ماتریس است.

استفاده از AHP به جای تکنیک های چند معیاری به دلایل زیر می باشد:

(۱) معیار کیفی و کمی در تصمیم گیری لحاظ می شود.

(۲) تعداد زیادی از معیارها در نظر گرفته می شود.

(۳) سلسله بندی مراتبی قابل انعطافی مطابق با مسأله ساخته می شود.

در این مقاله در بخش ۲ ابتدا مروری بر روی AHP فازی خواهیم داشت؛ در بخش ۳ متد ارائه شده شرح داده می شود و در بخش ۴ یک مثال عددی ارائه کرده ایم و در بخش ۵ نتیجه گیری را خواهیم داشت.

۲- AHP فازی

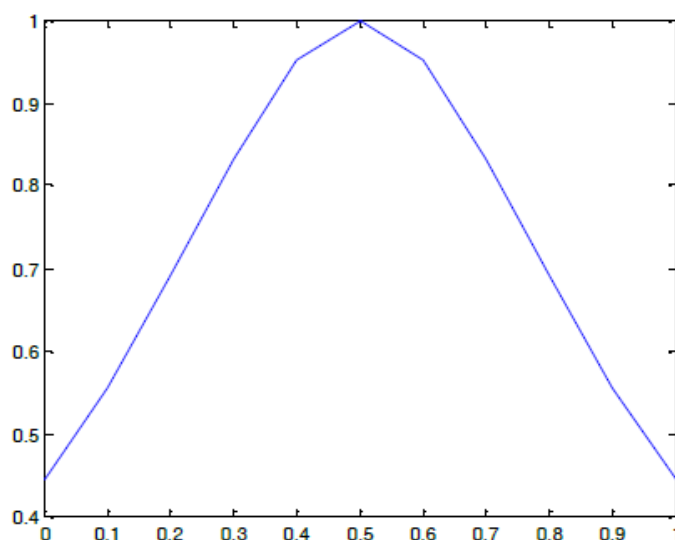
برای تعامل با ابهام فکری بشر، Zadeh ابتدا تئوری مجموعه فازی را معرفی کرد که متمایل به عقلانیت، عدم اطمینان به دلیل نادرستی یا ابهام بود. از مهم ترین مسائل مشترک در تئوری مجموعه فازی توانایی آن در ارائه داده های مبهم است. این تئوری به کاربران ریاضی امکان می دهد تا برای به کار بردن قلمرو فازی برنامه ریزی کنند.

یک مجموعه فازی، گروهی از متغیرها است که پیوستگی عضویت دارند. این گروه به وسیله عملکرد مشخصه عضویت مشخص می شوند که یک درجه عضویت بین ۰ و ۱ به هر یک از آنها اختصاص می دهد. نشانه " ~ " در بالای یک تابع نشان دهنده مجموعه فازی است.

بنابراین \tilde{a} و p و m همه گروه فازی است. عملکرد عضویت این گروه ها به وسیله $\mu(x/p)$ مشخص می شود. یک عدد زنگوله ای، M در شکل ۱ نشان داده شده است. تابع عضویت یک عدد فازی زنگوله ای با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$\mu_a = \frac{1}{1+d(x-c)^2}$$

که در آن d پهناب زنگوله، x عنصر مجموعه جهانی و c محوریت را نشان می دهد.



شکل ۱- عدد فازی زنگوله ای

AHP فازی، بسطی از AHP است که به طور کافی فازی بودن داده را تعدیل می کند. درک آن راحت تر و اداره داده کمی و کیفی در مسائل تصمیم گیری چند داده ای آسان است. در این روش از اعداد فازی مثلثی برای ارجحیت یک معیار بر دیگری استفاده می شود. [3,5]

AHP دارای اصول تجزیه، مقایسات دو به دو و تولید بردار الویت و ترکیب است. بنابراین هدف AHP استفاده از اطلاعات افراد متخصص است. AHP کلاسیک نمی تواند روش تفکر انسانی را منعکس کند. بنابراین AHP فازی و یک بسط فازی AHP توسعه یافت تا مسائل فازی سلسله مراتبی را حل کند. [5]

در مراحل AHP مقایسات دو به دو ماتریس نهایی ارقام فازی اند که به وسیله طراح توصیف می شوند.

۳- مدل تصمیم گیری چند هدفه جدید فازی:

در این قسمت یک متد جدید برای تصمیم گیری با استفاده از AHP فلیزی را ارائه می دهیم. در این روش از عدد فازی زنگوله ای استفاده می شود و همچنین برای محاسبه وزن های اعداد زنگوله ای از میانگین هندسی باکلی که برای اعداد چهارتایی ارائه شده است استفاده کرده و آن را برای اعداد فازی زنگوله ای تغییر داده ایم. در ابتدای کار فرایند مسأله را به صورت ساختار سلسله مراتبی در می آوریم و بعد از مشخص کردن سطوح هدف و معیار و آلترناتیوها، ماتریس مقایسات زوجی را برای هر سطح با توجه به هدف سطح بالا بدس می آوریم. بعد از محاسبه ماتریس، میانگین هندسی هر ردیف از ماتریس ها را بدست آورده و از روی آن ها اوزان w_i و wn_i را برای هر ماتریس محاسبه می کنیم. سپس نسبت مجموع اوزان بدست آمده برای هر شاخص و معیار از هر شاخص را به مجموع وزن بدست آمده برای معیارها محاسبه کرده و برای هر شاخص کمترین نسبت را به عنوان عدد فازی (u_i) آن شاخص انتخاب می کنیم. سپس با استفاده از رابطه ۴ و ۵ (u_i) را برای هر عدد محاسبه کرده و از بین شاخص ها، گزینه ای که بیشترین مقدار را دارد به عنوان بهترین آلترناتیو انتخاب می کنیم. مراحل الگوریتم ارائه شده به شرح زیر می باشد:

مرحله ۱: ماتریس مقایسات زوجی A را از DM به صورت $x = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ بدست می آوریم.

مرحله ۲: میانگین هندسی از هر ردیف را محاسبه می کنیم:

$$h_i = \{ x_{i1} (.) x_{i2} (.) \dots (.) x_{in} \}^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

که در آن x_{ij} عدد فازی شاخص I ام برای معیار J ام می باشد و h_i میانگین هندسی I ام می باشد.

مرحله ۳: اوزان w_i را از هر ردیف ماتریس مقایسه به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$w_i = \frac{h_i}{h_1(+)+h_2(+)\dots(+)+h_n} \quad (2)$$

که w_i وزن شاخص I ام برای ماتریس معیارها می باشد.

مرحله ۴: بعد از محاسبه اوزان برای ماتریس معیارها، اوزان wn_{ij} را برای ماتریس های شاخص ها با استفاده از

روابط ۱ و ۲ بدست می آوریم.

w_{nij} وزن شاخص λ_m برای معیار λ_m از ماتریس شاخص ها برای معیار λ_m است.

مرحله ۵: بعد از محاسبه اوزان w_{nij} و w_i مقادیر u_i را با استفاده از رابطه زیر محاسبه می کنیم:

$$u_i = \min ((w_{nij} + w_j) / \sum_{j=1}^n w_j) \quad i m(3)$$

u_i عدد فازی بدست آمده برای هر آلترناتیو می باشد.

مرحله ۶: بعد از بدست آوردن u_i مقدار $\mu(u_i)$ را با استفاده از رابطه زیر برای آلترناتیوها محاسبه کرده و از روی

مقدار بدست آمده بهترین گزینه را انتخاب می کنیم:

$$\mu(u_i) = \min (s_{ij}) \quad (4)$$

$$s_{ij} = \frac{2 * u_i * u_j}{(u_i + u_j)^2 - (u_i * u_j)} \quad (5)$$

s_{ij} مقدار عدد هر عدد فازی I نسبت به عدد فازی J است و $\mu(u_i)$ مقدار عددی بدست آمده برای هر آلترناتیو می باشد.

بعد از محاسبه مقدار فوق بیشترین مقدار را به عنوان بهترین آلترناتیو انتخاب می کنیم. با استفاده از مقادیر $\mu(u_i)$ آلترناتیو را رتبه بندی و الویت بندی و الویت گذاری می کنیم. در ادامه یک مثال عددی ذکر شده است و نتایج حاصل از این روش با روش MCDM فازی مقایسه شده است.

۴- مثال عددی:

یک کاربر می خواهد با توجه به معیارهای مد نظرش از بین پردازنده های موجود مناسب ترین آن را برای اجرا کردن برنامه مورد نظر انتخاب کند معیارهای این کاربرد عبارتند از I/O (ورودی/ خروجی)، حافظه (RAM)، سرعت پردازش (PROCESS) و میزان باس پردازنده (BUS). حال می خواهیم از بین چهار پردازنده موجود بهترین را برای اجرا با توجه به معیارهای این فرد انتخاب کنیم. [4]

با استفاده از روش ارائه شده اولین کار تشکیل ساختار رده ای و تشکیل ماتریس تصمیم برای معیارها و آلترناتیوهاست. جداول ۱ و ۲ ماتریس مقیاس برای معیارها و ماتریس شاخص ها برای یکی از معیارها (ROR) را

نشان می دهند. به همین ترتیب برای دیگر شاخص ها نیز ماتریس مقیاس را تشکیل می دهیم. جداول ۱ و ۲ در انتهای مقاله آمده است.

بعد از تشکیل ماتریس ها با استفاده از رابطه ۱، اوزان را برای هر یک از آن ها محاسبه می کنیم.

$W_1 = (.1525, .285)$	$W_{1,1} = (.0572, 0)$
$W_2 = (.0794, .153)$	$W_{1,2} = (.0485, 0)$
$W_3 = (.1789, .335)$	$W_{1,3} = (0, .05990,)$
$W_4 = (.1662, .210)$	$W_{1,4} = (0, .1763, 17.9248)$

محاسبات فوق برای دو ماتریس ذکر شده است. برای ماتریس های دیگر نیز مقادیر $W_{i,j}$ را به روش مشابه محاسبه می کنیم. حال با استفاده از رابطه ۳ مقدار u_i را برای هر آلترناتیو بدست آورده و مقدار $\mu(u_i)$ را با استفاده از رابطه ۴ و ۵ برای هر آلترناتیو محاسبه می کنیم. در جدول ۳ مقدار $\mu(u_i)$ برای تمامی آلترناتیوها نوشته شده است.

Alternative	Score
Cpu1	۰,۵۴۴۸
Cpu2	۰,۷۴۰۱
Cpu3	۰,۸۲۹۳
Cpu4	۰,۳۱۶۱

جدول ۳- نتایج نهایی مسأله

همانطور که در جدول فوق مشاهده می شود پردازنده ۳ بیشترین مقدار را دارد و به عنوان مناسب ترین گزینه برای این فرد می باشد.

الویت گذاری آلترناتیوها به صورت زیر می باشد:

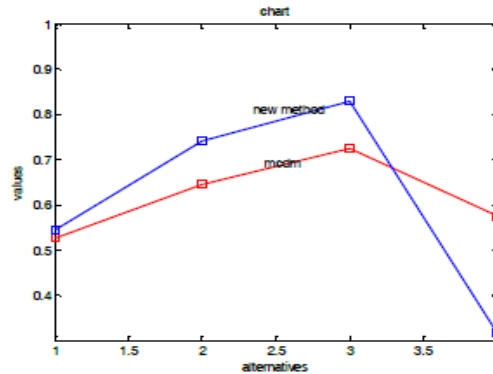
$$Cpu3 > Cpu2 > Cpu1 > Cpu4$$

مسأله فوق را با روش های MCDM فازی که یکی از پرکاربردترین روش هاست و نتایج آن ها را در جدول ۴ آورده ایم. نمودار شکل ۲ مقادیر نرمال شده اعداد تصمیم را برای آلترناتیوهای مختلف با سه روش مذکور نشان می دهد.

	روش ارائه شده	روش MCDM فازی
Cpu1	۰,۵۴۴۸	0.5253
Cpu2	۰,۷۴۰۱	0.6452

Cpu3	۰,۸۲۹۳	0.6748
Cpu4	۰,۳۱۶۱	0.5748

جدول ۴- نتایج حاصل از روشها



شکل ۲- نمودار مقادیر نرمال شده روشها

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می شود در هر دو روش Cpu3 به عنوان بهترین آلترناتیو انتخاب شده است و اولویت گذاری به صورت زیر است:

روش ارائه شده مقاله: Cpu3 > Cpu2 > Cpu1 > Cpu4

روش MCDM فازی:

Cpu3 > Cpu2 > Cpu4 > Cpu1

اگر نتایج روش ارائه شده را با MCDM مقایسه کنیم خواهیم دید که همخوانی بیشتری در اولویت گذاری آلترناتیوها دارند. بنابراین با توجه به مزیت‌های AHP و کاربرد بیشتر آن در مسائل می توان گفت که روش ذکر شده به عنوان یک روش مناسب و آسان از نظر محاسباتی می باشد. این روش زمان اجرای کمترین نسبت به MCDM دارد و برای سیستم های real time می تواند مؤثر باشد.

۵- نتیجه گیری:

در این مقاله یک روش جدید بر مبنای روش AHP فازی ارائه کردیم که در آن اعداد و داده ها به صورت اعداد فازی زنگوله ای است. مزیت این الگوریتم این است که برای انواع مسائل MCDM قابل استفاده است. این روش بخصوص برای مسائل MCDM که در آن ها ماتریس تصمیم در دست نیست، مناسب می باشد برای مسائلی که معیارها به صورت چند لایه ای است و یا از چند DM برای تصمیم گیری استفاده می شود کاربرد خوبی دارد و

همچنین حسن این روش این است که برای تمامی انواع داده فازی کاربرد دارد. مزیت دیگری که این روش نسبت به روش های دیگر می تواند داشته باشد سادگی و راحتی محاسبات و زمان اجرای کم آن است که در سیستمهای real time می تواند کاربرد خوبی داشته باشد. نتایج روش ارائه شده با روش MCDM مقایسه شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که این روش می تواند به صورتی ساده و با محاسبات سریع در مسائل زمان حقیقی کاربرد داشته باشد.

	I/O	RAM	PROCESS	BUS
I/O	(1,1,1)	(1,2,3)	(.75,1,1.25)	(.75,1,1.25)
RAM	(.33,.5,1)	(1,1,1)	(.25,.5,.75)	(.5,.75,1)
PROCESS	(.8,1,1.33)	(1.33,2,4)	(1,1,1)	(1,2,3)
BUS	(.8,1,1.33)	(1,1.33,2)	(.33,.5,1)	(1,1,1)

جدول ۱- ماتریس مقایسه معیارها

منابع:

- 1- Chien- Chang Chou Department of Transportation and avigation Science National Taiwan Ocean University keelung, Taiwan, Republic of China & Department of Shipping Technology National Kaohsiung Marine University Kaohsiung, Taiwan, Republic of China, " A Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Method".
- 2- L.A. Marks', E.G. Dunn', J.M. Kellr', ; and L.D. Godsey, "Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Using Fuzzy Logic" , An Innovation Aprosch to Sustainable Agriculture.
- 3- Chi zhang, xumei song, wei li, " a model combined fuzzy optimum theory with analytical hierarchy process for engineering design".
- 4- S. Mahmoodzadeh, J. Sahrabi, M. Pariazar and M.S. Zaeri
- 5- Askin OZDAGOHLU, Guzin OZDAGOHLU, "Comparision of AHP and FUZZY AHP fpr the Multricriteria Decesion Making processes with linguistic evaluations".

۱- MCDM:

در آغاز قرن بیست و یکم جهان در تمام جوانب با تغییرات قابل توجهی روبه رو شده است، به ویژه تغییرات شگرف در کانال‌های ارتباطی، گسستن و شکستن مرزهای جغرافیایی و سازمانی و نوآوری‌های تکنولوژیک، افزایش تقاضا و بالا رفتن انتظارات مشتریان و شکسته شدن بازارهای کلان به بازارهای کوچک‌تر و محدودتر، که این تغییرات، بقای سازمان‌ها را منوط به بازبینی عمده‌ای در اولویت‌ها و چشم‌انداز استراتژیک آنها نموده است (شریفی و ژانگ، ۲۰۰۰). متأسفانه اغلب شرکت‌ها و مؤسسات به دلیل فقدان اولویت‌بندی مناسب در شاخص‌ها و معیارها، قادر به تعیین ترتیب درست محصولات جهت تخصیص منابع نمی‌باشند و در پی آن بسیاری از منابع موجود خود را از دست خواهند داد (رضوانی و مهدی‌پور، ۱۳۸۸).

یکی از وظایف مهم مدیریت در هر سازمانی تصمیم‌گیری است. اهمیت آن به حدی است که برخی از صاحب‌نظران مدیریت مانند هربرت سایمون مدیریت را با تصمیم‌گیری هم معنا می‌دانند (اصغرپور، ۱۳۸۱). اکثر تصمیم‌گیری‌های مدیران تحت تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی قرار دارد که اغلب این عوامل با یکدیگر در تعارض هستند و آنان سعی می‌کنند که بین چندین گزینه موجود بهترین گزینه را انتخاب کنند. اشتباه و عدم دقت در تصمیم‌گیری مستلزم پرداخت هزینه خطاست. هر چه قدرت و اختیارات مدیریت بیشتر باشد، هزینه تصمیم غلط نیز بالاتر خواهد بود (قدسی‌پور، ۱۳۸۱). طبیعی است که حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره دارای پیچیدگی است و به راحتی امکان پذیر نمی‌باشد بویژه آنکه اغلب معیارهای مزبور با یکدیگر تضاد داشته و افزایش مطلوبیت یکی می‌تواند باعث کاهش مطلوبیت دیگری شود؛

به همین دلیل روش‌هایی تحت عنوان تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multiple Criteria Decision Making) MCDM و به ویژه تصمیم‌گیری چند شاخصه (Multiple Attribute Decision Making) MADM توسعه داده شده‌اند که به حل مسائل مزبور کمک می‌کنند (قاضی‌نوری و طباطبائی‌ان، ۱۳۸۵). آذر نیز در کتاب خود، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی را یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه معرفی می‌کند که توسط ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردیده است. وی اساس این روش را در مقایسات زوجی (به صورت میزان نهایی جانیشینی) نهفته می‌داند (آرمان و همکاران، ۱۳۹۱). روش‌های چندشاخصه دارای فنون متنوعی هستند. در این روش‌ها چندین گزینه بر اساس چندین معیار مختلف با هم مقایسه شده و بهترین گزینه یا ترتیب گزینه‌های بر پایه استدلال ریاضی، بهترین MADM مناسب انتخاب می‌شوند. این روش‌ها بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود به همراه اولویت‌بندی آنها تعیین می‌کند (چینگ و ونگ، ۱۹۸۱).

۲- انبار و انبارداری:

انبار (warehouse) در اغلب سازمان‌ها محلی است که در آن همه نوع مواد؛ تولید، توزیع، تعمیرات و نگهداری، بسته‌بندی، دریافت، نگهداری و صادر می‌گردد و به همین دلیل امور انبار بطور اساسی با نگهداری اقلام مربوط می‌باشد. با این وجود مدیریت انبار فعالیتهایی به مراتب بیش از این جنبه را به شرح زیر دربر می‌گیرد (خسروپناه، ۱۳۷۷):



- ✓ نگهداری، کنترل و صدور اقلام؛
- ✓ کنترل همه انبارگاهها، محوطه‌ها و واحدهای انبار کردن بیرونی سازمان؛
- ✓ امور جابجایی مواد؛
- ✓ فعالیتهای کنترل کیفیت؛
- ✓ آموزش کارکنان آب؛
- ✓ امور دفتری عملیات انبار.

۲-۱- انواع مواد موجود در انبار: انواع مواد موجود در انبار یک عملیات تولیدی مت



- مواد خام؛
- قطعات مونتاژ؛
- اقلام دسته‌بندی؛
- قطعات یدکی؛
- ابزارآلات، نشان‌دهنده‌ها و اندازه‌گیرها؛
- محصولات نیم‌ساخته؛
- محصولات نهایی؛
- مواد تعمیر و نگهداری.

بنابراین، دامنه، حجم و پیچیدگی اقلام هر انباری بستگی به حجم و پیچیدگی عملیات درگیر دارد. سازمان‌های مختلف اقلام مختلفی را نگهداری می‌کنند؛ برای مثال در انبارهای عملیات تولیدی، مواد خام، قطعات مونتاژ، محصولات نیم‌ساخته، اقلام بسته‌بندی و مواد مربوطه و در انبارهای عملیات توزیع، محصولات نهایی، قطعات مونتاژ و قطعات تکمیل شده و یا در انبارهای عملیات مهندسی و تعمیر و نگهداری؛ قطعات یدکی، ابزارآلات، دستگاهها، مواد پاک‌کننده و سرویس نگهداری می‌گردد. انباردار به خاطر این تنوع و گوناگونی بسیار زیاد اقلام، نیاز به دانش بالای تجربی شناخت انواع بی‌شمار مواد و عملیات دارد (خسروپناه، ۱۳۷۷).

انبارها را از لحاظ ساختمان به ۳ گروه تقسیم می‌کنند (امیرشاهی، ۱۳۸۱):

- ❖ **انبار پوشیده:** بعضی از اجناس به علت حساسیت و مواد خاصی که در ساختمانشان به کار رفته باید در انباری که همه اطراف آن بسته و دارای سقف است، نگهداری شوند؛
- ❖ **انبار سرپوشیده:** نوعی انبار که سقف دارد ولی چهارطرف آن باز و فاقد حفاظ جانبی است. اقلام و یا اجناسی که در مقابل نور مستقیم آفتاب و برف و باران خاصیت خود را از دست می‌دهند، در این انبارها نگهداری می‌شوند؛

❖ **انبار باز:** این انبار به صورت محوطه است و معمولاً اجناسی که در مقابل نور آفتاب و برف و باران خاصیت اولیه خود را از دست نمی‌دهند با رعایت اصول انبارداری در آن نگهداری می‌شوند.

در واقع صنعتگران، واردکنندگان و صادرکنندگان کالاها، عمده فروشان و گمرک از استفاده کنندگان از انبارها می‌باشند. انبارها معمولاً در شهرها، شهرک‌های صنعتی و کارخانجات ساخته می‌شوند ولی ممکن است جهت سهولت در دریافت و صدور کالا، در کنار راه‌های اصلی، فرودگاه و یا بنادر ساخته شوند تا کالاها مستقیماً به انبار وارد و یا از آن خارج گردد. انبارها از لحاظ کاربری نیز ممکن است انواع گوناگونی داشته باشند مثل:



- ❖ انبار محصول؛
- ❖ انبار مواد اولیه؛
- ❖ انبار قطعات نیم ساخته؛
- ❖ انبار قطعات یدکی؛
- ❖ انبار ابزارآلات؛
- ❖ انبار غلات و مخازن؛
- ❖ انبارهای کالای خطرناک مثل کالاهای آتش زا یا پرتوزا؛
- ❖ انبار یا مخزن کالاهای گران قیمت (امیرشاهی، ۱۳۸۱).

۲-۲- فرایندهای اصلی در انبارداری: این فرایندها مجموعه عملیاتی را دربر دارند که در کلیه انبارها انجام می‌شوند.

✓ **پذیرش کالا:** صاحبان کالا یا شرکت‌های حمل و نقل متقاضی استفاده از خدمات انبارداری با توجه به قوانین، مجوزهای لازم برای ورود کالا به انبار را ارایه می‌کنند. این مجوزها ممکن است شامل درخواست تحویل کالا به انبار و مدارک مربوط به کالا (نظیر اظهارنامه، مانیفست، پته گمرکی، مجوزهای گمرک) باشد. معمولاً با ورود کالا به پشت درب انبار بایستی کنترل‌های نگهداری و امنیتی انجام پذیرد، سپس کالا وارد محوطه پذیرش شود. در محوطه پذیرش مسئولین انبار، کالاها را از لحاظ شکلی و تعداد با اطلاعات اظهار شده کنترل می‌نمایند و در صورت مغایرت صورت جلسه تنظیم می‌شود. با توجه به نوع و وضعیت کالا و امکانات انبار، در این قسمت کالاها دسته‌بندی می‌شوند و به انبار متناسب ارسال می‌شوند.

✓ **جاگذاری و جابجایی کالا:** پس از ورود کالا به انبار لازم است تا براساس استانداردهای موجود در خصوص نحوه ذخیره سازی کالا، مکان مناسبی برای هر کالا در نظر گرفته و کالا در محل مورد نظر جاگذاری شود. محل نگهداری دقیق کالا در داخل انبار باید در اسناد کاغذی و یا سامانه مدیریت انبار ثبت شود. پس از تکمیل فرایند تحویل، صاحب کالا و یا نماینده قانونی وی که ممکن است شرکت حمل و نقل باشد، رسید یا قبض انبار را دریافت می‌کند. صاحب کالا از کالای تحویل شده به انبارهای عمومی می‌تواند به عنوان وثیقه یا تضمین برای دریافت اعتبار و یا وام از بانکها و مؤسسه مالی و اعتباری استفاده نماید (تأمین مالی با وثیقه قرار دادن موجودی کالا). در این صورت انبارهای عمومی رسمی که اساسنامه آنها بر اساس تصویب‌نامه قانونی انبارهای عمومی مصوب ۱۳۴۰ (تصویب‌نامه ۱۶۹۵۲ مورخ ۱۳۴۰/۶/۱۱ مربوط به تأسیس انبارهای عمومی)، به تأیید هیأت نظارت بر انبارهای عمومی رسیده باشد، امکان صدور برگه وثیقه برای صاحب کالا را خواهند داشت.

✓ **انتخاب و گردآوری کالا برای خروج:** در صورت درخواست صاحب کالا برای خروج کالا از انبار، پس از انجام تشریفات خروج کالا، عملیات گردآوری کالا از سطح انبار و حمل آن به نقطه تحویل انجام می‌شود. در انبارهای عمومی رسمی، کالایی که برای

آن برگه وثیقه صادر شده باشد و هنوز در وثیقه بانک یا مؤسسه دیگری باشد اجازه خروج از انبار را نخواهد داشت (احمدی، ۱۳۷۱).

✓ **بسته‌بندی و تحویل کالا:** پس از صدور مجوز خروج کالا، با دریافت اطلاعات مربوط به تحویل کالا و وسیله‌ی نقلیه، منابع لازم برای انجام بارگیری کالا تخصیص داده می‌شود و در صورتیکه صاحب کالا درخواست بسته‌بندی داشته باشد، کالاهای مورد نظر بسته‌بندی و بارگیری می‌شوند. در صورت نیاز بایستی فهرست اقلام بارگیری شده و مشخصات آنها در قالب مستندات خاصی (مانیفست، فاکتور، بارنامه و...) تهیه و ارائه شود (اعظمی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۳- طراحی انبار:

مکان‌یابی، طراحی سیستم ورود، جابجایی و خروج کالاها از انبار بسیار حیاتی است تا عملیات انبارها با حداقل هزینه و حداکثر بهره‌وری انجام پذیرد. از آنجا که کالای ذخیره شده در انبارها در فرایند تولید دارای ارزش افزوده کمی می‌باشند، در اواخر قرن بیستم استفاده از سیستم‌هایی نظیر JIT جهت کاهش موجودی در فرایند و حذف انبارها بکار گرفته شد.



در محاسبه فضای انبار باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- تعیین وظایف انبار مربوطه؛
- تعیین اقلام قابل ذخیره‌سازی از نظر نوع، خصوصیات فیزیکی (وزن، حجم، شکل ظاهری و امثال آن)، نحوه و محل انبار کردن (قفسه، محل باز، روی زمین و یا محل‌های دیگر)؛
- تعیین روش حمل و نحوه ورود و خروج مواد (اعظمی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۴- برخی دانستنی‌ها در طراحی انبار:

- اقلام پرمصرف یا حجیم و سنگین بهتر است نزدیک به محل مصرف انبار شوند و در انبار در نزدیکی درب نگهداری شوند؛
- بهتر است اقلام حجیم و بزرگ در قفسه‌بندی در طبقات پایین‌تر چیده شوند؛
- حداکثر استفاده از ارتفاع به عمل آید؛
- قابلیت دسترسی به همه کالاهای ذخیره شده تأمین شود؛
- حداکثر استفاده از نیروی انسانی موجود و امکانات حمل‌ونقل به عمل آید؛
- در طراحی انبار سازوکار لازم برای نظارت بر ورود و خروج قانونی اقلام دیده شود؛
- عملیات انبارداری توسط یک سیستم اطلاعاتی مناسب پشتیبانی شود (رفیعی، ۱۳۸۸).

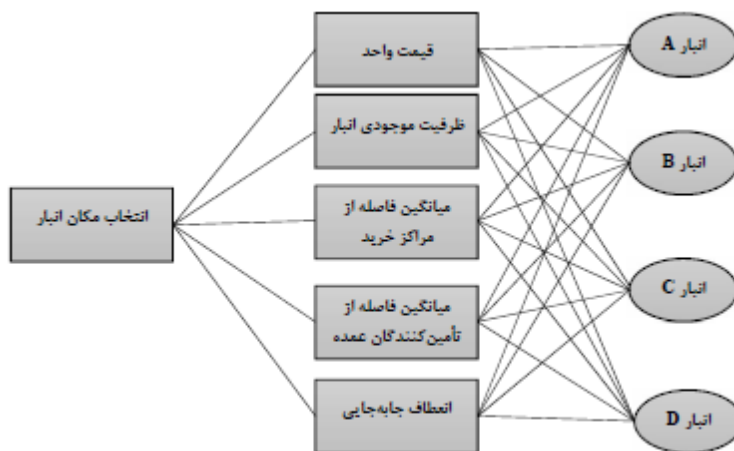


۳- MCDM و انبارداری:

با توجه به اینکه انبار نقش مهمی در زنجیره تأمین دارد، انتخاب مکان انبار نیز یکی از مهم‌ترین بخش‌های تصمیم‌گیری در این زنجیره است. اوزکان و همکارانش (۲۰۱۱) در پژوهش خود با عنوان "تحلیل مقایسه‌ای روش‌های MCDM و کاربرد آن در انتخاب مکان انبار" ابتدا به تحلیل تفاوت‌های روش‌های مختلف MCDM از جمله ELECTRE، AHP، TOPSS و Grey Theory پرداخته‌اند و سپس کاربردهای وسیع آن را در انتخاب بهترین مکان از بین چندین گزینه در بخش خرده‌فروشی به عنوان مطالعه موردی نشان داده‌اند. پژوهشگران در این تحقیق با بیان اینکه سه روش نام برده از روش‌های اولیه MCDM هستند و به منظور انتخاب یا طبقه‌بندی گزینه‌ها با معیارهای کمی و/یا کیفی که با واحدهای اندازه‌گیری متفاوت استفاده می‌شوند، از این سه روش برای یافتن بهترین گزینه موجود استفاده کردند. البته بر اساس ساختار مسائل تصمیم‌گیری، کاربرد این روش‌ها حیطة گسترده‌ای پیدا کرده است. به عنوان مثال روش TOPSIS که بهترین گزینه را بر اساس ماکزیمم کردن فاصله از نقطه ایده‌آل منفی و مینیمم کردن فاصله از نقطه ایده‌آل مثبت می‌یابد، تنها برای حوزه‌هایی نظیر ارزیابی عملکرد با کاربرد تصمیم‌گیری مالی به کار نمی‌رود (کیم و همکاران، ۱۹۹۷) بلکه برای نسبت‌های مالی (دنگ و همکاران، ۲۰۰۰) و همچنین برای مواردی مانند سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر (آگراوال و همکاران، ۱۹۹۱) و انتخاب فرآیندهای تولید (چائو و پارکان، ۱۹۹۵؛ پارکان و وو، ۱۹۹۵) در حوزه مدیریت تولید نیز کاربرد وسیعی دارد.

به طور مشابه روش الکترو (I, II, III, IV, A) بهترین گزینه را به وسیله مقایسات زوجی همه گزینه‌ها انتخاب می‌کند؛ در مورد مسائل تصمیم‌گیری مانند مکان کارخانه و انتخاب محصول مرکزی (لوپز و گنزالس، ۲۰۰۳) به کار گرفته می‌شود و به خصوص کاربرد وسیعی در حل مسائل مدیریت محیط و ارزیابی محیط (روگرز و بروئن، ۱۹۹۸)، انتخاب سیستم مدیریت ضایعات جامد (پوه و آنگ، ۱۹۹۹) و برنامه‌ریزی منابع آبی (آناند، ۱۹۹۵) دارد که اهمیت آن در سال‌های اخیر بسیار افزایش یافته است. برخلاف این روش‌ها، تئوری گری (Grey) تحلیل‌های ریاضی زیادی را درباره سیستم‌ها انجام می‌دهد که بخشی از آنها شناخته شده و برخی ناشناخته‌اند و به آنها "دانش ضعیف" و "داده ناکافی" می‌گویند که اولین بار توسط دنگ (۱۹۸۲) مطرح شد. در سال‌های اخیر این روش بسیار مورد استفاده قرار

گرفته و در مسائل تصمیم‌گیری زیادی مانند انتخاب تأمین‌کنندگان (لی و همکاران، ۲۰۰۶)، انتخاب چیدمان کارخانه (کائو و همکاران، ۲۰۰۸)، ارزیابی عملکرد مالی (کانگ و ون، ۲۰۰۷)، پیش‌بینی تقاضا (ونگ، ۲۰۰۴) و انتخاب مواد (چان و تونگ، ۲۰۰۷) به طور موفقیت‌آمیزی کاربرد داشته است. در این پژوهش، سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری مسأله انتخاب مکان انبار به صورت شکل (۱) می‌باشد.



شکل (۱): سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری انتخاب انبار

در این پژوهش روش کار به ترتیب زیر بوده است:

۱. تعریف مسأله:

با توجه به اهمیت مکان انبار به منظور سود بخشی کسب و کار، یکی از مهمترین تصمیم‌گیری‌های مدیریت پشتیبانی، انتخاب مرکز پخش می‌باشد (چن، ۲۰۰۱). توجه به شاخص هزینه و سودبخشی همیشه مدنظر تصمیم‌گیرندگان بوده ولی در شرایط سخت رقابتی امروز، توجه به سطح خدمات‌رسانی به مشتریان و رضایت آنها بسیار مهم است. به منظور انتخاب مکان انبار، کورپلا و همکارانش (۲۰۰۷) روش‌های AHP و DEA را به صورت ترکیبی با هم به کار بردند. کسب و کار در بخش خرده‌فروشی با تقاضای نامطمئن و تنوع محصولات همراه و بیانگر این مورد بوده است که انبار موجود نمی‌تواند به صورت موازی با نرخ رشد تقاضا و محصولات از پایان سال ۲۰۰۸ حرکت کند؛ بنابراین برای دستیابی به اهداف رشد ۵ ساله، مدیران برنامه‌های کسب و کار، مجبور شدند برای انتخاب ناحیه مربوط به انبار جدید، تصمیماتی اتخاذ کنند که انجام عمل پشتیبانی هرچه بهتر و کامل‌تری را در پی داشته باشد. در نتیجه این پژوهش ۴ گزینه برای انبار مشخص و تعریف و همچنین شاخص‌هایی به شرح زیر برای این گزینه‌ها در نظر گرفته شد:

- **قیمت واحد:** یکی از تعیین‌کننده‌های اساسی مکان انبار، قیمت واحد در مترمربع (m^2) است. صددرصد، کاهش قیمت واحد انبار در بین گزینه‌های موجود، اولویت انتخاب آن را به همراه خواهد داشت.

- **ظرفیت نگهداری موجودی:** در ساختار کسب و کار کلان، هماهنگی ظرفیت انبار با نرخ رشد، بسیار اهمیت دارد. هنگامی که ظرفیت انبار کم باشد، مشکل بزرگی در جریان مؤثر بهره‌برداری ایجاد می‌کند. بالا بودن ظرفیت انبار موجب شکل‌گیری فضای غیرفعال در آن شده و در نتیجه هزینه‌ها را افزایش می‌دهد؛ بنابراین در بین گزینه‌های موجود، انبارهایی که خارج از حدود بالا و پایین ظرفیت نگهداری موجودی هستند، در فرآیند تصمیم‌گیری حذف می‌گردند.
- **میانگین فاصله از مراکز خرید:** کاهش دوره‌ارائه محصول به مشتری و زمان چرخه زنجیره تأمین، مزیت رقابتی مهمی را برای کسب و کار بخش خرده‌فروشی ایجاد می‌کند. این شرایط به خصوص زمانی مهم است که تولیدکنندگان محصولات خود را برای اولین بار به مشتریان ارائه می‌کنند؛ یعنی برای ارائه محصولات، هنگامی که موجودی زیادی با قیمت فروش بالا در انبار وجود دارد، به منظور جلوگیری از هزینه فروش و از دست دادن اعتبار و نفوذ شرکت، لازم است تا حد امکان، انبار به مراکز خرید نزدیک باشد.
- **میانگین فاصله از عرضه‌کنندگان اصلی:** فاکتور مهم دیگر، کاهش زمان چرخه زنجیره تأمین است. کاهش این شاخص، زمان ارائه محصول و هزینه‌های حمل و نقل و پشتیبانی را کم می‌کند.
- **انعطاف در جابه‌جایی:** این فاکتور نتیجه ارزیابی فاکتورهای نقشه‌کشی و چیدمان مکان انبار است و با شاخص‌هایی که به منظور انطباق مکان انبار با چیدمان‌های مختلف و نسبت فضای مفید انبار به کل فضای آن در نظر گرفته می‌شود، برابری می‌کند. گزینه‌ها در این پژوهش بر اساس اعداد (صفر تا چهار) یعنی: خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب در نظر گرفته شده‌اند (جدول ۱).

جدول (۱): اطلاعات مربوط به گزینه‌ها به ازای شاخص‌های مسأله

گزینه‌ها	UP(\$/m ²)	SHC	MF	DS	DMS
A	۷	۱۰۰,۰۰۰	۳	۲۰	۱۴
B	۱۰	۱۲۰,۰۰۰	۱	۸	۱۰
C	۸	۱۵۰,۰۰۰	۲	۱۲	۱۲
D	۶	۱۸۰,۰۰۰	۴	۱۶	۱۳

۲. وزن‌دهی به شاخص‌ها:

در این مطالعه از روش Simos برای وزن‌دهی به شاخص‌های متوالی استفاده شده است. بیشترین اختلاف بین وزن شاخص‌ها، به معنای مقداری بیش از کارت‌های سفید است. در اینجا با استفاده از روش Simos برای مسأله انتخاب مکان انبار، وزن‌های قیمت واحد (UP)^۱، ظرفیت موجودی انبار (SHC)^۲، میانگین فاصله از مراکز خرید (DS)^۳، میانگین فاصله از توزیع‌کننده‌های اصلی (DMS)^۴ و انعطاف در حرکت (MF)^۵ محاسبه شده است.

۳. حل مسأله به روش TOPSIS:

نتیجه حاصل از حل مسأله به این روش و با در نظر گرفتن مقادیر C_i به دست آمده، بیانگر انتخاب انبار D به عنوان بهترین گزینه بوده است:

$$C_i = (0.15; 0.53; 0.60; 0.74) \longrightarrow D > C > B > A$$

۴. حل مسأله به روش ELECTRE:

نتیجه محاسبات (توافق و عدم توافق شاخص‌ها در گزینه‌های مختلف) در این روش، برتری انبار D را مانند روش TOPSIS تأیید می‌کند. رتبه‌بندی گزینه‌ها در این روش بدین صورت است:

$$D > B = C > A$$

۵. کاربرد تئوری Grey در حل این مسأله:

توجه به این نکته در مورد مکان‌یابی انبار ضروری است که با در نظر گرفتن شاخص ظرفیت انبار، گزینه انباری که ظرفیت نگهداری کالای آن کم باشد، مشکلاتی در زمینه جریان صحیح کار و بهره‌برداری ایجاد می‌کند؛ و ظرفیت بالای انبار نیز هزینه‌های زیاد حاصل از فضای اضافی آن را به همراه دارد. مقدار بهینه در نظر گرفته شده برای این شاخص، انباری با ظرفیت ۱۴۰ هزار واحد کالا (قطعه) است. حدود بالا و پایین این شاخص ۱۶۰ هزار و ۱۲۰ هزار واحد (قطعه) می‌باشد. پس در چنین شرایطی استفاده از روش Grey برای جبران نقص موجود در دو روش قبل و با در نظر گرفتن تابع هدف شاخص‌های عملکرد، ضروری است. البته این روش نرمالیزه کردن را با فرمول‌های متفاوتی انجام می‌دهد.

$$X_o = \{X_{UP}, X_{SHC}, X_{DS}, X_{DMS}, X_{MF}\} = \{5, 140.000, 0, 0, 4\}$$

نتیجه نهایی رتبه‌بندی این ۴ انبار با استفاده از روش مذکور: $C > B > D > A$

-
1. Unit Price
 2. Stock Holding Capacity
 3. Average Distance to Shop
 4. Average Distance to Main Supplier
 5. Movement Flexibility

۴- نتیجه گیری:

همان‌طور که می‌دانیم روش‌های MCDM به صورت وسیعی در انتخاب یک گزینه از بین چند گزینه موجود و حتی رتبه‌بندی آنها، کاربرد بسیار زیادی دارند. در بین این روش‌ها ELECTRE، TOPSIS و AHP به دلیل سادگی، بیشتر از بقیه استفاده می‌شوند. یکی از مهم‌ترین مباحث روز دنیای کسب و کار، زنجیره تأمین و یکی از پراهمیت‌ترین بخش‌های این زنجیره، قسمت پشتیبانی آن است که در این بین نقش انبارها بسیار پررنگ می‌باشد. انتخاب بهینه مکان انبار از مهم‌ترین مسائلی است که مدیران زنجیره تأمین شرکت‌ها بر عهده دارند. پژوهشی که به طور خلاصه به آن اشاره شد، در ابتدا مسأله یافتن بهترین مکان انبار را به دو روش TOPSIS و ELECTRE حل کرد که هر دوی این روش‌ها نتایج یکسانی را دربر داشتند ولی همان‌طور که می‌دانیم یکی از شاخص‌ها یعنی ظرفیت انبار (SHC) در این مسأله دارای حدود بالا و پایین بود ولی با شاخص‌های دیگر یکسان در نظر گرفته شده بود که این مورد باعث بروز خطا در انتخاب می‌شد. بنابراین برای رفع چنین مشکلاتی در مسائل مشابه که دارای شاخص‌های حددار هستند، از روش دیگری نیز برای مقایسه نتایج استفاده می‌گردد. در این پژوهش نیز محققین برای رفع مشکل دو روش قبل از تئوری Grey استفاده نمودند که نتایج مقایسه هر ۳ روش در جدول (۲) آورده شده است. جالب توجه است که با وجود تفاوت در الگوریتم‌ها و روش محاسبه دو روش TOPSIS و ELECTRE هر دو پاسخ مشابهی به مسأله قبل دادند ولی انبار D با وجود اختلاف جواب تئوری Grey با دو روش قبل، بهترین گزینه در نظر گرفته شد؛ البته این تفاوت به دلیل روش متفاوت استاندارد کردن شاخص عملکرد شاخص متفاوت در گزینه‌ها (SHC) بود.

جدول (۲): نتیجه مقایسه سه روش تصمیم‌گیری مسأله مکان انبار

	TOPSS	ELECTRE	Grey Theory
A	۴	۳	۴
B	۳	۲	۲
C	۲	۲	۱
D	۱	۱	۳

جدول (۲): رتبه‌بندی گزینه‌های انبار بر اساس روش تصمیم‌گیری

۵- منابع:

۵-۱- داخلی:

احمدی، عبدالله، (۱۳۷۱)، *مقررات قانونی تودیع کالا در انبارهای عمومی رسمی*، انتشارات انبارهای عمومی و خدمات گمرکی ایران، فروردین، ص ۴۶.
کارتر، آر.جی، (۱۳۷۷)، *مدیریت انبار و عملیات مرتبط*، ترجمه رمضان علی خسروپناه، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
امیرشاهی، منوچهر، (۱۳۸۱)، *اصول کارپردازی و انبار داری در سازمان‌های دولتی و مؤسسات تولیدی*، انتشارات مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، چاپ یازدهم.
اصغری‌پور، محمدجواد، (۱۳۸۱)، *تصمیم‌گیری‌های چند معیاره*، چاپ دوم، تهران: دانشگاه تهران.

قدسی پور، حسین، (۱۳۸۱)، *فرآیند سلسله‌مراتبی داده‌ها AHP*، تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز نشر.

آذر، عادل و حجت فرجی، (۱۳۸۱)، *علم مدیریت فازی*، مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران.

قاضی‌نوری، سید سپهر و طباطبائی‌ان، سید حبیب ا...، (۱۳۸۵)، "تحلیل حساسیت مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه نسبت به روش مورد استفاده"، *مجله دانشگاه تهران*، ج ۱۵، شماره ۳۶، صص ۳۸-۲۵.

رضوانی، حمیدرضا و مهدی‌پور حسین‌آباد، صفورا، (۱۳۸۸) "کاربرد فنون MADM فازی جهت اولویت‌بندی محصولات تولیدی کارخانه چینی مقصود مشهد"، *چشم‌انداز مدیریت*، شماره ۳۱، تابستان، صص ۱۹۶-۱۷۹.

آرمان، محمدحسین، صالحی صدقیانی، جمشید، مژدهی، سارا، نظرلی، علی، (۱۳۹۱)، "محاسبه میزان ناسازگاری ساختار سلسله‌مراتبی و ماتریس‌های مقایسات زوجی در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی"، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، سال دهم، شماره ۲۷، زمستان، صص ۱۱۲-۸۹.

اعظمی، سعیدرضا؛ سعیدپور، جلال؛ قاضی‌عسگر، مهسا و ظفری، قباد، (۱۳۹۲)، *مدیریت انبار و تدارکات: راهنمای عملیاتی مدیران بهداشت و درمان*، نشر اخوت.

۵-۲- خارجی:

- Hwang, ching and sun, Yoon kwang (1981), "*Multiple Attribute Decision Making*", Berlin: Springer varlag.
- Zhang, Z., & Sharifi, H. (2000). "A methodology for achieving agility in manufacturing organisations". *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.20, No.4, pp. 496-513.
- Lopez, J. C., & Gonzalez, E. (2003). "A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology". *European Journal of Operational Research*, 148, pp. 14-27.
- Wang, C. H. (2004). "Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid Grey Theory". *Tourism Management*, 25, pp. 367-374.
- Li, G.D., Yamaguchi, D., & Nagai, M. (2006). "A grey-based approach to suppliers selection problem". In Proceedings 2006 of international conference on parallel and distributed processing techniques and applications (PDPTA2006), Vol. 2, pp. 818-824.
- Chan, J. W. K., & Tong, T. K. L. (2007). "Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach". *Materials and Design*, 28, pp. 1539-1546.
- Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J. (2007). "Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies". *International Journal of Production Economics*, 108, pp. 135-142.
- Kung, C., & Wen, K. (2007). "Applying grey relational analysis and grey decisionmaking to evaluate the relationship between company attributes and its financial performance - A case study of venture capital enterprises in Taiwan". *Decision Support Systems*, 43, pp. 842-852.
- Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G. (2008). "The use of grey relational analysis in solving multi attribute decision-making problems". *Computers and Industrial Engineering*, 55, pp. 80-93.
- Tuncay Ozcan, Numan Celebi, S-akir Esnaf, (2011), "Comparative analysis of multi-criteria decision making methodologies and implementation of a warehouse location selection problem", *Expert Systems with Applications*, 38, pp. 9773-9779.

مقدمه

تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی تسهیلات عمدتاً از تصمیم‌گیری‌های بلندمدت و استراتژیک است. در این تصمیم‌گیری، اهداف مختلفی باید مورد توجه قرار گیرند که بعضاً با یکدیگر تعارض و منافات دارند.

به طور مثال مکان‌یابی دفن زباله، مکان‌یابی نامطلوب به شمار می‌رود و غالباً مردم تمایل دارند این مکان‌ها حتی- المقذور با فاصله زیادی از محل زندگی آن‌ها استقرار یابد. از این رو مراکز دفن زباله باید دور از مراکز تجمع جمعیت قرار گیرند. از طرف دیگر به منظور کاهش هزینه حمل زباله، مطلوب است فاصله این مراکز با مناطق تمرکز جمعیت (که تولید زباله بیشتری دارند) حداقل گردد. بنابراین در این مسأله با دو هدف مواجهیم: اولاً حداکثر کردن فاصله از مراکز جمعیتی و ثانیاً حداقل کردن هزینه حمل و نقل. در نهایت باید جوابی را بدست آوریم که تعادل بین این دو هدف را برقرار کند. (Daskin, 1997).

علاوه بر مثال فوق، نمونه‌های بسیار زیاد دیگری نیز در زمینه مکان‌یابی چندهدفه وجود دارند که تعدادی از آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم، اما آنچه باید به آن توجه خاص کرد، این است که مسائل فوق عموماً در قالب مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه و در حالت خاص‌تر، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه ارائه می‌گردند. لذا لازم است که ابتدا گذری بر این حوزه و شیوه‌های حل در آن داشته باشیم.

تصمیم‌گیری، فرایند یافتن زیرمجموعه‌ای از تصمیمات از مجموعه تمام تصمیمات قابل اتخاذ (فضای موجه) بر اساس معیارهای مختلف است. غالباً معیارهایی که برای سنجش بهینگی تصمیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، متعدد هستند. در چنین شرایطی با تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مواجهیم. روش‌های بسیار متنوعی در تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفته می‌شوند، ولی تمام آن‌ها در سه عنصر ذیل مشترکند:

الف) مجموعه‌ای از معیارها برای قضاوت،

ب) مجموعه‌ای از متغیرهای تصمیم‌گیری،

ج) فرایندی شامل مقایسه تصمیمات،

مروری بر تصمیم‌گیری چند معیاره

مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره خود به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM)
- مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه

تفاوت اصلی این دو دسته این است که در تصمیم‌گیری چندشاخصه معمولاً تعداد محدودی (قالباً کم و قابل شمارش) جواب (تصمیم) از پیش تعیین شده وجود دارد که هر جواب، هر یک از معیارها را تا سطح خاصی برآورده می‌سازد (نه لزوماً از لحاظ کمی) و با مقایسه سطح برآورده شدن معیارها توسط جواب‌های مختلف، می‌توان جواب نهایی را به دست آورد، اما در تصمیم‌گیری چندهدفه بر خلاف حالت قبل با جواب‌های گسسته و از پیش تعیین شده مواجه نیستیم، بلکه با فضای موجهی روبرو هستیم که تعداد جواب‌های آن می‌تواند بی‌کران باشد و می‌خواهیم بهترین جواب را با توجه به اهداف مختلف به دست آوریم. این دسته مسائل غالباً در ویژگی‌های ذیل مشترک هستند:

- مجموعه‌ای از اهداف کمی،
- مجموعه‌ای از محدودیت‌ها،
- فرایندی جهت کسب اطلاعات معاوضه‌ای (بده بستانی).

تصمیم‌گیری چندهدفه

مقدمه

مدل کلی مسدله چندهدفه (VMP) به شکل زیر فرمول‌بندی می‌شود.

$$\text{Max (Min) } \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)\}$$

$$s. t. g_i \leq 0$$

بدون ایجاد اشکال در کلیت، در این تحقیق، اهداف را از نوع بیشینه‌سازی در نظر می‌گیریم. ابتدا تعاریف زیر را ارائه می‌کنیم:

جواب بهینه: جوابی که تمام اهداف را به طور همزمان بهینه کند که غالباً به علت تعارض اهداف چنین جوابی قابل حصول نیست.

جواب مؤثر (غیرمغلوب): جوابی مانند \bar{X} مؤثر است؛ اگر هیچ جواب دیگری وجود نداشته باشد که به ازای حداقل یک هدف از \bar{X} بهتر بوده، به ازای سایر اهداف از آن بدتر نباشد.

جواب برتر: جوابی که توسط تصمیم‌گیرنده (DM) از بین جواب‌های مؤثر انتخاب می‌شود.

روش‌های مواجهه با MOLP بر اساس اطلاعاتی که از جانب DM در اختیار تحلیل‌گر مسئله قرار می‌گیرد، به چهار دسته تقسیم بندی می‌شوند.

در ذیل به بررسی این روش‌ها بر اساس دسته‌بندی چهارگانه می‌پردازیم، ولی با توجه به تعدد روش‌ها تنها به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

الف) عدم دسترسی به اطلاعات در مورد ارجحیت DM

مزیت اصلی این روش‌ها این است که DM درگیر پیچیدگی‌ها و مباحث مربوط به تحلیل مسئله نمی‌گردد، ولی همین امر تحلیل‌گر را ملزم می‌کند مفروضاتی را در مورد ارجحیت DM در نظر بگیرد که امری بسیار دشوار است. در این مورد تنها به بررسی روش‌های LP-Metric می‌پردازیم. هدف این روش‌ها حداقل کردن انحراف توابع هدف موجود از یک جواب بهینه است. با توجه به این که جواب بهینه غالباً موجود نیست، ابتدا جواب بهینه هر یک از k تابع هدف را به طور جداگانه تحت محدودیت‌های مسئله به دست می‌آوریم.

ب) دسترسی به اطلاعات پیشینی در مورد ارجحیت‌های DM

در این حالت اطلاعات به دست آمده از DM قبل از حل مدل به تحلیل‌گر ارائه می‌گردد و بر دو نوع است: اطلاعات اصلی و اطلاعات ترکیبی (اولویتی و اصلی)

• اطلاعات اخذ شده اصلی هستند.

دو روش اصلی موجود در این قسمت عبارتند از:

۱- روش تابع مطلوبیت: در این روش ابتدا لازم است DM مطلوبیت خود نسبت به توابع، که نشان‌دهنده ارجحیت‌های او است را ارائه دهد. Hurber (۱۹۷۴) و Raiffa و Keeny (۱۹۷۶) از جمله محققانی هستند که به بررسی روش‌ها و مسائل مطرح در مورد تابع مطلوبیت پرداخته‌اند. بزرگترین مزیت این روش این است که اگر بتوان صورت مسأله را به‌طور صحیح مورد استفاده قرار داد، به دست آوردن جوابی که حداکثر رضایت را برای DM ایجاد می‌کند، تضمین می‌گردد.

۲- روش اهداف کران‌دار: در این روش DM یکی از اهداف را به عنوان هدف اصلی انتخاب کرده، برای سایر اهداف یک حداقل سطح قابل قبول ارائه می‌دهد. روش اهداف کران‌دار به علت مواجهه با مشکلات زیر، امروزه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولاً انتخاب تابع هدف اصلی برای DM غالباً امری گنگ و مبهم است و ثانیاً تعیین حدود پایین (و بالا) برای توابع هدف در بسیاری موارد منجر به ایجاد مجموعه محدودیت‌هایی ناسازگار می‌گردد.

• اطلاعات اخذ شده به شکل ترکیبی (اولویتی و اصلی) هستند.

در این روش قبل از حل مدل اطلاعاتی راجع به اصل توابع هدف و یا اولویت (ارجحیت) آن‌ها از DM اخذ می‌گردد. در این قسمت نیز دو روش وجود دارد: روش لکسیکو گراف و برنامه‌ریزی آرمانی.

در روش لکسیکو گراف، DM اهداف را بر اساس اهمیت آن‌ها اولویت‌بندی می‌کند. تاکنون تحقیقات زیادی در مورد برنامه‌ریزی آرمانی صورت گرفته است. از نقاط مثبت این روش، انعطاف‌پذیری آن در برخورد با مسائل مختلف است.

ج) دسترسی به اطلاعات تعاملی در مورد ارجحیت‌های DM

در روش‌های مربوط به این بخش، نیازی به کسب اطلاعات از DM قبل از حل مدل نیست، بلکه DM در جریان حل مدل قرار داشته، اطلاعات وی در حین حل مدل اخذ می‌گردد.

از مزایای این روش‌ها، علاوه بر حضور DM در فرایند حل و کسب دانش برای او که موجبات تسهیل در اجرایی شدن راه حل فراهم می‌آورد، وجود مفروضات محدود کننده کمتر نسبت به روش‌های قبل است. در این روش‌ها DM

ارجحیت‌های خود را به طور موضعی در حین حل مدل اعلام می‌کند. در مقابل می‌توان از وابستگی جواب‌های نهایی به دقت DM و نیاز به انجام تلاش بیش‌تر از جانب وی به عنوان نقاط ضعف این مدل یاد کرد.

این روش‌ها به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- اطلاعات اخذ شده به شکل صریح هستند:

در این بخش لازم است DM تعدیل‌های ترجیحی خود را در مورد سطح خاصی از اهداف ارائه کند. این روش که توسط (Benson, 1975) ارائه شده، از روش اهداف کراندار استفاده می‌کند ولی سعی دارد در تعامل با DM جواب نهایی را بهبود بخشد.

- اطلاعات اخذ شده به شکل ضمنی هستند:

در این بخش نیازی به کسب اطلاعات صریح از DM وجود ندارد که به عنوان مزیت این روش‌ها به حساب می‌آید.

روش ایده‌آل جایگزین شده

این روش توسط Zeleny (از جمله تألیفات ۱۹۷۴ و ۱۹۷۶) برای مواجهه با MOLP ارائه گردید. یکی از گام‌های MOLP یافتن مجموعه‌ای از جواب‌های مؤثر است، اما مشکل این است که این روش‌ها عموماً مجموعه بزرگی از جواب‌های کارا را ارائه می‌دهند که انتخاب یک جواب برتر از بین آن‌ها بسیار مشکل است. روش ایده‌آل جایگزین شده کمک می‌کند تا بتوانیم این مجموعه جواب‌های مؤثر را تقلیل دهیم. البته به این منظور روش‌های تکمیلی دیگری هم ارائه شده است. الگوریتم روش ایده‌آل جایگزین شده:

گام ۱: مجموعه N را که شامل تعدادی از جواب‌های مؤثر است بیابید. (با هر روش دلخواه).

گام ۲: جواب‌های بهینه هر یک از اهداف را به شکل جداگانه به دست آورید.

گام ۳: مجموعه سازشی C^i را که زیرمجموعه‌ای از N است و اعضای آن نزدیک‌تری جواب‌ها به جواب‌های خاص از گام ۲ هستند طبق هر معیار دلخواه بیابید.

گام ۴: اگر C^i به اندازه کافی کوچک بود که DM بتواند جوابی برتر از بین اعضای آن انتخاب کند، الگوریتم به اتمام می‌رسد وگرنه جواب ایده‌آل جدید تعریف کرده، به گام ۳ بروید.

ویژگی مثبت روش فوق، مناسب بودن آن برای مسائلی است که اهداف پیچیده و مبهمی دارند. همچنین این روش نیاز به اطلاعات چندانی از جانب DM ندارد.

د) دسترسی به اطلاعات پسینی در مورد ارجحیت‌های DM

روش‌های این بخش در نهایت زیرمجموعه‌ای از جواب‌های مؤثر را به DM ارائه می‌دهند و او خود جواب برتر را برمی‌گزیند. مزیت این روش‌ها این است که نیازی به پذیرش مفروضات و یا اطلاعاتی در مورد ارجحیت DM ندارند، ولی ضعف مهمی که موجب محدود شدن کاربرد علمی این روش‌ها شده، بزرگ بودن مجموعه جواب‌های مؤثر است که انتخاب جواب برتر را برای DM دشوار می‌سازد. به همین جهت این روش‌ها عموماً به همراه روش‌های تعاملی از جمله روش ایده‌آل جایگزین‌شده به کار می‌روند. لازم به ذکر است که این روش‌ها لزوماً مجموعه تمام جواب‌های مؤثر را ایجاد نخواهند کرد.

۱) روش پارامتریک (روش وزین)

۲) روش محدودیت‌های b_l

۳) روش‌های MOLP

***** تصمیم‌گیری چندشاخصه

مدل‌های چندشاخصه اصولاً برای انتخاب یک یا چند گزینه برتر از بین تعدادی گزینه موجود استفاده می‌شود. در واقع فضای تصمیم‌گیری در تصمیم‌گیری چندشاخصه گسسته است، یعنی حتماً گزینه‌هایی وجود دارد و هدف ما یا انتخاب یک گزینه است یا امتیازدهی به گزینه‌های مختلف بر مبنای یک تعداد شاخص. به‌طور کلی فرایند تصمیم‌گیری چندشاخصه شامل چهار فاز است که به شرح زیر می‌باشد:

فاز ۱: تعریف ساختار مسأله

در این فاز ساختار مسأله تعریف می‌شود و شامل سه گام است:

گام ۱: تعریف هدف

گام ۲: تعیین شاخص‌ها

گام ۳: تعیین گزینه‌ها

فاز ۲: امتیاز دهی گزینه‌ها

این فاز نیز شامل سه گام است:

گام ۱: تعیین امتیازها

گام ۲: بی‌مقیاس کردن

گام ۳: رفع تعارض

فاز ۳: وزن دهی شاخص‌ها

معمولاً شاخص‌ها اهمیت متفاوتی دارند. این تفاوت را با وزن‌دهی شاخص‌ها تعیین می‌کنیم. دو روش عمده برای وزن‌دهی شاخص‌ها وجود دارد:

الف) وزن‌دهی شاخص‌ها بدون استفاده از امتیاز گزینه‌ها

ب) وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از امتیاز گزینه‌ها

فاز ۴: ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر

در این فاز گزینه‌ها را ارزیابی و گزینه برتر را انتخاب می‌کنیم. دو گروه عمده در این فاز مطرح است:

الف) گروه غیر جبرانی (non-compensatory)

در این روش مبنا بر این است که شاخص‌ها یکدیگر را جبران نکنند، یعنی تبادل بین معیارها مجاز نیست، بدین معنا که نقطه ضعف یک گزینه در یک شاخص توسط مزیت آن گزینه در شاخصی دیگر جبران نمی‌شود. در این روش‌ها شاخص‌ها با هم تجمیع و تعدیل نمی‌شوند، بلکه معمولاً فقط یک شاخص تعیین کننده و غالب است. با این روش‌ها ممکن است گزینه‌ای که فقط یک نقطه قوت دارد انتخاب شود و یا گزینه‌ای که فقط یک نقطه ضعف دارد رد شود. با این حال این روش‌ها کاربردهای خاص خود را دارند. مزیت این روش‌ها سادگی آن‌ها است که با رفتار DM و محدودیت اطلاعات او تطابق دارد. در برخی از این روش‌ها ممکن است نیازی به کسب اطلاعات از DM نباشد. کاربرد این روش‌های نسبتاً ساده بستگی به موقعیت داشته، دقت بیشتری را از سوی تحلیل‌گر می‌طلبد.

ب) گروه جبرانی (compensatory)

در این روش‌ها مبنا بر این است که شاخص‌ها یکدیگر را جبران کنند، یعنی تبادل بین معیارها مجاز است، بدین معنا که نقطه ضعف یک گزینه در یک شاخص توسط مزیت آن گزینه در شاخصی دیگر جبران می‌شود. در این روش‌ها شاخص‌ها با هم تجمیع و تعدیل می‌شوند. لذا فقط یک شاخص تعیین کننده و غالب نیست، بلکه اجماع شاخص‌ها است که تعیین کننده است. در واقع در این روش‌ها هیچ شاخصی حق و تو ندارد.

در این گروه سه زیر گروه وجود دارد:

۱) زیر گروه نمره گذاری و امتیاز دهی (scoring) :

در روش‌های این زیر گروه سعی در برآورد یک تابع مطلوبیت به ازای هر گزینه است. لذا گزینه با بیشترین مطلوبیت انتخاب می‌شود. بنابراین چالش اصلی در این زیر گروه برآورد تابع مطلوبیت چند شاخصه است.

چهار روش متداول در این زیرگروه عبارتند از:

-مجموع وزین ساده (SAW)

-حاصلضرب وزین ساده (SMW)

-مجموع وزین رده بندی شده (HAW)

-مجموع وزین با تعامل متقابل (IAW)

۲) زیر گروه سازشی (compromising)

در روش این گروه مبنا، سازش یا توافق با جواب ایده ال و عدم سازش با جواب ضد ایده ال است. لذا در این روش‌ها گزینه ای انتخاب می‌شود که نزدیک ترین گزینه از راه حل ضد ایده ال باشد. چهار روش عمده در این زیر گروه عبارتند از:

LINMAP, TOPSIS, MRS, MDS

۴) زیرگروه هماهنگ (concordance)

خروجی این گروه به صورت یک مجموعه از رتبه ها است، به نحوی که هماهنگی لازم را به مناسب ترین صورت تأمین می کند. در این زیر گروه معمولاً از مفهوم outranking استفاده می شود.

برخی از روش های این گروه عبارتند از:

ELECTRE, PROMETHEE, ORESTE, LAM

برخی مسائل مکان یابی چندمعیاره

در سال های اخیر مدل های مکان یابی پیوسته با معیارهای چندگانه مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. در حال حاضر مسائل مختلفی به عنوان ادبیات این حوزه معرفی می گردند. مسأله هدف نقطه، (به عنوان نمونه Wendell و Hurter، ۱۹۷۳؛ Hansen و همکارانش، ۱۹۸۰؛ Pelegrin و Fernandez، ۱۹۸۸؛ Carrizosa و همکارانش، ۱۹۹۳) مسأله مکان یابی تسهیلات پیوسته حداقل مجموع با معیارهای چندگانه (Nickel و Hamacher، ۱۹۹۶؛ Puerto و Fernandez، ۱۹۹۹) و مسأله مکان یابی میانه شبکه با معیارهای چندگانه (Hamacher و همکارانش، ۱۹۹۸؛ Wendell و همکارانش، ۱۹۹۷) نمونه هایی از آن هستند.

از طرف دیگر مسائل مکان یابی گسسته با معیارهای چندگانه، کمتر مورد توجه بوده اند، ولی محققان متعددی نیز به بررسی این مدل ها و کاربرد آن ها پرداخته اند. از جمله Ross و Soland (۱۹۸۰) مسائل چند فعالیت - چند تسهیل را مطالعه کردند. Lee و همکارانش (۱۹۸۱) کاربردی از مدل های آرمانی عدد صحیح برای مکان یابی تسهیلات با اهداف رقابتی چندگانه را بررسی کردند. همچنین Ogryczak (۱۹۹۹) به جستجوی الگوهای مؤثر متقارن در مکان یابی، برای یک مسأله گسسته چند معیاره پرداخت.

امروزه بهینه سازی ترکیباتی چندهدفه (MOCO) (Ehrogott و Gandibleux، ۲۰۰۰؛ Teghem و Ulungu، ۱۹۹۴) چارچوب مناسبی را برای مواجهه با مسائل گسسته چندمعیاره، از جمله مسائل مکان یابی فراهم آورده، در روش های مختلفی نیز ارائه گردیده است.

برخی مسائل مکان‌یابی چندهدفه

۱- مسأله مکان‌یابی چندهدفه کارخانه بدون محدودیت ظرفیت (UPLP)

UPLP یکی از نمونه‌های قدیمی و مطرح در حوزه مسائل مکان‌یابی گسسته است که تاکنون تحقیقات زیادی در مورد آن انجام گرفته و روش‌های مؤثری برای حل آن ارائه گردیده است. این مسأله شامل تأسیس و مکان‌یابی تعدادی کارخانه در میان مجموعه‌ای از نقاط بالقوه و تخصیص مجموعه‌ای دیگر از مشتریان به آنهاست، به طوری که مجموع هزینه راه‌اندازی و تخصیص مشتریان حداقل گردد. در این مسأله، ظرفیت کارخانه‌ها برای تأمین تقاضای مشتریان نامحدود در نظر گرفته می‌شود.

Fernandez و Pureto (۲۰۰۳) مدل UPLP را در حالتی که به پارامترهای آن بر اساس تنوع سناریوهای اتخاذ شده از جانب تصمیم‌گیر، مقادیر مختلفی تخصیص داده می‌شود بررسی کردند. به عبارتی این تمایل وجود دارد که پارامترهای مدل به علل مختلفی از جمله ملاحظه عدم قطعیت در تخمین، ملاحظه استراتژی‌های مختلف مدیریتی، ملاحظه شرایط فصل و زمانی و ... لزوماً مقادیر یکتایی نداشته باشند. در این حالت به ازای هر مقدار از مجموعه مقادیر پارامترها، یک تابع هدف به دست می‌آید. در ضمن به ازای مجموعه مقادیر آنها که هر یک در نتیجه ملاحظه سناریو حاصل می‌شود، مجموعه‌ای از توابع هدف به دست می‌آید و در نتیجه با یک مدل مکان‌یابی چندهدفه روبرو خواهیم بود.

مسأله مکان‌یابی چندهدفه مراکز توزیع

در دهه‌های اخیر، صنعت پخش و توزیع کالا و خدمات رشد بسیار سریعی داشته است، به طوری که در سال ۱۹۹۲ بیش از یک سوم مبادلات خرده فروشی به این صنعت اختصاص داشته که ارزش آن بالغ بر ۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ دلار بوده و این رقم برای سال ۲۰۰۰ حدود ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ دلار تخمین زده شده است (Franchise Association International, ۱۹۹۵). در اصطلاح بازاریابی توزیع کالا و خدمات، امتیازی است که از طرف شرکت‌های صاحب امتیاز کالا و خدمات به شرکت‌های خریدار آن (شرکت‌های توزیع) داده می‌شود و طبق آن شرکت خریدار امتیاز، عموماً تحت نام تجاری و یا با استفاده از آرم تجاری شرکت صاحب امتیاز، حق فروش و انجام مبادلات تجاری محصولات و خدمات آن را به دست می‌آورد و در قبال آن ملزم به پرداخت مبالغی است. یکی از تصمیمات کلیدی در این صنعت، مکان‌یابی مراکز توزیع در بازار است. معرفی مراکز توزیع جدید در میان مراکز موجود، تصمیمی بسیار کلیدی است که مستقیماً برای استراتژی‌های شرکت‌های توزیع بستگی دارد.

تاکنون در زمینه مکان‌یابی مراکز فروش، محققان زیادی از جمله Achabal و همکارانش (۱۹۸۲) Craig و Ghosh (۱۹۸۴)، Davies و Rogers (۱۹۸۴)، Goodchild و Mclaffetry (۱۹۸۷)، Jones و Simmons (۱۹۹۰) و Durvasula و همکارانش (۱۹۹۲) فعالیت کرده‌اند. البته بین مکان‌یابی مراکز توزیع و مراکز فروش معمولی تفاوت وجود دارد و علت آن این است که در صنعت، توزیع باید علاوه بر سود شرکت‌های توزیع، شرکت صاحب امتیاز کالا و خدمات نیز حداکثر گردد و تصمیم‌گیری در این مورد باید با موافقت هر دو واقع گردد. به طور مثال، شرکت‌های توزیع، بدون موافقت شرکت‌های صاحب امتیاز نمی‌توانند مکان مراکز توزیع را تغییر دهند. قابل ذکر است که غالباً بین منافع شرکت‌های توزیع و شرکت‌های صاحب امتیاز تضاد وجود دارد. از جمله این تضادها این است که شرکت‌های صاحب کالا و خدمات تمایل دارند به منظور کسب سهم بیشتر بازار با شرکت‌های توزیع جدیدی مرتبط شوند که این امر موجب کاهش سهم بازار شرکت‌های توزیع فعلی می‌شود. Pirkul و همکارانش (۱۹۸۷) یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح برای مسأله تأسیس مراکز توزیع با در نظر گرفتن محدودیت‌های سرمایه و فضای انبار و با هدف حداکثرسازی سود فرمول‌بندی و حل کردند. Kaufman و Rangan (۱۹۹۰) به بررسی تضاد بین گسترش بازار شرکت‌های صاحب امتیاز و سود مورد انتظار شرکت‌های توزیع پرداختند. Ghosh و Craig (۱۹۹۱) با در نظر گرفتن این تضاد، سه مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ۱-۰ با هدف حداکثرسازی سود شرکت‌های صاحب امتیاز، شرکت‌های توزیع موجود و شرکت‌های توزیع جدید فرمول‌بندی کرده، حل کردند. Current و Storbeck روشی چندهدفه برای مکان‌یابی سیستم‌های توزیع با در نظر گرفتن مسأله تحویل به مشتریان ارائه کرده، آن را حل کردند. همچنین Evans و Kolli (۱۹۹۵) به بررسی مسأله مکان‌یابی مراکز توزیع با استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح چندمعیاره پرداختند. نیز Evans و Kolli (۱۹۹۹) به بررسی مکان‌یابی مراکز توزیع جدیدالتأسیس پرداختند که به عنوان یکی از نمونه‌های این حوزه، آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم. فرض کنید قرار است مراکز توزیع جدیدی مکان‌یابی و تأسیس گردند و با یک شرکت صاحب امتیاز کالا و خدمات، برای فروش محصولات آن قرارداد ببندند. در مناطقی که قرار است این مراکز مکان‌یابی شوند، تعدادی از مراکز توزیع طرف قرارداد با شرکت صاحب امتیاز و همچنین تعدادی از مراکز فروش رقیب قرار دارند. واضح است که حضور هر مرکز توزیع جدید، بخشی از مشتریان هر دو نوع مرکز موجود را جذب می‌کند که در مجموع برای شرکت صاحب امتیاز کالا و خدمات مطلوب است. از طرف دیگر، این مراکز جدید به مراکز توزیع موجود و مرتبط با این شرکت صاحب امتیاز آسیب می‌رسانند که امری نامطلوب است. بنابراین، تحت این شرایط با تضاد مواجه هستیم. لازم به ذکر است که جذب مشتری سایر مراکز فروش از هر جهت مطلوب است. Evans و Kolli با فرمول‌بندی کردن یک مدل چندهدفه سعی کردند مکان‌یابی مراکز توزیع جدید را با در نظر گرفتن همه اهداف فوق انجام دهند. همچنین برخلاف مدل‌های قبل از خود در مورد مکان‌یابی مراکز توزیع، فرض

این که هر مشتری لزوماً از نزدیک‌ترین تأمین‌کننده نیاز خود را برطرف می‌کند را در نظر نگرفته، بلکه فرض کردند که هر مشتری به علل مختلفی، از جمله کیفیت محصول یا خدمات ممکن است از مراکز دورتر نیاز خود را برطرف کند.

برخی مسائل مکان‌یابی چندشاخصه

۱- مسأله مکان‌یابی چندمعیاره انبارهای لجستیک

مسأله‌ای که می‌خواهیم بررسی کنیم مسأله مکان‌یابی انبارهای پشتیبانی در سیستم لجستیک نیروهای مسلح است. در واقع این مسأله یک مسأله چندمعیاره ترکیبی است به این معنا که هم چندهدفه است و هم چندشاخصه، ولی ما به جنبه چندشاخصه آن بیشتر تأکید می‌کنیم. روش کار ما این است که ابتدا مسأله مکان‌یابی موردنظر را تبیین می‌کنیم. سپس آن را با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مدل‌سازی و تجزیه تحلیل می‌کنیم. در پایان مسأله را شبیه‌سازی می‌کنیم؛ یعنی با دادن مقادیر فرضی به پارامترها مسأله را به کمک الگوریتم‌ها و نرم‌افزارهای کامپیوتری حل می‌کنیم تا نتایج ملموسی به دست آید.

اگر سیستم لجستیک نیروهای مسلح (military logistics system) به صورت یک زنجیره تأمین تصور شود، شامل سه جزء اساسی است:

مبادی (origins)، مراکز (انبارهای) پشتیبانی (supportive centers)، رده‌های تحت پوشش (supported centers)

مبادی شامل بندرگاه‌ها، فرودگاه‌ها و کارخانجات داخلی‌اند که منبع اصلی مواد و کالاهای مورد نیاز رده‌های نیروهای مسلح هستند. مراکز پشتیبانی شامل انبارها، تعمیرگاه‌ها و پایانه‌های حمل و نقل می‌شوند که مواد و کالاها را از مبادی دریافت و به رده‌های نظامی ارسال می‌کنند. رده‌های تحت پوشش، شامل یگان‌های نظامی (تیپ‌ها، لشکرها و ...) می‌شوند که مواد و کالاها را دریافت و مصرف می‌کنند.

تعداد و محل مبادی و رده‌های تحت پوشش معلوم و ثابت فرض می‌شود، ولی تعداد و محل انبارهای پشتیبانی نامعلوم است و قرار است تعیین شود. هیچ محدودیتی در روابط بین مبادی و انبارهای پشتیبانی وجود ندارد، به این معنا که کالای مورد نیاز هر انبار می‌تواند توسط هر کدام از مبادی تأمین شود، اما در روابط انبارها و رده‌های تحت پوشش، محدودیت‌هایی وجود دارد. هر انبار فقط می‌تواند تعداد محدودی رده نظامی را تحت پوشش قرار دهد. این

تعداد به شعاع پوشش آن انبار بستگی دارد. بعلاوه هر رده - بجز در موارد استثنایی - فقط و فقط باید به یک انبار تخصیص داده شود. نکته دیگر این که برخی از کالاها می‌توانند به‌طور مستقیم از مبادی به رده‌ها ارسال شوند.

همان‌طور که گفتیم مسأله مکان‌یابی ما از نوع پوشش است. دو نوع عمده از مسائل پوشش عبارتند از: مسأله حداکثر پوشش (maximum covering) که در آن، تعداد وسایل جدید مشخص است و هدف، یافتن مکان این وسایل است، به گونه‌ای که بتوان حداکثر تعداد ممکن از نقاط تقاضا را پوشش داد؛ و دسته دیگر مسأله پوشش مجموعه (set covering) است که در آن، محل و تعداد وسایل جدید نامعلوم است و قرار است به‌گونه‌ای تعیین شود که بتوان با حداقل تعداد از وسایل جدید یک مجموعه از نقاط تقاضا را پوشش داد. مسأله ما از نوع پوشش مجموعه (set covering) است.

به‌طور خلاصه، مسأله شامل یافتن حداقل تعداد ممکن و بهترین محل انبارهای پشتیبانی به منظور پوشش تقاضای رده‌های موجود و سپس تخصیص متعادل هر یک از رده‌های موجود به یکی از این انبارها است.

مدل‌سازی

بر اساس تعریف مسأله، توابع هدف و محدودیت‌های مسأله به صورت زیر هستند:

اهداف: یافتن

- حداکثر تعداد انبارهای پشتیبانی،
- بهترین مکان برای انبارهای پشتیبانی،
- تخصیص رده‌های تحت پوشش به انبارهای پشتیبانی،

محدودیت‌ها:

- پوشش همه رده‌های نظامی موجود،
 - تعادل بار انبارهای پشتیبانی.
- دقت کنید که این یک مسأله مکان‌یابی گسسته است، یعنی محل انبارهای پشتیبانی باید از میان تعداد محدودی مکان‌های کاندید انتخاب شود. ما مسأله را با یک رویکرد سلسله‌مراتبی مدل‌سازی می‌کنیم دو هدف اول با محدودیت اول در یک مدل، و هدف سوم با محدودیت دوم در یک مدل دیگر جای می‌گیرند در واقع مسأله به دو زیر مدل تقسیم می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Min } z_1 &= \sum_{i=1}^m x_i \\ \text{Max } z_2 &= \sum_{i=1}^m c_i x_i \\ \text{st:} \\ \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i &\geq 1; \quad j=1, \dots, n \\ x_i &\in \{0,1\} \end{aligned}$$

فرض بر این است که مکان m کاندید برای احداث انبار و n رده نظامی موجود است.

x_i یک متغیر صفر و یک است که اگر مکان کاندید i برای استقرار یک انبار مناسب باشد مقدار یک خواهد گرفت و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد داشت. لذا تابع هدف اول، تعداد انبارهای پشتیبانی را حداقل و تابع هدف دوم، کیفیت انبارهای انتخاب شده را حداکثر میکند. به این صورت که برای هر انبار، یک شاخص کیفیت به نام c_i را در نظر میگیریم بعد میگوییم که این پارامتر را چگونه حساب می کنیم.

به این ترتیب، تابع هدف دوم مجموع این شاخص را برای مکان های انتخاب شده حداکثر می کند. a_{ij} نیز یک پارامتر صفر و یک است، بطوری که اگر مکان کاندید i بتواند رده j را پوشش بدهد مقدرت یک خواهد گرفت و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد داشت. این پارامتر به شعاع پوشش بستگی دارد. با داشتن شعاع پوشش می توان ماتریس پوشش A را که درایه های آن همین a_{ij} ها هستند تشکیل داد. لذا محدودیت مسأله تضمین می کند که همه رده های نظامی پوشش داده شوند.

بار دیگر تأکید می کنیم که مدل فوق مدل پوشش مجموعه (*set covering*) است.

مدل تک هدفه تخصیص

$$\text{Min}_y U = \text{Max}_{1 \leq k \leq q} \left\{ \sum_{j=1}^n w_j b_{kj} y_{kj} \right\}$$

St:

$$\sum_{k=1}^q b_{kj} y_{kj} = 1$$

$$y_{kj} \in \{0,1\}$$

فرض کنید از حل مدل تول به این نتیجه برسیم که q مکان $(q \leq n)$ از بین مکان های کاندید برای استقرار انبار انتخاب شده است. حال می خواهیم رده های موجود را به این مکان ها تخصیص بدهیم به گونه ای که بار انبار ها متعادل شود. در این مدل b_{kj} یک پارامتر صفر و یک است، بطوریکه اگر رده j توسط مکان منتخب k قابل پوشش باشد مقدار یک خواهد گرفت و در غیر این صورت مقدار صفر خواهد داشت. b_{kj} متعلق به ماتریس پوشش اصلاح شده B است که با حذف ستون های مربوط به مکان های غیر منتخب از ماتریس پوشش اولیه A به دست می آید. y_{kj} یک متغیر صفر و یک است که اگر رده j به انبار مستقر در مکان منتخب k تخصیص داده شود مقدار یک خواهد گرفت و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد داشت. w_j وزن رده j است که نشان دهنده اهمیت یا مقدر تقاضای آن رده است.

تابع هدف این مدل تضمین میکند که تقاضای تخصیص داده شده به انبار های مختلف تا حد امکان برابر باشد. همان طور که می دانید تابع هدف مینیماکس اصولاً برای ایجاد تعادل و یافتن نقطه تعادل (نقطه مرکز) استفاده می شود. در این مسأله نیز کل تقاضا مقدار ثابتی است و چنانچه به طور مساوی بین انبار های مختلف تقسیم شود ماکزیمم مقدار تخصیص داده شده مینیمم میگردد.

محدودیت مسأله تضمین می کند که هر رده نظامی فقط به یکی از انبار های منتخب تخصیص داده شود.

مدل فوق یک مدل افراز بندی مجموعه (*set partitioning*) است. در واقع در مدل اول، تعداد افراز ها را مشخص کردیم (تعداد انبار های پشتیبانی) و در این مدل، رده موجود را افراز می کنیم.

حل مسأله

در این بخش مسأله را در سه فاز متوالی حل می کنیم:

فاز ۱: در این فاز می خواهیم اولاً از بین مکان های متعددی که برای استقرار انبار پیشنهاد شده اند تعدادی را به عنوان مکان های کاندید انتخاب کنیم. در واقع می خواهیم از بین تعدادی گزینه های اولیه، تعداد کمتری را برای ورود به مدل اول انتخاب و ثانیاً برای مکان های انتخاب شده پارامتر کیفیت را حساب کنیم. پس در این فاز به نوعی، گردآوری اطلاعات (*data gathering*) داریم تا بتوانیم بعداً مدل را حل کنیم. این کار را به طور سیستماتیک با فرایند تصمیم گیری چندشاخصه (*MADM*) انجام می دهیم.

فاز ۲: در این فاز با استفاده از اطلاعات فاز اول، مدل *set covering* را دقیقاً مشخص کرده، به کمک تکنیک های تصمیم گیری چندهدفه (*MODM*) حل می کنیم. در واقع جواب های مؤثر و جواب های برتر را مشخص می سازیم.

فاز ۳: در این فاز به کمک نتایج فاز دوم، مدل set partitioning را دقیقاً مشخص و سپس به کمک تکنیک‌های برنامه‌ریزی صفر و یک آن را حل می‌کنیم.

جمع بندی

اساساً مسائل مکان‌یابی در جهان واقع ماهیت چندمعیاره دارند و لذا آشنایی با این دسته مسائل برای پژوهشگران ضروری است. با توجه به گستردگی مسائل حوزه مکان‌یابی و نیز طیف وسیع تکنیک‌های MCDM به نظر می‌رسد در این حوزه جای کار زیاد است. رویکردهای سلسله مراتبی و تقلیلی در حل چنین مسائلی می‌توانند نوآوری ایجاد کنند. در این تحقیق به بررسی نمونه‌هایی از مسائل چندهدفه در حوزه مکان‌یابی پرداختیم. تاکنون محققان زیادی به بررسی مسائل این حوزه پرداخته‌اند که در این میان می‌توان از Min و Revelle، Cohon، Current نام برد. Min، Current و Shilling (۱۹۹۰) با بررسی ۴۵ مقاله از ۲۰ نشریه، مدل‌های مکان‌یابی چندهدفه را به چهار دسته تقسیم‌بندی کردند. طبق نتایج تحقیقات آن‌ها بزرگ‌ترین دسته این مدل‌ها آن‌هایی هستند که هدفشان کمینه‌سازی هزینه و همچنین مسافت است. دومین دسته رایج، مدل‌هایی با اهدافی تقاضا محور هستند که بر پوشش دادن تقاضاها و تخصیص آن‌ها تمرکز دارند. مدل‌های دسته سوم، بیشینه‌سازی سود و در نهایت دسته چهارم ملاحظات محیطی را مورد توجه قرار می‌دهند.

Cohon (۱۹۷۸) یک فصل از کتاب «برنامه‌ریزی و طراحی با اهداف چندگانه» را به بحث مکان‌یابی چندهدفه اختصاص داده، در آن دو نمونه عملی در مورد مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی و تسهیلات انرژی منطقه‌ای را بررسی کرده است. همچنین Revelle و همکارانش (۱۹۸۱) «اهداف چندگانه در مکان‌یابی» را تألیف کردند. کارهای Current، Cohon، Revelle و Daskin از دیگر نمونه‌های این تحقیقات هستند که مورد اخیر به بررسی الگوریتم‌های ژنتیک در حل مسائل مکان‌یابی چندهدفه می‌پردازد.

منابع:

قدسی پور، سید حسن، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، (AHP) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران ۱۳۷۹.

قدسی پور، سید حسن، برنامه ریزی چندهدفه (روش های وزن دهی بعد از حل) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران ۱۳۸۲.

اصغری پور، محمد جواد، تصمیم گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۷۷.

رضا زنجیرانی فراهانی، طراحی سیستم های صنعتی (مکانیابی تسهیلات)، جزوه دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۱۳۸۵.

بشیری، مهدی، طراحی سیستم های صنعتی (مکانیابی و استقرار تسهیلات) انتشارات دانشگاه شاهد

منطق فازی چیست؟

پیشینه منطق فازی

تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی را اولین بار پرفسور لطفی زاده (۲) در رساله‌ای به نام «مجموعه‌های فازی - اطلاعات و کنترل در سال ۱۹۶۵ معرفی نمود. هدف اولیه او در آن زمان، توسعه مدلی کارآمدتر برای توصیف فرآیند پردازش زبان‌های طبیعی بود. او مفاهیم و اصلاحاتی همچون مجموعه‌های فازی، رویدادهای فازی، اعداد فازی و فازی‌سازی را وارد علوم ریاضیات و مهندسی نمود. از آن زمان تاکنون، پرفسور لطفی زاده به دلیل معرفی نظریه بدیع و سودمند منطق فازی و تلاش‌هایش در این زمینه، موفق به کسب جوایز بین‌المللی متعددی شده است.

پس از معرفی منطق فازی به دنیای علم، در ابتدا مقاومت‌های بسیاری در برابر پذیرش این نظریه صورت گرفت.

بخشی از این مقاومت‌ها، چنان که ذکر شد، ناشی از برداشت‌های نادرست از منطق فازی و کارایی آن بود. جالب این‌که، منطق فازی در سال‌های نخست تولدش بیشتر در دنیای مشرق زمین، به‌ویژه کشور ژاپن با استقبال روبه‌رو شد، اما استیلای اندیشه کلاسیک صفر و یک در کشورهای مغرب زمین، اجازه رشد اندکی به این نظریه داد. با این حال به تدریج که این علم کاربردهایی پیدا کرد و وسایل الکترونیکی و دیجیتالی جدیدی وارد بازار شدند که بر اساس منطق فازی کار می‌کردند، مخالفت‌ها نیز اندک اندک کاهش یافتند.

در ژاپن استقبال از منطق فازی، عمدتاً به کاربرد آن در رباتیک و هوش مصنوعی مربوط می‌شود. موضوعی که یکی از نیروهای اصلی پیش‌برنده این علم طی چهل سال گذشته بوده است. در حقیقت می‌توان گفت بخش بزرگی از تاریخچه دانش هوش مصنوعی، با تاریخچه منطق فازی همراه و هم‌داستان است.

مجموعه‌های فازی

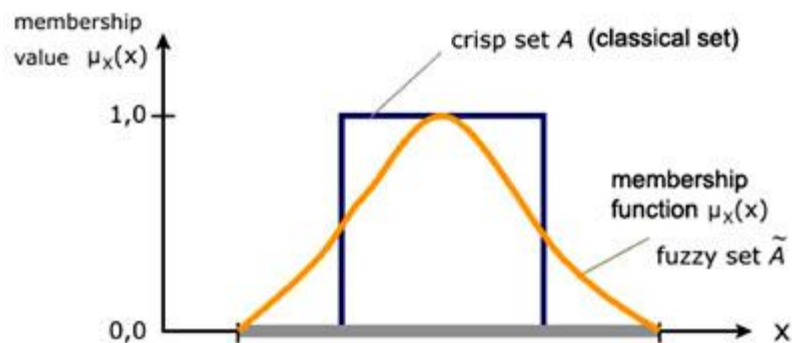
بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه‌های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک و باینری تبعیت می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می‌کند. به این ترتیب که یک عنصر می‌تواند تا درجاتی - و نه کاملاً - عضو یک مجموعه باشد. مثلاً این جمله که «آقای الف به اندازه هفتاد درصد عضو جامعه بزرگسالان است» از دید

تئوری مجموعه‌های فازی صحیح است. در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع $u(X)$ مشخص می‌شود که X نمایانگر یک عضو مشخص و u تابعی فازی است که درجه عضویت X در مجموعه مربوطه را تعیین می‌کند و مقدار آن بین صفر و یک است (فرمول ۱).

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

به بیان دیگر، $u(X)$ انگاشتی از مقادیر X به مقادیر عددی ممکن بین صفر و یک را می‌سازد. تابع $u(X)$ ممکن است مجموعه‌ای از مقادیر گسسته (discrete) یا پیوسته باشد. وقتی که u فقط تعدادی از مقادیر گسسته بین صفر و یک را تشکیل می‌دهد، مثلاً ممکن است شامل اعداد $0/3$ و $0/5$ و $0/7$ و $0/9$ و صفر و یک باشد. اما وقتی مجموعه مقادیر u پیوسته باشند، یک منحنی پیوسته از اعداد اعشاری بین صفر و یک تشکیل می‌شود.

شکل ۱ نموداری از نگاشت پیوسته مقادیر X به مقادیر $u(X)$ را نشان می‌دهد. تابع $u(X)$ در این نمودار می‌تواند قانون عضویت در یک مجموعه فازی فرضی را تعریف کند.



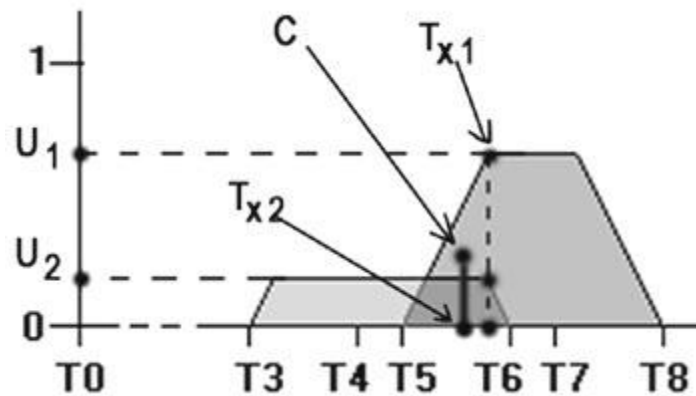
کاربردهای منطق فازی

منطق فازی کاربردهای متعددی دارد. ساده‌ترین نمونه یک سیستم کنترل دما یا ترموستات است که بر اساس قوانین فازی کار می‌کند. سال‌هاست که از منطق فازی برای کنترل دمای آب یا میزان کدرشدن آبی که لباس‌ها در آن شسته شده‌اند در ساختمان اغلب ماشین‌های لباسشویی استفاده می‌شود.

امروزه ماشین‌های ظرفشویی و بسیاری از دیگر لوازم خانگی نیز از این تکنیک استفاده می‌کنند. منطق فازی در صنعت خودروسازی نیز کاربردهای فراوانی دارد. مثلاً سیستم ترمز و ABS در برخی از خودروها از منطق فازی استفاده می‌کند. یکی از معروف‌ترین نمونه‌های به‌کارگیری منطق فازی در سیستم‌های ترابری جهان، شبکه مونوریل (قطار تک ریل) توکیو در ژاپن است. سایر سیستم‌های حرکتی و جابه‌جایی بار، مثل آسانسورها نیز از منطق فازی

استفاده می‌کنند.

سیستم‌های تهویه هوا نیز به وفور منطق فازی را به کار می‌گیرند. از منطق فازی در سیستم‌های پردازش تصویر نیز استفاده می‌شود. یک نمونه از این نوع کاربردها را می‌توانید در سیستم‌های <تشخیص لبه و مرز > اجسام و تصاویر (2) مشاهده کنید که در رباتیک نیز کاربردهایی دارد. به طور کلی خیلی از مواقع در ساختمان سیستم‌های تشخیص الگوها (Pattern Recognition) مثل سیستم‌های تشخیص گفتار و پردازش تصویر از منطق فازی استفاده می‌شود.



شکل ۲

$$\begin{aligned} \text{NOT } x &= (1 - u(x)) \\ x \text{ AND } y &= \text{minimum}(u(x), u(y)) \\ x \text{ OR } y &= \text{maximum}(u(x), u(y)) \end{aligned}$$

فرمول

تعریف اطلاعات و نظریه شانون

افراد، سازمانها و دولتهای متفاوت تعاریف متفاوتی از اطلاعات دارند. همین تشتت در تعاریف باعث شده است که تا به امروز و علیرغم تمام کوششهای صورت گرفته هیچگونه تعریف مشترکی از اطلاعات که مورد توافق اطلاعات پژوهان باشد بدست نیاید. به همین دلیل می‌توان عنوان کرد که یکی از مهم‌ترین چالشهای فرا سوی اطلاعات پژوهی این است که اطلاعات را چگونه تعریف، و مطالعه کرد؟

تعریف اطلاعات از دیدگاه‌های گوناگون

- اطلاعات از دیدگاه نظری:

اطلاعات (Information) به هر نوع داده جمع آوری شده با استفاده از روش های مختلفی نظیر : مطالعه ، مشاهده ، شایعه و سایر موارد دیگر اطلاق می گردد. در واژه "اطلاعات" ، بار معنایی از قبل تعریف شده ای در رابطه با کیفیت ، معتبر بودن و یا صحت داده وجود نداشته و امکان برخورد با اطلاعات معتبر ، غیرمعتبر ، واقعی ، نادرست ، صحیح و گمراه کننده ، وجود خواهد داشت .

-اطلاعات از دیدگاه تئوری اطلاعات:

اطلاعات دربردارنده یک معنی خاص خصوصا" در ارتباط با پیشگویی احتمالی از داده است در تعریف فوق ، میزان معنی و محتوای ارائه شده توسط اطلاعات مورد توجه قرار می گیرد.مثلا" پیامی که به ما اعلام می نماید:"فردا خورشید طلوع می نماید " دارای حجم اندکی محتوای اطلاعاتی است در حالیکه یک پیام در رابطه با روز قیامت ، شامل حجم بالایی از اطلاعات است .

-اطلاعات از دیدگاه علم « فناوری اطلاعات »

علم اطلاعات و فن آوری اطلاعات با اطلاعات به عنوان داده جمع آوری شده ، ذخیره شده ، بازیابی شده ، پردازش شده و ارائه شده سروکار دارد . در تعریف فوق نیز به مواردی همچون اعتبار ، کیفیت و ارزش اطلاعات به صورت جانبی ، توجه می گردد.

تعریف اطلاعات در سطوح مختلف

- معنای اخص

در این سطح با اطلاعات به منزله ویژگی پیام (که با احتمالاتی قابل برآورد و اندازه گیری است) برخورد میشود و نظریه شانون،و شانون -ویور در این سطح قرار میگیرد.

- معنای عام

در این سطح اطلاعات به معنای عام آن مطرح است و چیزی است که مستقیما متضمن پردازش و درک شناختی است و از تعامل "ذهن" و "متن" (به معنی گسترده آن که به دریافت معنا می انجامد به وجود می آید).

- عام ترین و گسترده ترین معنا

در این سطح اطلاعات معنای گسترده ای دارد، چون در زمینه و بافت (که می تواند وضعیت، مساله، کار و حتی فرهنگ باشد)، بررسی می شود. در این جا اطلاعات، نه تنها متضمن پیام هایی است (معنای اول)، که به لحاظ

شناختی پردازش می شود (معنای دوم)، بلکه متضمن بافت و زمینه ای است که در ارتباط با آن به کار گرفته می شود.

الگوریتم خوشه بندی C میانگین مبتنی بر آنتروپی

برای الگوریتم خوشه بندی C میانگین فازی تابع هدفهای متفاوتی تعریف شده است. یک از این توابع با استفاده از مفهوم آنتروپی تعریف شده که در فرمول زیر این تابع هدف آورده شده است:

$$H_n(U, V; X) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik} d^2(x_k, v_i) + n \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik} \log u_{ik}$$

در فرمول فوق $n > 0$ می باشد. جمله اول فرمول، جمله اول تابع هدف الگوریتم C میانگین فازی می باشد البته با مقدار $m=1$. جمله دوم فرمول n - برابر تابع $E(U)$ زیر است:

$$E(U) = - \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik} \log u_{ik}$$

به تابع $E(U)$ تابع آنتروپی فازی گفته می شود و این تابع می تواند مقادیری بین 0 تا $1/c$ را اختیار کند. اگر خوشه ها را مجموعه های فازی در نظر بگیریم تابع آنتروپی فازی عدم قطعیت در اینکه آیا x_k به یک خوشه خاص تعلق دارد یا خیر را می رساند.

بر طبق روال با می نیمم کردن تابع هدف خواهیم داشت:

$$u_{ik} = \left\{ \sum_{j=1}^c \left[e^{d^2(x_k, v_j)} / e^{d^2(x_k, v_i)} \right]^{1/n} \right\}^{-1}$$

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n u_{ik} x_k}{\sum_{k=1}^n u_{ik}}$$

برای خوشه بندی مبتنی بر آنتروپی چند تابع آنتروپی فازی دیگر نیز تعریف شده است. مثلاً می توان بجای استفاده از خود u_{ik} ها از متوسط u_{ik} های n نمونه استفاده کرد.

اگر P_i را بصورت زیر تعریف کنیم:

$$P_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n u_{ik}$$

می توان تابع آنتروپی فازی را بصورت زیر نیز تعریف کرد:

$$E(U) = - \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n P_i \log P_i$$

الگوریتم خوشه بندی C میانگین مبتنی بر آنتروپی برای داده های نویزی:

با استفاده از تعاریف قسمت مربوط به "الگوریتم C میانگین برای داده های نویزی" تابع هدف این قسمت بصورت زیر تعریف می شود:

$$H_n(U, V; X) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik} d^2(x_k, v_i) + \sum_{k=1}^n u_{.k} \delta^2 + n \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik} \log u_{ik} + n \sum_{k=1}^n u_{.k} \log u_{.k}$$

با می نیم کردن تابع فوق نسبت به U_{ik} داریم:

$$u_{ik} = \left\{ \sum_{j=1}^c \left\{ \exp \left[\frac{d^2(x_k, v_i) - d^2(x_k, v_j)}{n} \right] + \exp \left[\frac{d^2(x_k, v_i) - \delta^2}{n} \right] \right\} \right\}^{-1}$$

اگر نمونه ورودی نویز باشد جمله دوم فرمول فوق مقدار یزرگی می شود و میزان تعلق این نمونه به خوشه های اصلی کم شده و در عوض میزان تعلق نمونه به خوشه نویز زیاد می شود.

برای محاسبه α می توانیم از فرمول ارائه شده برای قسمت "خوشه بندی مبتنی بر آنترپی" استفاده کنیم.

مراجع:

- J. Yao, M. Dash, S.T. Tan, H. Liu, "**Entropy-based fuzzy clustering and fuzzy modeling**", Fuzzy Sets and Systems 113 (2000) 381_388.
- Dat Tran and Michael Wagner, "**Fuzzy Entropy Clustering**", University of Canberra, ATC 2601, Australia.

۱. مقدمه

روند انتخاب بازیکن و چیدمان تیم در ورزش های دسته جمعی یک مساله چند معیاره ی پیچیده با اهداف متناقض است. انتخاب بازیکنان در یک تیم همواره یک تصمیم دشوار با ابعاد گوناگون می باشد. مریمان می بایستی تعداد زیادی از ویژگی های کمی و کیفی را در روند انتخاب بازیکنان در نظر داشته باشند. این ویژگی ها ممکن است شامل مهارت های فردی بازیکن ها و نحوه عملکرد آن ها، ترکیب بازیکنان، آمادگی جسمانی، عوامل روانی، و مصدومیت ها باشد (Arnason و همکاران، ۲۰۰۴). برخی از مریمان نیز ممکن است از ضرایب اهمیت (درصد های مختلفی از اهمیت ویژگی ها) برای تعیین تاثیر گذاری هر یک از ویژگی ها استفاده کنند. ضرایب اهمیت برای مریمان مفید هستند چرا که این ضرایب چگونگی تاثیر یک ویژگی خاص در احتمال کسب موفقیت را نشان می دهند .

فوتبال یک ورزش گروهی است که تقریبا در هر کشوری محبوب است. فرایند انتخاب بازیکن برای تیم های حرفه ای فوتبال برای کسب پیروزی بسیار مهم است. به طوری که یک انتخاب اشتباه می تواند باعث عدم قهرمانی یک تیم فوتبال در مسابقات قهرمانی و از بین رفتن هزینه های میلیون ها دلاری یک تیم، در صورتی که بازیکنان انتظارات تیم را برآورده نکنند شود. به طور سنتی، تیم های حرفه ای فوتبال از طیف گسترده ای از تشخیص های روانشناسی ورزشی برای ارزیابی بازیکنان استفاده می کنند . شکی نیست که این تشخیص ها مزایای بزرگی هستند و هنگام تشکیل یک تیم فوتبال موفق بسیار مفیدند. با این حال، این تنها بخشی از یک پازل بزرگ برای ارزیابی مناسب بودن یک بازیکن برای یک تیم است. توانایی انتخاب بازیکنان مناسب و تشکیل یک تیم موثر به منظور رسیدن به موفقیت برای تیم های ورزشی بسیار ضروری است (Sierksma و boon ، 2003).

smith و Katzenbach در سال ۱۹۹۳ یک تیم را بدین صورت تعریف کردند که یک تیم از تعدادی افراد با مهارت های مکمل ، یک هدف مشترک ، اهداف عملکرد یکسان ، و رویکردی که آنها خود را متقابلا نسبت به آن پاسخگو و متعهد می دانند تشکیل می شود . هدف اصلی ساخت تیم، کار گروهی است، که وسیله ای برای یکپارچه سازی اطلاعات، فن آوری، شایستگی و منابع بر اساس تعاملات انسانی است (Kinlaw ، 1991). روش های مختلفی برای انتخاب اعضای تیم در فرهنگ و ادبیات ورزشی ارائه شده است. بسیاری از این مطالعات بر روی استفاده از تیم ها در صنعت و تجارت متمرکز شده است. تحقیقات قابل توجهی برای اتخاذ روش کار گروهی در پیگیری هزینه و اثربخشی و نوآوری در تجارت و صنعت انجام شده است .

(Chen, Cheng, & Chuang, 2008; English, Griffith, & Steelman, 2004; Kirkman, Rosen, Tesluk, & Gibson, 2004; Mannix & Neale, 2005)

پنج عنصر کلیدی برای تشکیل تیم از نظر چند تن از محققان برجسته:

اهداف روشن با نتایج قابل اندازه گیری، سیستم های بالینی و اداری، تقسیم کار، آموزش و ارتباطات.

(Baldwin, 1994; Cohen & Bailey, 1997; Fried, Topping & Rundall, 2000)

SODHI & ASKIN در سال ۱۹۹۴ یک روش جدید برای سازمان دهی تیم ها در مبحث مهندسی همزمان را معرفی کردند. آنها پنج معیار متفاوت برای چیدمان تیم ارائه کردند و همچنین مواردی از قبیل آموزش تیم، رهبری و مسائل مربوط به کامپیوتر را مورد بحث قرار دادند.

kusiak & Zakarian در سال ۱۹۹۹ یک مدل تحلیلی برای انتخاب تیم های چند منظوره ارائه کردند. آنها از یک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش گسترش عملکرد کیفیت برای اولویت بندی اعضای تیم بر اساس نیاز تیم استفاده کردند.

Braha در سال ۲۰۰۲ یک روش تیم سازی بر اساس پارتیشن بندی کار بوسیله در نظر گرفتن وابستگی های کار و تقسیم وظایف در میان تعدادی از تیم ها را پیشنهاد کرد.

lin & chen نیز در سال ۲۰۰۴ یک مدل از اعضای تیم برای تشکیل یک تیم چند منظوره در مهندسی همزمان ارائه کردند. آنها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و شاخص مایرز بریگز برای مدل ویژگی های اعضای تیم استفاده کردند.

در زمینه توسعه نرم افزار در سال ۲۰۰۶ Gronau و Frö ming و Schmid و Rü ssbü الگوریتمی برای تشکیل تیم به منظور انجام یک کار خاص بوسیله تجزیه و تحلیل دانش و مهارت کارکنان پیشنهاد کردند.

در زمینه مدیریت پروژه Kulak و Durmusoglu در سال ۲۰۰۸ یک فرایند تیم سازی با استفاده از اصول طراحی بدیهی ارائه کردند. آنها پیشنهاد ایجاد تیم ها بوسیله شناسایی مهارت های مورد نیاز و توسعه مهارت ها برای اطمینان از حداکثر استفاده از استعداد های اعضای تیم را ارائه کردند.

Fu و Fan و Jiang و Feng در سال ۲۰۱۰ پیشنهاد یک روش انتخاب اعضا در تیم های عملکردی متقابل که هر دو عملکرد فردی نامزدها و عملکرد مشترک بین نامزدها را در نظر می گیرد را ارائه کردند.

نظریه مجموعه های فازی نیز در انتخاب اعضای تیم و نحوه چیدمان تیم استفاده می شود.

لیانگ و وانگ در سال ۱۹۹۲ پیشنهاد یکپارچه سازی منطق فازی به وزن گراف کامل دو قسمتی را ارائه کردند و یک الگوریتم زمانی چند جمله ای برای حل مساله کار گماری منتشر کردند.

Kawata و Yaakob در سال ۱۹۹۹ از اعداد فازی مثلثی، به منظور ارزیابی مهارت های کارگران و اندازه گیری شایستگی تیم های کاری خود استفاده کردند.

DeKorvin و Shipley و Kleyle در سال ۲۰۰۲ یک مدل برای انتخاب پرسنل در پروژه های چند فازی که رقابتی بین مهارت کسب شده توسط هر فرد (مهارت های مورد نیاز برای هر مرحله) و ملاحظات بودجه انعطاف پذیر می باشد، ارائه کردند. آنها از ساختار فازی مناسب برای اندازه گیری تناسب مجموعه مهارت های یک فرد و مجموعه اهداف برای هر فاز پروژه در محیط فازی استفاده کردند.

Dereli و Baykasoglu و Das در سال ۲۰۰۷ از بازپخت شبیه سازی شده استفاده کرده و یک مدل فازی برنامه نویسی ریاضی برای تشکیل تیم متمایز کیفیت پیشنهاد کردند. Shipley and Johnson در سال ۲۰۰۹ یک مدل فازی مبتنی بر مجموعه برای انتخاب اعضای پروژه برای رسیدن به اهداف پروژه را پیشنهاد کردند.

مطالعات فوق اهمیت انتخاب اعضای تیم در یک طیف گسترده ای از برنامه های کاربردی را نشان می دهد. به رغم اهمیت انتخاب عضو و تشکیل تیم تحقیقاتی در تجارت و صنعت، این موضوع به طور گسترده ای در ادبیات علوم ورزشی مورد تحقیق قرار نگرفته است. ادبیات فعلی در مباحث انتخاب بازیکن و تشکیل تیم های چند نفره (دسته جمعی) ورزشی بسیار محدود و پراکنده است.

Boon و Sierksma در سال ۲۰۰۳ یک مدل بهینه سازی خطی برای تشکیل یک تیم در فوتبال و والیبال با ترکیب ویژگی های نامزدها و بازیکنان با الزامات عملکردی را فرموله کردند.

Merigó و Gil-Lafuente در سال ۲۰۱۱ استفاده از عملگر متوسط وزنی منظم (OWA) در انتخاب منابع انسانی در مدیریت ورزش را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آنها از قواعد فاصله همینگ (Hamming distance)، ضریب کفایت و شاخص سطح حداکثر و حداقل برای پارامتری کردن تکنیک های تصمیم گیری و انتخاب یک بازیکن فوتبال برای یک تیم استفاده کردند.

Ahmed و Deb و Jindal در سال ۲۰۱۱ قدرت گوی زنی و پرتاب توپ یک تیم کریکت را مورد بررسی قرار داده و پیشنهاد یک مدل بهینه سازی چند هدفه محدود برای انتخاب بازیکنان یک تیم را ارائه کردند.

مجموعه های فازی و منطق فازی ابزارهای قدرتمند ریاضی برای مدل سازی سیستم های نامعین صنعتی، انسانی و طبیعی است. مجموعه های فازی و منطق فازی امر تصمیم گیری را با استفاده از استدلال تقریبی و اصطلاحات زبانی تسهیل می کنند. نقش آنها زمانی قابل توجه است که به پدیده های پیچیده ای که به راحتی توسط ریاضیات سنتی توضیح داده نمی شوند پاسخ میدهند. علاوه بر این، کاربران اغلب احساس راحتی تری نسبت به استفاده از اصطلاحات زبانی به جای مقادیر عددی دقیق دارند. مدیریت ورزش اغلب مستلزم تصمیم گیری در صورت عدم وجود اطلاعات دقیق و کامل است. مجموعه و منطق فازی را می توان به طور موثر در برنامه های کاربردی مدیریت ورزشی مانند عملیات ورزشی، اقتصاد ورزش، بازاریابی ورزشی، منابع انسانی ورزش، و مدیریت تاسیسات ورزشی استفاده کرد.

این مبحث پیچیده و بسیار گسترده را می توان به سادگی اینگونه تعریف کرد: منطق فازی فراتر از منطق ارزش های "صفر و یک" نرم افزار های کلاسیک رفته و درگاهی جدید برای دنیای علوم نرم افزاری و رایانه ها می گشاید، زیرا فضای ناواضح، شناور و بی نهایت بین اعداد

صفر و یک را هم به کار می گیرد. فازی از فضای بین دو ارزش "برویم" یا "نرویم" ارزش جدید "شاید برویم" یا "می رویم اگر" را استخراج کرده و به کار می گیرد. بدین منوال به عنوان مثال مدیر بانک پس از بررسی رایانه ای بیلان اقتصادی یک بازرگان می تواند فراتر از منطق "وام می دهیم" یا "وام نمی دهیم" رفته و بگوید: وام می دهیم اگر...

در این تحقیق، ما یک سیستم استنتاج فازی (FIS) برای انتخاب بازیکن و تشکیل تیم در فوتبال پیشنهاد کرده ایم. مجموعه های فازی برای تبدیل متغیرهای زبانی مورد استفاده برای ارزیابی عملکرد بازیکنان به اعداد مثلثی استفاده می شود. متغیرهای زبانی برای مقابله با مشکل بیان سطوح مهارت بازیکنان و رتبه بندی عملکرد با مقادیر گسسته استفاده می شود.

اعداد فازی در پردازش اطلاعات در محیط های فازی بسیار مفید است (Dubois, 1978). متغیرهای زبانی نیز برای ارزیابی عملکرد هر بازیکن در موقعیت های مختلف استفاده می شود.

یک سیستم استنتاج فازی (FIS) سیستمی غیر خطی است که از قوانین فازی IF-THEN برای مدل سازی جنبه های کیفی دانش بشری بدون بکارگیری تجزیه و تحلیل کمی دقیق استفاده می کند. محبوب ترین تکنیک های مدل سازی منطق فازی را می توان در سه دسته طبقه بندی کرد: مدل های زبان شناختی (نوع Mamdani) (Mamdani و Assilian, 1975)، مدل معادله رابطه ای، و مدل تاکاگی سوگنو و کانگ (سوگنو، 1985). در مدل های زبانی، هم سابقه و هم نتیجه از نوع مجموعه های فازی اند، در حالی که در مدل های تاکاگی سوگنو و کانگ سابقه متشکل از مجموعه های فازی (مجموعه های غیر دقیق) است، اما نتیجه از معادلات خطی تشکیل شده است. مدل معادلات رابطه فازی به منظور ساخت ماتریس رابطه فازی با توجه به داده های فرآیند ورودی و خروجی می باشد. سیستم منطق فازی (FIS) ارائه شده در این تحقیق برای ارزیابی ترتیب استفاده از بازیکنان جایگزین در نظر گرفته شده است.

بقیه این تحقیق به شرح زیر سازماندهی شده است. در بخش ۲، یک نمای کلی از نظریه مجموعه فازی ارائه کرده ایم در بخش ۳، جزئیات روش پیشنهادی را ارائه داده ایم و در بخش ۴، یک مطالعه موردی برای نشان دادن اثربخشی و کاربرد روش پیشنهادی ارائه کرده ایم در نهایت، در بخش ۵، نتیجه گیری و جهات تحقیقات آینده را ارائه کرده ایم.

۲. انتخاب تیم های ورزشی

موفقیت یا شکست هر تیم در مهارت ها و توانایی های بازیکنانی که آن را تشکیل می دهند نهفته است. روند انتخاب بازیکن و چیدمان تیم در ورزش های دسته جمعی یک مساله چند معیاره ی پیچیده است که در آن موفقیت نهایی از بازیکنان و مجموعه ای که یک تیم موثر را تشکیل می دهند حاصل می شود. به طور کلی، انتخاب بازیکنان فوتبال و تشکیل یک تیم، تصمیماتی است که توسط مربیان بر اساس بهترین اطلاعات در دسترس اتخاذ می شود. مدل های ساختاری و تحلیلی بسیار کمی برای حمایت از مربیان در این زمینه تا کنون پدید آمده است. در این تحقیق یک چارچوب دو مرحله ای (دو فازی) برای انتخاب بازیکنان و تشکیل تیم در فوتبال ارائه شده است. فاز اول بازیکنان جایگزین را با استفاده از روش رتبه بندی فازی ارزیابی کرده و بازیکنان برتر را برای گنجاندن در تیم انتخاب می کند. مرحله دوم ترکیبات جایگزین بازیکنان انتخاب شده را با سیستم استنتاج فازی (FIS) ارزیابی کرده و بهترین ترکیب برای چیدمان تیم را انتخاب می کند. در این تحقیق یک مطالعه موردی برای نشان دادن عملکرد روش پیشنهادی استفاده شده است.

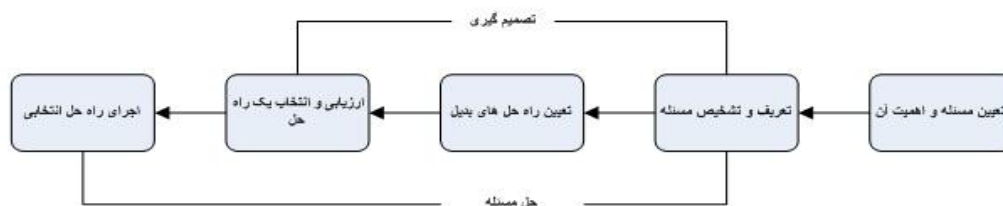
۲.۱. معیارهای انتخاب بازیکنان برای یک تیم فوتبال

- ۱-مطلوب ترین حالت ممکن برای بازیکنان برابر بودن ساق پا با ران و پایین تنه با بالا تنه می باشد.
- ۲-بازیکن ضعیف دو پا به بازیکنان قوی یک پا ارجحیت دارد. چرا که میتوان با تقویت بازیکن دو پا پرداخت و او را در تاکتیک مناسب به کار برد.
- ۳-دفاع باید ترجیحاً بلند قد و سرزن و البته سرعتی و دفاع های کناری باید در توپ دزدی و تکل زدن و مقابله با استارت های سریع مهارت داشته باشند.
- ۴-برای یک دروازه بان اولین شرط بلند قدی اوست یک دروازه بان ماهر اما کوتاه قد ناکام خواهد بود.
- ۵-هافبک های کناری با توانایی دریبل زن و استارت های سریع باید انتخاب شوند.
- ۶-مهاجمین با نسبت قد بلند و دریبل زن به مهاجمانی که صرفاً از ضربه سر استفاده می نمایند ارجحیت دارند.
- ۷-مهاجم کاذب بایستی توانایی بالایی در دریبل زدن و استارت های سریع داشته باشد.
- ۸-در اختیار داشتن حداقل دو هافبک دفاعی سرعتی و تکل زن برای موفقیت تیم بسیار ضروری است.

۳.تصمیم گیری چند معیاره

تصمیم گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه حل های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه حل ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می نماید. در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم گیرنده است که تصمیم گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم گیری چند معیاره که در دهه های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود.

تصمیم گیری "یکی از مهم ترین و اساسی ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب نظران حوزه تصمیم گیری هربرت سایمون، تصمیم گیری جوهر اصلی مدیریت است. فرآیند تصمیم گیری را می توان به صورت زیر نمایش داد.



۳،۱. MCDM چیست؟

مدلهای تصمیم گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدل‌های تصمیم گیری چند هدفه MODM و مدل‌های تصمیم گیری چند شاخصه MADM تقسیم می‌شود. در حالت کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم گیری گسسته تعریف می‌گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

- تبدیل معیارهای کیفی به کمی
- بی مقیاس کردن معیارها
- تعیین وزنهای نسبی معیارها

چگونگی تحلیل

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می‌توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می‌باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف

۲. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران

۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی

۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذی‌نفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم‌می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود.

۳,۲. فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نخستین بار توسط توماس ال. ساعتی (۱۹۸۰) مطرح شد. این تکنیک نظرات و ارزیابی‌های کارشناسان را ترکیب نموده و سیستم تصمیم‌گیری پیچیده را به یک سیستم سلسله مراتبی ساده تبدیل می‌نماید. سپس روش ارزیابی بر حسب مقیاس به منظور بررسی اهمیت نسبی مقایسات زوجی در بین هر یک از معیارها، مورد استفاده قرار می‌گیرد (تسور و همکاران، ۲۰۰۲). این تکنیک شاخص‌های کمی و همچنین شاخص‌های کیفی را، بطور کارآمدی مورد بررسی قرار می‌دهد (رائو و داوین، ۲۰۰۸). با وجود مزایای بسیار، بکارگیری AHP ساعتی دارای کمبودهایی است: این روش اساساً

۱. مقیاس نامتعادل قضاوت را مورد بررسی قرار می‌دهد.

۲. عدم اطمینان‌های موجود در قضاوت‌های فردی را در نظر نمی‌گیرد.

۳. رتبه بندی این روش تقریباً غیردقیق است.

۴. قضاوت‌های ذهنی، انتخاب و عملکرد تصمیم‌گیران تأثیرات بسیار زیادی در نتایج آن دارد.

بعلاوه موضوع قابل قبول این است که ارزیابی‌های افراد از شاخص‌های کیفی اغلب ذهنی و غیر دقیق می‌باشند. بنابراین AHP متعارف و کلاسیک، در دستیابی دقیق نیازمندی‌های تصمیم‌گیران ناکافی و ناکارآمد به نظر می‌رسد و قادر به انعکاس کامل تفکر بشری نیست. به منظور مدل‌سازی این نوع از عدم اطمینان‌ها در ترجیحات افراد بشر، تئوری مجموعه‌های فازی (که اولین بار توسط زاده در سال ۱۹۶۵، به منظور رسیدگی به ابهامات موجود در تفکر بشری مطرح شد) با مقایسات زوجی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب می‌شود- تحلیل سلسله مراتبی فازی، به عنوان توسعه تکنیک AHP - بدین ترتیب درک دقیق تری از فرآیند تصمیم‌گیری ارائه شده، نتایج بهینه‌ای حاصل می‌گردد.

(آیانگ و ازد میر، ۲۰۰۶). بنابراین به منظور استفاده از مزایای هر دو تکنیک فازی و AHP، همچنین غلبه بر نقاط ضعف آنها، ون لارهون و پیدریز (۱۹۸۳) اولین بار اصول منطق فازی را در تحلیل سلسله مراتبی بکار بردند. روشهای AHP فازی زیادی بوسیله افراد مختلف پیشنهاد شده است که این روشها رویکردهای سیستماتیک برای انتخاب گزینه با استفاده از مفهوم تئوری مجموعه‌های فازی و تجزیه و تحلیل ساختار سلسله مراتبی هستند.

در این روش پرسشنامه‌ها با توجه به مفهوم روش سلسله مراتبی فازی طراحی شده است و هدف پرسشنامه، مقایسه زوجی معیارها در هر سطح با توجه به معیار موجود در یک سطح بالاتر می‌باشد. اعداد فازی در نظر گرفته شده برای مقایسه زوجی معیارها در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱): اعداد فازی سه وجهی (از لی و همکارانش، ۲۰۰۸)

درجه اهمیت	تعریف	عدد فازی مثلثی
۹	فوق العاده مهم	(9, 9, 9)
۷	بسیار مهم	(6, 7, 8)
۵	مهم	(4, 5, 6)
۳	نسبتاً مهم	(2, 3, 4)
۱	اهمیت یکسان	(1, 1, 1)

۴. نظریه مجموعه های فازی

بسیاری از برنامه های کاربردی جهان واقعی را نمی توان توسط تئوری مجموعه کلاسیک شرح داد و به کار گرفت. نظریه مجموعه های فازی توسط Zadeh در سال ۱۹۶۵ پیشنهاد شد، نظریه مجموعه های فازی یک روش قدرتمند برای مقابله با منابع نامعین که در طبیعت جزء منابع غیر کلاسیک هستند می باشد. در صورت عدم وجود اطلاعات کامل و دقیق، مجموعه ها و منطق های فازی به طور گسترده ای برای مدل سازی سیستم های نامشخص استفاده می شود.

(Saghafian & Hejazi, 2006; Soltani & Haji, 2007; Zadeh, 1965)

مجموعه های قطعی

مجموعه های قطعی (Crisp sets) در واقع همان مجموعه های عادی و معمولی هستند که در ابتدای نظریه ی کلاسیک مجموعه ها معرفی می شوند. افزودن صفت قطعی به واقع وجه تمایزی را ایجاد می نماید که به کمک آن می شود یکی از مفاهیم ابتکاری و حیاتی در منطق فازی موسوم به تابع عضویت را به آسانی در ذهن به وجود آورد.

در حالت مجموعه های قطعی، تابع عضویت فقط دو مقدار در برد خود دارد (در ریاضیات، برد یک تابع برابر با مجموعه تمام خروجی های تابع است).

آری و خیر (یک و صفر) که همان دو مقدار ممکن در منطق دو ارزشی کلاسیک هستند. بنابراین:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in A, \\ 0 & \text{if } x \notin A. \end{cases}$$

که در اینجا $\mu_A(x)$ تابع عضویت عنصر x در مجموعه قطعی A است.

۴.۱. منطق فازی و عملیات فازی

درجه عضویت $\mu_A(x)$ بیانگر میزان عضویت عنصر x به مجموعه فازی \tilde{A} است. مقدار درجه عضویت یک عدد حقیقی در بازه $[0,1]$ می باشد. اگر درجه عضویت یک عنصر از مجموعه برابر با صفر باشد، آن عضو کاملاً از مجموعه خارج است و اگر درجه عضویت یک عضو برابر با یک باشد، آن عضو کاملاً در مجموعه قرار دارد. حال اگر درجه عضویت یک عضو مابین صفر و یک باشد، این عدد بیانگر درجه ی عضویت میانی می باشد. (مترجم - مثلاً اگر رنگ سیاه را صفر و رنگ سفید را عدد یک در نظر بگیریم آن گاه رنگ خاکستری عددی نزدیک به صفر خواهد بود.)

(تعریف شده توسط Zadeh، ۱۹۶۵).

یک مجموعه فازی \tilde{A} از زوج مرتب ها به شکل زیر تشکیل می شود:

$$\tilde{A} = \{[x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in X]\}$$

(۱)

اعداد فازی گروه ویژه ای از مقادیر فازی هستند. یک عدد فازی مقداری فازی است که نشانگر تعمیم یک عدد حقیقی است.

دسته های مختلفی از اعداد فازی وجود دارد، اما اعداد فازی مثلثی و دوزنقه ای رایج ترین نوع اعداد فازی برای حل مسائل دنیای واقعی هستند. یک عدد فازی مثلثی توسط سه عدد حقیقی تعریف می شود، یعنی، سه گانه (a,b,c) ، که در آن $a < b < c$. مرتبه احتمال توسط تابع عضویت $\mu(x)$ ، که در آن آرگومان x نشان دهنده اتفاق مورد نظر است اندازه گیری می شود. برای عدد فازی مثلثی، ما داریم $\mu(a) = \mu(c) = 0$ در حالی که $\mu(b) = 1$ می باشد. (معادله (۲) و شکل (۱)).

تابع عضویت به صورت زیر است:

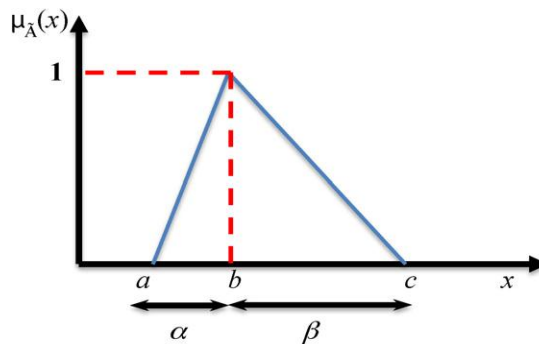
(۲)

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{(a-x)}{\alpha} & a - \alpha \leq x \leq a \\ 1 - \frac{(a-x)}{\beta} & a \leq x \leq a + \beta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

یک متغیر زبانی متغیری است که ارزش آن با اصطلاحات زبانی بیان می شود (Zhang، ۱۹۸۶) و با یک متغیر عددی متفاوت است که مقدار آن با ارقام و اعداد مشخص نمی شود، بلکه با کلمات یا جملات در ادبیات طبیعی و یا مصنوعی تعریف می شوند (Zadeh، ۱۹۷۵). مفهوم یک متغیر زبانی در توصیف موقعیت هایی که بیش از حد پیچیده اند و یا به خوبی در عبارات کمی قراردادی تعریف نشده اند بسیار مفید است.

در واقعیت متغیرهای زبانی به متغیرهایی گفته می‌شود که مقادیر مورد قبول برای آن‌ها به جای اعداد، کلمات و جملات زبان‌های انسانی یا ماشینی هستند. همانگونه که در محاسبات ریاضی از متغیرهای عددی استفاده می‌گردد، در منطق فازی نیز از متغیرهای زبانی (گفتاری یا غیر عددی) استفاده می‌گردد. متغیرهای زبانی بر اساس ارزش‌های زبانی (گفتاری) که در مجموعه عبارت (کلمات / اصطلاحات) قرار دارند بیان می‌شود. عبارت زبانی (Linguistic terms) صفاتی برای متغیرهای زبانی هستند. به عنوان مثال: متغیر زبانی «سن» بسته به تقسیمات مورد نظر شخصی و شرایط می‌تواند مجموعه عباراتی از قبیل «نوجوان»، «جوان»، «میان سال» و «سالمند» باشد.

عملیات های جبری بر اعداد فازی را می‌توان با استفاده از قاعده کلی تعمیم تعریف کرد. در این تحقیق، برخی از عملیات جبری که توسط Dubois در سال ۱۹۷۸ ارائه شد مورد استفاده قرار داده ایم. فرض کنید که دو متغیر زبانی به عنوان اعداد فازی \tilde{A}_1 و \tilde{A}_2 داریم، که در آن x_1 و x_2 عبارتند از $X_1 = (a_1, b_1, c_1)$ و $X_2 = (a_2, b_2, c_2)$. با توجه به X_1 و X_2 ، به طور کلی عملیات های اساسی فازی در جدول ۱ تعریف شده است.



شکل ۱. اعداد مثلثی فازی

جدول شماره ۲

عملیات های اساسی فازی

منفی	$-(a_1, b_1, c_1) = (-a_1, -b_1, -c_1)$
معکوس	$(a_1, b_1, c_1)^{-1} = \left(\frac{1}{c_1}, \frac{1}{b_1}, \frac{1}{a_1}\right)$
جمع	$(a_1, b_1, c_1) \oplus (a_2, b_2, c_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$
تفریق	$(a_1, b_1, c_1) - (a_2, b_2, c_2) = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2)$
ضرب عددی اسکالر	$k \otimes (a_1, b_1, c_1) = (ka_1, kb_1, kc_1)$
ضرب اعداد فازی	$(a_1, b_1, c_1) \otimes (a_2, b_2, c_2) = (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2)$
$for x_1 > 0, x_2 > 0$	$(a_1, b_1, c_1) \otimes (a_2, b_2, c_2) = (c_1 a_2, b_1 b_2, a_1 c_2)$
$for x_1 < 0, x_2 > 0$	$(a_1, b_1, c_1) \otimes (a_2, b_2, c_2) = (c_1 c_2, b_1 b_2, a_1 a_2)$
$for x_1 < 0, x_2 < 0$	
تقسیم به اعداد فازی	$(a_1, b_1, c_1) / (a_2, b_2, c_2) = (a_1/a_2, b_1/b_2, c_1/c_2)$
$for x_1 > 0, x_2 > 0$	$(a_1, b_1, c_1) / (a_2, b_2, c_2) = (c_1/c_2, b_1/b_2, a_1/a_2)$
$for x_1 < 0, x_2 > 0$	$(a_1, b_1, c_1) / (a_2, b_2, c_2) = (c_1/a_2, b_1/b_2, a_1/c_2)$
$for x_1 < 0, x_2 < 0$	

۴،۲. قوانین فازی IF-THEN (اگر - آنگاه) و سیستم منطق فازی

یکی از ویژگی‌های منطق فازی در استفاده از ساختار قانون پایه منطقه فازی است که طی آن، مسائل کنترلی به یک سری قوانین $IF\ x\ AND\ y\ THEN\ z$ تبدیل می‌شوند که پاسخگوی خروجی مطلوب سیستم برای شرایط ورودی داده شده به سیستم است. این قوانین ساده و آشکار برای توصیف پاسخ‌دهی مطلوب سیستم با اصطلاحاتی از متغیرهای زبان شناختی به جای فرمول‌های ریاضی استفاده می‌شود. نکته جالب اینجاست که گرچه سیستم‌های فازی پدیده‌های غیرقطعی و نامشخص را توصیف می‌کنند، اما تئوری فازی، تئوری دقیقی است.

قوانین فازی IF-THEN و یا جملات شرطی فازی عباراتی در قالب عبارت شرطی "اگر رخ دهد A آنگاه B رخ می‌دهد" هستند، که در آن A و B علائمی برای مجموعه‌های فازی اند (Zadeh, 1965) که توسط توابع عضویت مناسب مشخص می‌شوند. با توجه به شکل مختصر شان، قوانین فازی IF-THEN اغلب برای تصمیم‌گیری در حالت‌های مبهم استدلال که نقش مهمی را در توانایی انسان برای تصمیم‌گیری در محیط‌های نامعلوم و مبهم دارند، بکار گرفته می‌شوند. اگر یک قاعده فازی دارای معانی و سوابق متعدد باشد، از عملگر فازی (AND یا OR) برای به دست آوردن یک عدد که نشان‌دهنده نتیجه ارزیابی است استفاده می‌شود. (معادلات (۳) و (۴)). این عدد (مقدار حقیقی) به عنوان عبارت پس از آن‌گاه (Then) آورده شده و در نتیجه‌ی تابع عضویت استفاده می‌شود. به منظور بررسی تفکیک قوانین، از عملگر فازی OR استفاده می‌شود. به طور معمول، با استفاده از اتحاد عملگرهای فازی:

(۳)

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

به طور مشابه، به منظور ترکیب قوانین، از عملگر فازی AND استفاده می‌شود:

(۴)

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

قوانین فازی IF-THEN بخشی از هسته سیستم منطق فازی را تشکیل می‌دهند. منطق فازی با استفاده از قوانین IF-THEN به راحتی می‌تواند جنبه‌های کیفی دانش انسان را بدون تجزیه و تحلیل‌های کمی و دقیق مدل‌سازی کند. (هو و ژانگ و خو، ۲۰۰۱).

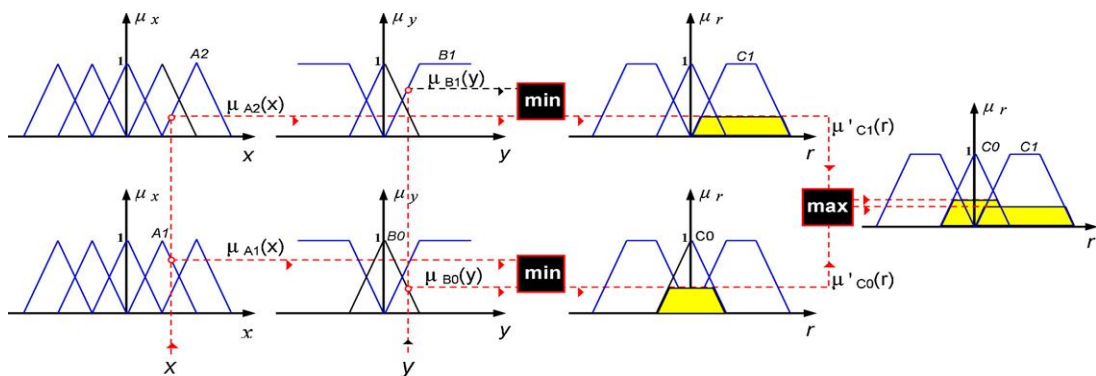
سیستم منطق فازی یک چارچوب محاسباتی برای استدلال عبارات مبهم در محیط را فراهم می‌کند. هدف اصلی سیستم منطق فازی مدل‌سازی تصمیم‌گیری انسان در چارچوب مفهومی منطق فازی و استدلال تقریبی می‌باشد (Uchikawa و Furuhashi, Horikawa, 1992). سیستم‌های منطق فازی در زمینه‌های مختلف از قبیل کنترل اتوماتیک، طبقه‌بندی داده‌ها، تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری، سیستم‌های خبره، و چشم‌انداز کامپیوتر با موفقیت مورد استفاده قرار می‌گیرند. منطق فازی یک روند واقعی نقشه برداری (نگاشت) از مجموعه‌ی متغیرهای ورودی به متغیرهای خروجی با تکیه بر مجموعه‌ای از قوانین فازی می‌باشد. به طور کلی، سیستم منطق فازی شامل چهار نمونه می‌باشد که در شکل ۲ نشان داده شده است.

(Huang & Chiu, 2009)

نمونه های فازی سازی ، ورودی های سیستم ، که شامل اعداد قطعی هستند را با استفاده از یک تابع فازی به مجموعه های فازی تبدیل می کند. منطق فازی فرایند استدلال انسان را بوسیله استنتاج فازی در متغیر های ورودی به وسیله مجموعه ای از قوانین شبیه سازی می کند. این قوانین با فرمتی از نوع IF-THEN (مثلا اگر X رخ دهد آنگاه Y رخ می دهد) بیان شده است. درجه عضویت برای هر قانون تایید شده در ارزیابی فرایند به یک درجه عضویت که از مفهوم فازی استفاده می کند ساده می شود. راه های مختلفی برای تعریف این مفهوم وجود دارد (Mamdani, 1977; Mizumoto & Zimmermann, 1982; Zadeh, 1971). خروجی های ارزیابی قوانین با استفاده از یک فرایند تجمعی تشکیل می شوند که توابع عضویت را به یک تابع عضویت تبدیل می کند. نمونه های غیر فازی سازی مجموعه های فازی حاصل از استنتاج را به یک مقدار قطعی تبدیل می کند. بسیاری از روش های مختلف غیرفازی سازی مطرح شده است (Ross, 1995)، مثل روش های مرکز منطقه، نیمساز منطقه، متوسط حداکثر، معیار حداکثر (لی، ۱۹۹۰).



شکل ۲. سیستم منطق فازی



شکل ۳. روش استنتاج فازی Mamdani

دو نوع از سیستم های منطق فازی قادرند در منطق فازی پیاده سازی شوند :

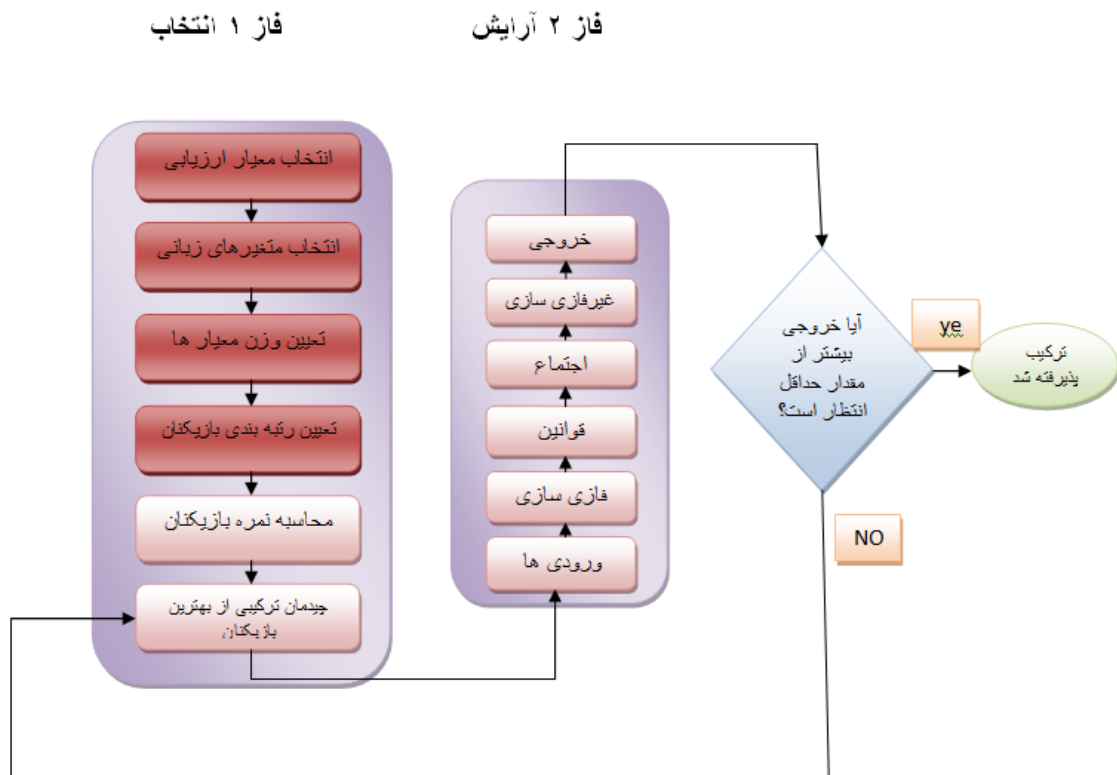
نوع Mamdani (Mamdani و Assilian، ۱۹۷۵) و نوع سوگنو (تاکاگی و سوگنو، ۱۹۸۵).

این دو سیستم منطق فازی، در روش هایی که در آن خروجی ها تعیین می شوند متفاوت اند. نوع اول در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. روش Mamdani اغلب به دلیل سادگی در تشکیل عملیات ها و مسائل حداقل - حداکثری در دنیای واقعی استفاده می شود. به طور خلاصه، شکل (۳) دو ورودی سیستم منطق فازی به روش Mamdani را با دو قانون به نمایش گذاشته است. در شکل می بینیم که دو ورودی از طریق یافتن تقاطع ارزش با مقدار قطعی با استفاده از تابع عضویت فازی سازی شده اند. روش فوق از عملگر حداقل برای محاسبه اشتراک دو ورودی و ترکیب دو ورودی برای به دست آوردن قوانین استفاده کرده است. این روش خروجی تابع عضویت را با قوانین بدست آمده محدود می کند. در نهایت، از عملگر حداکثر برای محاسبه اجتماع دو ورودی و ترکیب خروجی دو قانون استفاده می کند.

۵. روش پیشنهادی

همانطور که می دانیم در تمام تیم های ورزشی، بازیکنان فوتبال، باید در پست های مختلف تخصص داشته باشند و بایستی چگونگی ارتباط برقرار کردن با هم تیمی های خود در پست های دیگر را به منظور رقابت موثر در بازی بدانند. این امر به ویژه برای فوتبال که در آن بازیکنان به یک سیستم ساختاری به عنوان نحوه چیدمان (ارنج تیم) برای عملکرد بهتر نیاز دارند، اثبات شده است. اصطلاحات عمومی که برای پست های مختلف در فوتبال استفاده می شود عبارتند از: دروازه بان، مدافعان، هافبک ها، و مهاجمان. به طور کلی، هر تیم دارای ۲۰ بازیکن (بدون در نظر گرفتن سه دروازه بان) است و ۱۰ بازیکن توسط مربیان به عنوان شروع کننده بازی در یک مسابقه انتخاب می شوند. تعداد بازیکنان در هر یک از این سه پست مبتنی بر نحوه ارنج (سیستم چیدمان) انتخاب شده برای یک بازی می باشد.

در شکل (۴) یک روش دو فازی (دو مرحله ای) برای انتخاب و آرایش تیم نشان داده شده است. در مرحله انتخاب، از یک روش رتبه بندی فازی برای ارزیابی بازیکنان جایگزین استفاده کرده ایم. روش رتبه بندی فازی (که در سال ۱۹۹۹ توسط Yaakob و Kawata پیشنهاد شد) در این مرحله برای انتخاب اعضای تیم بکار گرفته می شود. در مرحله تنظیم آرایش تیم، از سیستم منطق فازی (FIS) برای ارزیابی ترکیبات مختلف اعضای تیم در پست های گوناگون استفاده می شود.



شکل ۴. نمایش گرافیکی از چارچوب پیشنهادی

۵.۱. فاز ۱ : انتخاب

ارزیابی بازیکنان فوتبال یک فرایند به چالش کشیدنی است، به خصوص هنگامی که معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی بر اساس مهارت، نگرش و بیشش تاکتیکی می باشد. در این مرحله، مجموعه ای از معیارهای ارزیابی از جمله توانایی برای کنترل توپ، مهارت دریبل زنی، توانایی دریافت توپ، توانایی برای ایجاد فضا برای دریافت پاس گل، گل زنی مشخص می کنیم. مریان به طور کلی هر بازیکن را بر اساس معیارهای ارزیابی مورد نظر خود ارزیابی می کنند. ما از متغیرهای زبانی برای وزن معیارهای ارزیابی و رتبه بندی بازیکنان برای هر پست استفاده می کنیم. بعد از جمع آوری و ترکیب این وزن ها و رتبه بندی ها، از معادله ۵ برای محاسبه نمره کل هر بازیکن در پست های مختلف استفاده می کنیم.

$$E_{eval}(po, i) = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k e(i, po, c_t) w(po, c_t)$$

(۵)

که حاصل عبارت فوق نمره کل هر بازیکن برای هر یک از پست های موجود می باشد. عبارت $e(i, PO, C_t)$ رتبه عملکرد یک بازیکن در یک معیار ارزیابی برای یک پست بازی و عبارت $W(PO, C_t)$ وزن اهمیت یک معیار ارزیابی برای یک پست بازی است. مقدار میانه این توابع عضویت مثالی درجه حداکثری از عضویت یک بازیکن در تیم است. (Kawata و Yaakob، ۱۹۹۹).

در مرحله آخر، سه ترکیب برتر برای چیدمان مدافعان، هافبک ها و مهاجمان شناسایی می شوند. دلیل انتخاب سه ترکیب برای هر پست این است که برای مربیان شرایطی فراهم شود که بتوانند ترکیبات غیر قابل قبول را دور بیندازند.

۵,۲. مرحله ۲: ارنج تیم (آرایش تیم)

در این مرحله، از سیستم منطق فازی (FIS) برای چیدمان بازیکنان انتخاب شده در هر پست استفاده می کنیم. ورودی های مدل FIS توسط مربیان بر اساس عوامل مؤثر در ترکیب تیم (به عنوان مثال تعداد دفعاتی که بازیکنان با هم بازی کرده اند، تعداد پاس هایی که بازیکنان تیم در یک بازی رد و بدل کرده اند و ...) ارائه می شوند. خروجی FIS درصد آرایش (ارنج) (POA) برای ترکیب بازیکنان برتر در هر پست است. به منظور تبدیل ورودی ها به خروجی، FIS به ورودی های فازی سازی شده نیاز دارد. اگر POA بیش از مقدار آستانه باشد، ترکیب پیشنهادی در نظر گرفته شده قابل قبول است و در غیر این صورت، ترکیب بعدی با بالاترین امتیاز باید جایگزین شود و POA دوباره محاسبه شود.

۶. مطالعه موردی

روش ارائه شده با داده های واقعی به دست آمده از باشگاه فوتبال Parsan یک تیم فوتبال حرفه ای در تهران نشان داده شده است. پارسان در سال ۱۹۶۸ تاسیس شد و از سال ۱۹۷۴ در سطح اول فوتبال ایران بوده است. بدون در نظر گرفتن سه دروازه بان، تیم از ۲۰ بازیکن از جمله هفت مدافع، هشت هافبک و پنج مهاجم تشکیل شده است. سه مربی از جمله سرمربی، مربی مهاجمین و مربی مدافعان توافق کردند تا با استفاده از روش ارائه شده در این تحقیق یک تیم برای قهرمانی بازی های لیگ تشکیل دهند. مربیان سیستم ۴-۴-۲ را برای بازی آینده انتخاب کردند. نحوه چیدمان ۴-۴-۲ محبوب ترین و متعادل ترین شیوه چیدمان در فوتبال کنونی است. این ارنج متشکل از ۴ مدافع، ۴ هافبک و دو مهاجم همانطور که در شکل (۵) نشان داده شده است می باشد.



شکل ۵. نمایش گرافیکی ترکیب ۲-۴-۴

مرحله تنظیم چیدمان به دو مرحله تقسیم می شود: مرحله انتخاب و مرحله ارنج تیم

۶.۱. فاز ۱: انتخاب

در این مرحله، سه مربی ۱۸ معیار ارزیابی ارائه شده در جدول ۲ را در نظر گرفتند. این معیارها به طور مداوم توسط مربیان برای شکل گیری تیم در گذشته در تیم پارسان مورد استفاده قرار می گرفت.

متغیرهای زبانی زیر که معادل ارزیابی های ۱۸ گانه بازیکنان است توسط Karsak در سال ۲۰۰۰ پیشنهاد شد: "ضعیف (P)"، "نسبتاً خوب (F)"، "خوب (G)" و "خیلی خوب (VG)".

شکل (۶) تابع عضویت متغیرهای زبانی مورد استفاده برای ارزیابی عملکرد را نشان داده است.

وزن اهمیت این معیارها نیز با متغیرهای زبانی با مقادیر زیر را بیان شده است "بی اهمیت (NI)"، "نه بسیار مهم است (NS)"، "نرمال (N)"، "مهم (I)" و "بسیار مهم (VI)".

شکل (۷) نشان دهنده تابع عضویت متغیر زبانی مورد استفاده برای ارزیابی وزن (ضرایب) ارزیابی ها است.

در مرحله بعد ، مریبان وزن(ضریب) اهمیت برای هر یک از ۱۸ معیار برای پست های مختلف که در جدول (۳) نشان داده شده است را مشخص کردند. آنها همچنین رتبه بندی عملکرد را به صورت متغیرهای زبانی داده شده در جدول (۴) برای ۲۰ بازیکن بر اساس عملکرد قبلی شان را قبل از شروع فصل حذفی جدید مشخص کردند .

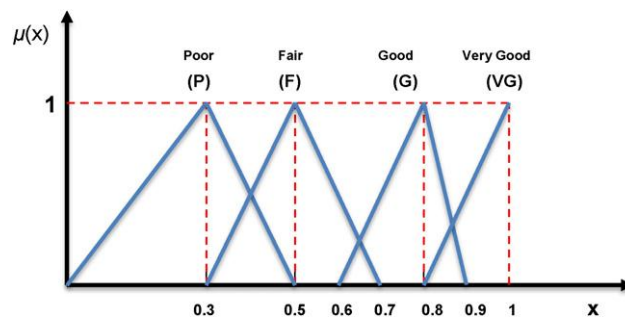
جدول ۲. معیار های ارزیابی

شماره معیار	تعریف معیار
C1	قدرت سرزنی و پرش
C2	قدرت شوت زنی
C3	پاس کوتاه
C4	سانتر
C5	کنترل توپ
C6	دریبل زنی
C7	قدرت تمام کنندگی و حفظ خونسردی
C8	سرعت
C9	خلاقیت
C10	ایجاد موقعیت گل زنی
C11	تکل زنی
C12	توانایی استفاده از دو پا
C13	استقامت
C14	قد
C15	توانایی ارسال پاس بلند
C16	توانایی های تکنیکی
C17	ایجاد فرصت های هجومی
C18	تعداد دفعات بازی

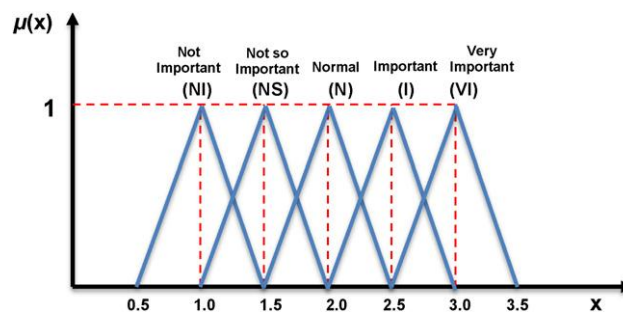
اطلاعات جمع آوری شده در جداول (۳ و ۴) مبنایی برای محاسبه نمره کلی بازیکنان برای پست های مختلف داده شده در جدول (۵) است. به عنوان مثال ، نمره بازیکن ۱ به شرح زیر محاسبه می شود:

$$G \times VI + F \times NS + G \times VI + \dots + G \times NS + F \times I + G \times I = (0.6, 0.8, 0.9) \\ \times (2.5, 3, 3.5) + (0.3, 0.5, 0.7) \times (1, 1.5, 2) + (0.6, 0.8, 0.9) \times (2.5, 3, 3.5) + \dots + \\ (0.6, 0.8, 0.9) \times (1, 1.5, 2) + (0.3, 0.5, 0.7) \times (2, 2.5, 3) + (0.6, 0.8, 0.9) \times (2, 2.5, 3) = (12.6, 25.45, 37.55)$$

جدول (۶) نمره کلی و رتبه بندی هر بازیکن برای هر یک از پست ها بر اساس مقدار متوسط از اعداد مثلثی ارائه شده در جدول شماره (۵) را نشان می دهد.



شکل ۶. تابع عضویت مورد استفاده برای نمرات عملکرد



شکل ۷. تابع عضویت مورد استفاده برای ضریب اهمیت

در مرحله آخر، سه ترکیب چهارتایی مدافعان و هافبک ها و سه ترکیب دوتایی مهاجمان تشکیل شد و بوسیله نمره متوسط شان رتبه بندی شدند. به عنوان مثال، نمره متوسط ترکیب (۱،۷،۲،۵)، که از چهار بازیکن خوب تدافعی تشکیل شده است، به صورت زیر به دست می آید:

$$\frac{27.75 + 26.8 + 25.9 + 25.45}{4} = 26.47$$

جدول (۷) رتبه بندی کلی سه ترکیب سیستم ۴-۴-۲ را نشان می دهد. با توجه به این جدول ترکیبات (۱،۷،۲،۵) و (۶،۷،۲،۵) و (۴،۷،۲،۵) سه ترکیب برتر برای پست مدافعان و ترکیبات (۸،۱۳،۱۴،۱۲) و (۹،۱۳،۱۴،۱۲) و (۱۵،۱۳،۱۴،۱۲) سه ترکیب برتر برای پست هافبک و ترکیبات (۲۰،۱۸) و (۱۷،۱۸) و (۱۸،۱۹) سه ترکیب برتر برای پست مهاجمان بودند.

نکته: شماره های داخل پرانتز های فوق شماره بازیکنان می باشد.

جدول شماره ۳. ضرایب معیارها برای پست های مختلف

Criterion number	Defender	midfielder	Forward
C_1	VI	N	VI
C_2	NS	I	VI
C_3	VI	VI	I
C_4	NS	I	I
C_5	I	VI	VI
C_6	NS	VI	I
C_7	NS	N	VI
C_8	N	I	VI
C_9	NS	VI	I
C_{10}	NS	I	VI
C_{11}	VI	I	NS
C_{12}	NS	NS	I
C_{13}	N	VI	I
C_{14}	I	NS	VI
C_{15}	NS	VI	I
C_{16}	NS	I	VI
C_{17}	I	VI	I
C_{18}	I	VI	I

جدول شماره ۴. رتبه عملکرد هر بازیکن با توجه به معیارهای مختلف

Criterion number	Defender			midfielder								forward								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C_1	G	G	VG	F	G	F	V	G	G	F	G	F	P	VG	VG	G	G	VG	G	VG
C_2	F	V	G	P	F	G	G	F	G	G	VG	F	G	VG	G	VG	VG	G	G	G
C_3	G	G	VG	G	G	F	G	G	VG	V	G	VG	G	F	G	G	VG	G	G	G
C_4	G	G	F	P	G	VG	F	G	G	F	G	VG	P	G	F	G	VG	G	G	G
C_5	G	F	F	G	G	VG	G	G	VG	G	VG	G	F	G	VG	G	VG	G	VG	VG
C_6	F	G	F	G	G	F	P	G	G	F	VG	G	G	VG	G	VG	F	VG	G	G
C_7	F	F	G	P	F	G	G	G	F	G	VG	G	G	F	VG	G	G	VG	VG	G
C_8	G	F	P	VG	G	G	G	G	G	F	G	VG	G	VG	G	VG	G	G	G	VG
C_9	F	G	F	F	G	P	G	VG	VG	G	G	VG	G	VG	F	G	VG	G	G	VG
C_{10}	F	G	P	F	P	F	F	G	G	F	G	VG	VG	G	VG	G	G	G	G	VG
C_{11}	G	G	VG	VG	G	VG	G	G	G	F	F	G	VG	G	F	G	F	G	G	G
C_{12}	P	G	P	F	G	F	P	F	F	F	G	G	G	G	F	P	F	VG	G	P
C_{13}	G	G	F	G	V	VG	G	G	G	V	G	G	F	G	F	G	VG	VG	G	G
C_{14}	G	G	F	VG	G	VG	G	G	F	F	G	G	G	G	VG	G	G	VG	F	VG
C_{15}	G	G	G	F	G	G	F	F	G	F	VG	G	VG	G	G	VG	VG	G	G	G
C_{16}	G	P	F	P	G	F	G	G	F	G	VG	G	VG	G	VG	G	G	VG	G	G
C_{17}	F	G	F	P	G	F	F	G	VG	G	F	G	G	VG	VG	G	VG	G	G	G
C_{18}	G	G	F	G	G	F	G	VG	F	G	F	G	VG	G	F	G	G	F	G	G

جدول شماره ۵. نمره کلی هر بازیکن در سه پست مختلف

position	Play number	Overall score
defenders	1	(12.6,25.45,37.55)
	2	(13.85,26.8,38.85)
	3	(11.55,22.2,34.9)
	4	(10.75,23,35.15)
	5	(14.2,27.75,39.6)
	6	(12.4,24.5,37.35)
	7	(13.1,25.9,37.9)
midfielders	8	(20.25,35.25,48.45)
	9	(20.9,34.85,48.3)
	10	(19.15,33.35,46.9)
	11	(19.5,33.6,47.6)
	12	(21.25,36.05,49.1)
	13	(21.9,35.4,48.9)
	14	(21.3,35.65,49)
	15	(20.05,34.55,48.4)
forwards	16	(23.4,37.5,50.8)
	17	(25.4,38.6,52,25)
	18	(26.4,39.85,53.3)
	19	(23.65,38.1,51.3)
	20	(25.1,38.9,52.15)

۶.۲. مرحله ۲: تنظیم و آرایش تیم

این مرحله برای تعیین بهترین آرایش سیستم ۴-۴-۲ در نظر گرفته شده است. بیاید به عنوان مثال ترکیب سه مدافع را برای نشان دادن این روش برای شناسایی بهترین ترکیب مدافعان در نظر بگیریم. بر اساس نتیجه مرحله قبلی، بهترین ترکیب تدافعی (۱،۷،۲،۵) بود ترکیبی که با استفاده از سیستم منطق فازی (FIS) محاسبه شد. مریبان دو فاکتور (Y, X) را به عنوان دو عامل ورودی موثر بر ترکیب تیم مشخص کردند:

فاکتور X تعداد روابط هم تیمی های بازیکنان (NOTR) در یک یا دو (و یا هر دو) بازی گذشته است. حضور همزمان دو بازیکن در یک تیم، یک رابطه هم تیمی را تشکیل می دهد. حداکثر مقدار NOTR در معادله (۶) نشان داده شده است.

(۶)

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

که در آن n تعداد بازیکنان در یک پست خاص (یکسان) می باشد. در این مورد، تعداد مدافعان ۴ نفر است. بنابراین، حداکثر مقدار NOTR عدد ۶ برای تیم پیشنهاد شده است. نمایی شماتیک از NOTR (X=۴) در شکل (۸) نشان داده شده است. خط بین نقاط ۲ و ۷ در این شکل نشان می دهد که این بازیکنان در یک یا دو بازی گذشته تیم با یکدیگر بازی کرده اند.

فاکتور Y متوسط تعداد بازیکنانی (ANOP) است که با هم در ۱۰ بازی آخر بازی کرده اند. جدول (۸) تعدادی از مدافعان که با هم در هر یک از ۱۰ بازی گذشته بازی کرده اند را نشان می دهد. ANOP به صورت زیر محاسبه می شود:

$$y = \frac{(2 + 2 + 4 + \dots + 3)}{10} = 2.9$$

جدول ۶. نمره کلی و رتبه بندی هر بازیکن

position	Play number	Overall score	Ranking
defenders	5	27.75	1
	2	26.8	2
	7	25.9	3
	1	25.45	4
	6	24.5	5
	4	23	6
	3	22.2	7
midfielders	12	36.05	1
	14	35.65	2
	13	35.4	3
	8	35.25	4
	9	34.85	5
	15	34.55	6
	11	33.6	7
	10	33.35	8
Forwards	18	39.85	1

20	38.9	2
17	38.6	3
19	38.1	4
16	37.5	5

جدول ۷. رتبه بندی کلی سه ترکیب سیستم ۲-۴-۴

Position	Player combinations	Average rating	Ranking
defenders	(5,2,7,1)	26.47	1
	(5,2,7,6)	26.23	2
	(5,2,7,4)	25.86	3
Midfielders	(12,14,13,8)	35.58	1
	(12,14,13,9)	35.48	2
	(12,14,13,15)	35.41	3
Forwards	(18,20)	39.37	1
	(18,17)	39.22	2
	(18,19)	38.97	3

سپس، ورودی ها را به درصدهای آرایش (POAs) برای ترکیبات برتر هر پست تبدیل کردیم. یک سری از روش های فازی، ارزیابی قوانین، روش های تجمعی و غیر فازی سازی برای به انجام رساندن این وظایف مورد استفاده قرار گرفت. این روش ها در شکل (۹) نشان داده شده است.

(I) فازی سازی

در این روش، مقادیر واضح و معین با توجه به توابع مربوطه عضویت خود به مقادیر فازی تبدیل شدند. تابع عضویت برای ورودی X و Y در شکل ۹ به ترتیب با a و b نشان داده شده است. درجه عضویت برای ورودی $X = 4$ برابر با ۰,۵ در مناطق M و H و درجه عضویت برای ورودی $Y = 2,9$ در منطقه M برابر ۰,۶ و در منطقه H برابر ۰,۴ است.

(II) ارزیابی قانون

نتایج حاصل از روش های قبلی نشان داد که ورودی X (ANOP) و y (NOTR) در مناطق M و H قرار می گیرند. ترکیبی از این چهار حوزه شامل چهار قاعده در شکل ۹ نشان داده شده است.

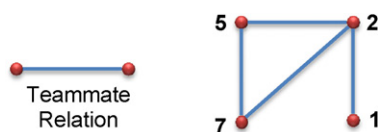
درجه عضویت خروجی تابع (Z) در مناطق مذکور با توجه به رابطه های (۱۰) - (۷) محاسبه می شوند:

$$\mu_{M0}(Z) = \mu_M(4) \wedge \mu_M(2.9) = \min(0.6, 0.5) = 0.5$$

$$\mu_{H1}(Z) = \mu_M(4) \wedge \mu_H(2.9) = \min(0.5, 0.4) = 0.4$$

$$\mu_{H1}(Z) = \mu_H(4) \wedge \mu_M(2.9) = \min(0.6, 0.5) = 0.5$$

$$\mu_E(Z) = \mu_H(4) \wedge \mu_H(2.9) = \min(0.5, 0.4) = 0.4$$



شکل ۸. شماتیک NOTR

جدول ۸. تعداد مدافعان که به طور همزمان بازی کرده اند.

Match number	Number of defenders played together
1	2
2	2
3	4
4	3
5	2
6	3
7	3
8	4
9	3
10	3

(III) ادغام

درجه عضویت از روش ارزیابی قوانین که به صورت گرافیکی توسط یک خط در هر یک از مناطق تابع خروجی زمانی که بیش از یک درجه عضویت بدست می آید نشان داده شده است. حداکثر مقدار این درجات با توجه به معادله ۱۱ انتخاب می شوند و مناطق تابع خروجی مطابق با آن جمع می شوند. نتایج حاصل از روش جمع کردن (تجمعی) نشان دهنده منطقه ای شامل راه حل های فازی برای حل مساله می باشد. این منطقه با خطوط قرمز پررنگ در شکل (۹) نشان داده شده است.

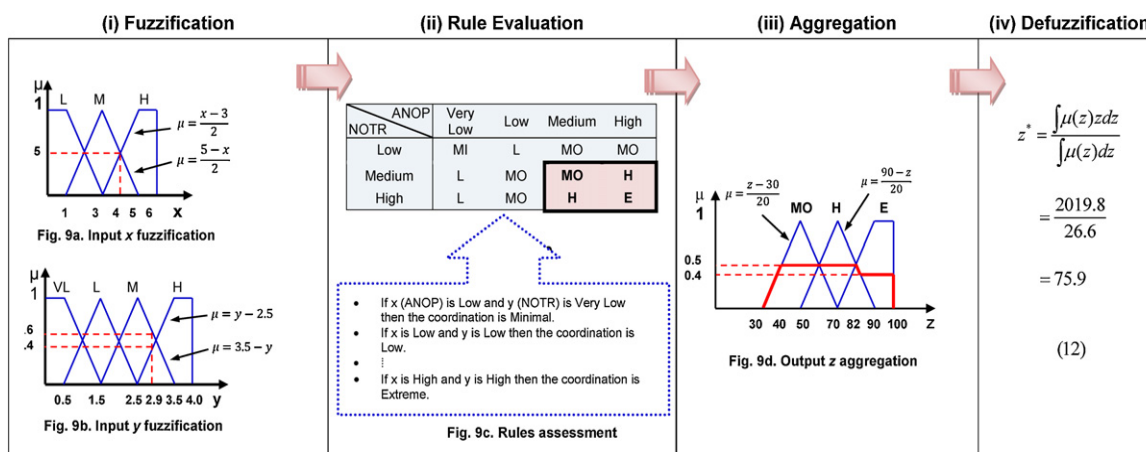
$$\mu_{agg} = \max\{\min(0.5, MO), \min(0.5, H), \min(0.4, E)\}$$

(IV) غیر فازی سازی

در این روش، از روش سیستم استنتاج Mamdani (Mamdani و Assilian ۱۹۷۵) برای تبدیل خروجی های فازی به خروجی های قطعی از طریق یک فرآیند غیر فازی سازی استفاده شده است. از روش مرکز، (یکی از محبوب ترین روش های غیر فازی سازی) برای تبدیل مقادیر فازی به مقادیر قطعی (crisp values) که در روش سیستم استنتاج Mamdani (راس، ۱۹۹۵) پیشنهاد شده است، استفاده می کنیم. مقادیر معین خروجی با توجه به معادله ۱۲ به دست می آید. در شکل (۹)، R بیانگر یک ادغام جبری است.

در مرحله بعد، روش دلفی به منظور انتخاب یک مقدار آستانه برای POAs ها در هر پست مورد استفاده قرار می گیرد. روش دلفی در شرکت RAND برای به دست آوردن بیشترین قابلیت اطمینان ارائه شد (Dalkey و Helmer، ۱۹۶۳). روش دلفی یک تعامل سازمان

یافته است که از طریق جمع آوری نظرات و بازخورد ها عمل می کند. اگرچه قدمت روش دلفی به اوایل دهه ۵۰ برمی گردد، اما شناخته شده ترین روش توسط Turoff و Linstone در سال ۱۹۷۵ ارائه شده است. همچنین بررسی های بسیار خوبی توسط Fischer (1978) , Schmidt (1997) , Okoli and Pawloski (2004) Keeney, Hasson , and McKenna (2006) and ارائه شده است.



شکل ۹. محاسبه فازی مبتنی بر قانون

جدول ۹. نحوه نهایی چیدمان سیستم ۴-۴-۲

position	Player combinations
Defenders	(5,2,7,1)
Midfielders	(12,14,13,8)
Forwards	(18,20)



شکل ۱۰. نحوه نهایی چیدمان سیستم ۴-۴-۲

هر دور در روش دلفی شامل یک نظرسنجی کتبی از شرکت کنندگان نسبت به هر سوال نظر سنجی می باشد که به دنبال بازخورد های آماری آن ها است. پس از مشاهده نتایج دور قبلی ، از شرکت کنندگان درخواست می شود که در مورد عقایدشان (نظراتشان) تجدید نظر انجام دهند . به طور کلی، پس از سه یا چهار دور یک همگرایی در نظرات به وجود می آید ، و نظر ثابت و پایداری از گروه پدیدار می شود . این نظر گروهی ممکن است توافق، اختلاف نظر و یا برخی از هر دو را منعکس کند. تعداد بهینه شرکت کنندگان به تعداد مورد نیاز برای ادغام نظرات بستگی دارد .

(Ndour, Force, & McLaughlin, 1992)

مربیان ۶۰٪ بازیکنان را به عنوان ارزش آستانه برای POAs ها در پست های مختلف انتخاب کردند. این مقدار پس از دو دور روش دلفی که در آن مربیان ترجیحات و ارزش های آستانه خود را با یکدیگر (به صورتی که از نظرات هم آگاه نبودند) به اشتراک گذاشته شده بودند ، مورد موافقت قرار گرفت . شباهت ها و تفاوت میان مقادیر آستانه پیشنهاد شده توسط مربیان مختلف مورد بحث قرار گرفت و آنها توانستند به یک مقدار آستانه انتخاب شده ، دست یابند . POA (درصد ارنج، احتمال انتخاب ارنج) چهار مدافع انتخاب شده در ترکیب (۱،۷،۲،۵) بیش از ۶۰٪ (یعنی مقدار Z برابر $Z = 75.9$ ٪) بود و به همین دلیل این ترکیب ، قابل قبول در نظر گرفته شد . پس از ارنج مدافعان ، روش فوق برای هافبک ها و مهاجمان استفاده شد. در نهایت، چیدمان نهایی در جدول ۹ ارائه شده بود گسترش یافت . یک تصویر شماتیک از نحوه چیدمان نهایی سیستم ۴-۴-۲ را نیز در شکل ۱۰ مشاهده کردیم. با توجه به روش ارائه شده در این تحقیق ، سیستم ۴-۴-۲ با چهار مدافع با شماره های (۱،۷،۲،۵) ، چهار هافبک با شماره های (۸،۱۳،۱۴،۱۲) ، و دو مهاجم با شماره های (۱۸، ۲۰) به مربیان به عنوان بهترین ترکیب تیم برای بازی آینده لیگ پیشنهاد شد.

۷. نتیجه گیری

ورزش های هم زمان نیاز بیشتری در انتخاب بازیکن و استراتژی های تشکیل تیم (Trninic و Paptic، Trninic و Vukicevic، ۲۰۰۸) را به تیم تحمیل کنند. روند انتخاب بازیکن و تشکیل تیم در ورزش های دسته جمعی یک مساله تصمیم گیری پیچیده چند معیاره با اهداف متناقض است. مریبان بایستی تعداد زیادی از ویژگی های کمی و کیفی را در روند انتخاب بازیکن در نظر گیرند. به رغم اهمیت استفاده از روش های ساختار یافته و تحلیلی برای انتخاب بازیکن و تشکیل تیم، تحقیقات بسیار کمی در مورد این موضوع در علوم ورزشی انجام شده است. ما یک چارچوب دو مرحله ای (دو فازی) برای انتخاب بازیکن و تشکیل تیم در فوتبال پیشنهاد کرده ایم. بازیکنان در مرحله اول انتخاب شدند و بهترین ترکیب بازیکنان انتخاب شده با یک سیستم منطق فازی (FIS) برای شکل گیری تیم مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. ما یک مطالعه موردی برای نشان دادن کاربرد چارچوب پیشنهادی و اثربخشی روش ها و الگوریتم ها ارائه کردیم. سهم روش پیشنهادی دارای سه مرتبه است:

(۱) این روش شکافهای موجود در ادبیات علوم ورزشی، در مباحث انتخاب بازیکن و تشکیل تیم را ترمیم می کند؛ (۲) به عقاید و قضاوت های مبهمی که منجر به ایجاد ابهام در فرایند تصمیم گیری می شوند رسیدگی می کنند؛ (۳) از یک مدل چند معیاره معنی دار و قوی برای جمع آوری داده های کیفی و کمی استفاده می کند.

چارچوب پیشنهادی حاکی از دقت سطح بالاتری در انتخاب بازیکن و تشکیل تیم نمی باشد. در حالی که روش ما مریبان را قادر می سازد تا اطلاعات دقیق و قضاوت های مبهم را به وسیله یک روش سیستماتیک جذب کنند، این روش را باید با دقت و در رابطه با اهداف بازی مورد استفاده قرار داد. روش ما کمک می کند تا مریبان به طور سیستماتیک در مورد مسائل پیچیده تصمیم گیری چند معیاره و بهبود کیفیت تصمیم گیری هایشان فکر کنند. نظر مریبان یک جزء جدایی ناپذیر از ارزیابی بازیکنان است، بنابراین، کارایی مدل به شدت بر توانایی شناختی مریبان متکی است.

اگر چه مطالعه موردی در این تحقیق دو عامل را به عنوان ورودی در سیستم های منطق فازی (FIS) در نظر گرفته است، این روش برای ما قابلیت انعطاف پذیری زیادی برای یکپارچه سازی عوامل اضافی در فرآیند ارزیابی را فراهم می کند. روش مورد بحث در این تحقیق تنها مناسب ورزش های دسته جمعی نیست، این روش برای مدل سازی گروه های کاری و تیم های پروژه ای در صنعت و تجارت نیز کاربرد دارد. در نتیجه، تاکید می کنیم که سهم ما بخش کوچکی از مسائل درگیر با ارنج بازیکنان در ورزش های دسته جمعی است. صحیح است که بگوییم انتخاب کمی و تحلیلی بازیکنان و تشکیل تیم به عنوان یک رشته در مراحل ابتدایی اش است. بنابراین، امیدواریم که مطالعه ارائه شده در اینجا بتواند الهام بخش دیگران برای تحقیقات بیشتر در این زمینه باشد.

1. Ahmed, F., Deb, K., & Jindal, A. (2011). Evolutionary multi-objective optimization and decision making approaches to cricket team selection. In Proceedings of the Second International Conference on Swarm, Evolutionary, and Memetic Computing. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-27242-4_9.
2. Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 278–285.
3. Askin, R. G., & Sodhi, M. (1994). Organization of teams in concurrent engineering. In R. D. Dorf & A. Kusiak (Eds.), *Handbook of design, manufacturing, and automation* (pp. 85–105). New York: John Wiley & Sons.
4. Baldwin, D. C. (1994). The role of interdisciplinary education and teamwork in primary care and health care reform. Rockville, MD: Health Resources and Services Administration, Bureau of Health Professions. Order No. 92-1009(P).
5. Boon, B. H., & Sierksma, G. (2003). Team formation: Matching quality supply and quality demand. *European Journal of Operational Research*, 148, 277–292.
6. Braha, D. (2002). Partitioning tasks to product development teams. Paper presented at the International Design Engineering Technical Conferences of American Society of Mechanical Engineers (DETC'02 ASME).
7. Chen, Y. L., Cheng, L. C., & Chuang, C. N. (2008). A group recommendation system with consideration of interactions among group members. *Expert Systems with Applications*, 34, 2082–2090.
8. Cohen, S. G., & Bailey, D. E. (1997). What makes teams work: Group effectiveness research from the shop floor to the executive suite. *Journal of Management*, 23, 239–290.
9. DeKorvin, A., Shipley, M., & Kleyale, R. (2002). Utilizing fuzzy compatibility of skill sets for team selection in multi-phase projects. *Journal of Engineering and Technology Management*, 19, 307–319.
10. Dereli, T., Baykasoglu, A., & Das, S. (2007). Fuzzy quality-team formation for value added auditing: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24, 366–394.
11. Dubois, H. P. (1978). Operations on fuzzy numbers. *International Journal of Systems Science*, 9(6), 613–626.
12. Durmusoglu, M., & Kulak, O. (2008). A methodology for the design of office cells using axiomatic design principles. *Omega*, 36, 633–652.
13. English, A., Griffith, R. L., & Steelman, L. A. (2004). Team performance: The effect of team conscientiousness and task type. *Small Group Research*, 35(6), 643–665.
14. Feng, B., Jiang, Z. Z., Fan, Z. P., & Fu, N. (2010). A method for member selection of cross-functional teams using the individual and collaborative performances.
15. Fischer, R. (1978). The Delphi Method: A description, review and criticism. *Journal of Academic Librarianship*, 4(2), 64–70.
16. Fried, B. J., Topping, S., & Rundall, T. G. (2000). Groups and teams in health service organisations. In S. M. Shortell & A. D. Kalunzny (Eds.), *Health care management: organisation design and behavior* (pp. 154–190). Albany: Delmar Thomson Learning.
17. Horikawa, S., Furuhashi, T., & Uchikawa, Y. (1992). On fuzzy modelling using fuzzy neural networks with the back-propagation algorithm. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 3(5), 801–806.
18. Huang, S. J., & Chiu, N. H. (2009). Applying fuzzy neural network to estimate software development effort. *Applied Intelligence*, 30(2), 73–83.
19. Katzenbach, J. R., & Smith, D. K. (1993). *The wisdom of teams*. Boston: Harvard Business School Press.
20. Keeney, S., Hasson, R. E., & McKenna, H. (2006). Consulting the oracle: 10 lessons from using the Delphi Technique in nursing research. *Journal of Advanced Nursing*, 53(2), 205–212.
21. Kinlaw, D. C. (1991). *Developing superior work teams*. San Diego: Lexington Books.
- Kirkman, B. L., Rosen, B., Tesluk, P. E., & Gibson, C. B. (2004). The impact of team empowerment on team performance: The moderating role of face-to-face interaction. *Academy of Management Journal*, 47(2), 175–192.
22. Lee, C.-C. (1990). Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller-Part I. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 20, 404–418.

23. Linstone, H., & Turoff, M. (1975). *The Delphi method: Techniques and application*. Addison-Welsey, Reading.
24. Mamdani, E. H. (1977). Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis. *IEEE Transactions on Computers*, 26, 1182–1191.
25. Mamdani, E. H., & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man–Machine Studies*, 7, 1–13.
26. Merigo´, J. M., & Gil-Lafuente, A. M. (2011). Decision-making in sport management based on the OWA operator. *Expert Systems with Applications*, 38, 10408–10413.
27. Mizumoto, M., & Zimmermann, H. (1982). Comparison of fuzzy reasoning methods. *Fuzzy Sets and Systems*, 18, 253–283.
28. Ndour, B., Force, J. E., & McLaughlin, W. J. (1992). Using the Delphi method for determining criteria in agroforestry research planning in developing countries. *Agroforestry Systems*, 19, 119–129.
29. Okoli, C., & Pawloski, S. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information and Management*, 42, 15–29.
30. Ross, T. J. (1995). *Fuzzy logic with engineering applications*. New York: McGraw-Hill.
31. Saghafian, S., & Hejazi, S. R. (2006). Multi-criteria group decision making using a modified fuzzy TOPSIS procedure. Paper presented at the International Conference on computational Intelligence for Modelling, Control and Automation and International conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (CIMCA-IAWTIC'06) of the IEEE Computer Society.
32. Schmidt, R. C. (1997). Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques. *Decision Sciences*, 28(3), 763–774.
33. Shipley, M. F., & Johnson, M. (2009). A fuzzy approach for selecting project membership to achieve cognitive style goals. *European Journal of Operational Research*, 192, 918–928.
34. Soltani, A., & Haji, R. (2007). A project scheduling method based on fuzzy theory. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 1, 70–80.
35. Yaakob, S. B., & Kawata, S. (1999). Workers' placement in an industrial environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 106, 289–297.
36. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338–353.
- Zadeh, L. A. (1971). Similarity relations and fuzzy ordering. *Information Sciences*, 3, 177–200.
37. Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-II. *Information Science*, 8, 301–357.
38. Zakarian, A., & Kusiak, A. (1999). Forming teams: An analytical approach. *IIE Transactions*, 31, 85–97.

۱. تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ (MCDM)

۱.۱. مقدمه

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

۱.۲. انواع مدل‌های تصمیم‌گیری

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره به دو دسته‌ی عمده مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه^۲ (MODM) و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه^۳ (MADM) تقسیم می‌شود. در حالت کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند [۱].

۱.۳. انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر ماهیت شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند [۱]:

مدل‌های جبرانی: مدل‌هایی که از شاخص‌هایی تشکیل شده‌اند که با یکدیگر در تعامل‌اند، به این معنی که مقادیر نامطلوب یک شاخص می‌تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله مدل‌های جبرانی به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

¹ Multi Criteria Decision Making

² Multi Objective Decision making

³ Multi Attribute Decision Making

AHP (Analytic Hierarchy Process)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی ناسازگاری در قضاوت ها می تواند در بررسی موضوعاتی همچون برنامه ریزی شهری و منطقه ای، بهینه سازی ترکیب تولید محصولات در یک واحد صنعتی، بودجه بندی دستگاههای دولتی، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی تخصیص منابع انرژی، اولویت بندی در صنعت برق، اولویت بندی پروژه های تحقیقات انرژی و محیط زیست و... کاربرد مطلوبی داشته باشد. همچنین این روش زمینه ای را برای تحلیل و تبدیل مسایل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی ساده تر فراهم می آورد که در چارچوب آن برنامه ریز بتواند ارزیابی گزینه ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام داد.

Fuzzy AHP

تنوری فازی برای مواجهه با اکثر پدیده های جهان واقع که در آنها عدم قطعیت وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد و بسیاری از مجموعه ها، اعداد و اتفاق های دنیای واقعی را می توان با منطق فازی توجیه کرد. در Fuzzy AHP با تعمیم مفاهیم فازی در تعیین ماتریس های مقایسه زوجی دخالت داده می شود .

ANP (Analytic Network Process)

روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی توان از روش AHP استفاده کرد . ANP . شکل کلی تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد و تعاملات و بازخورد های میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می گیرد [۲۰۱].

SAW (Simple Additive Weighted)

در روش (SAW) سعی به برآورد تابع مطلوبیتی به ازای هر گزینه است تا گزینه ای با بیشترین مطلوبیت انتخاب شود. در این روش فرض بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص ها از یکدیگر است. در این روش با محاسبه اوزان اهمیت شاخص ها می توان به راحتی به ارجحیت گزینه ها دست یافت .

LINMAP (Linear-programming for Multidimensional Analysis of Preference)

این روش به دنبال یافتن گزینه ایست که کمترین فاصله را با ایده آل ترین حالت ممکن داشته باشد. در این روش m گزینه و n شاخص از یک مسئله مفروض به صورت m نقطه برداری در یک فضای n بعدی مورد توجه است که از طریق یافتن فاصله اقلیدسی گزینه ها با بهترین گزینهف ارجح ترین گزینه انتخاب می شود .

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

این روش بر این مفهوم تکیه دارد که بهترین گزینه، گزینه ایست که نزدیکترین فاصله به گزینه ایده آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده آل منفی را داشته باشد .

VIKOR (VIšekriterijumsko Kompromisno Rangiranje)

در این روش به منظور رتبه بندی و یافتن بهترین گزینه از مفهوم بذبذبتترین گزینه استفاده می کند و میزان سازش میان فاصله

گزینه ها نسبت به بهترین گزینه و به این علت جزء روش های برنامه ریزی سازشی طبقه بندی می شود. این روش در مقایسه با روش تاپسیس، در محاسبه فواصل گزینه ها میزان اهمیت فاصله مطلوب نسبت به بهترین حالت و بدترین حالت را در نظر می گیرد .

ELECTRE (*Elimination et Choice in Translating to Reality*)

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می شود. به طور مثال ممکن است از نظر ریاضی گزینه ای هیچ ارجحیتی به دیگر گزینه نداشته باشد اما تصمیم گیرنده و تحلیلگر بهتر بودن آن گزینه به دیگری را بپذیرد. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه های غیرموثر حذف می شوند. کلیه مراحل اجرای این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه غیرهماهنگ پایه ریزی می شوند که به این دلیل این روش معروف به آنالیز هماهنگی هم می باشد .

PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*)

این روش بر دو مفهوم ترجیح و بی تفاوتی استوار است به این معنی که گزینه A بر گزینه B ترجیح و برتری دارد اگر از نظر توابع ترجیح - که میزان ارجحیت گزینه A بر گزینه B از نظر تصمیم گیرنده را ارائه می دهد- مقدار تابع ترجیح گزینه A بیشتر از تابع ترجیح گزینه B باشد. همینطور گزینه A نسبت به گزینه B بی تفاوت است اگر مقدار تابع ترجیح گزینه A با تابع ترجیح گزینه B برابر باشد. پس از تعیین وضعیت دو به دوی گزینه ها نسبت به هم در یک گراف رتبه بندی نمایش

SMART (*Simple Multi Attribute Ranking Technique*)

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کیفی و کمی را برای رتبه بندی گزینه های مورد بررسی استفاده کرد. ابتدا به منظور محاسبه وزن و سطح بندی شاخص ها از نظر هر گزینه، محدوده انتخابی برای هر کدام از شاخص ها تعریف می شود و از طریق فرمول های تعریف شده شاخص ها به تفکیک هر گزینه رتبه بندی می شوند. در مرحله بعدی وزن و اهمیت هر شاخص نسبت به هم سنجیده می شود. در پایان وزن و اولویت نهایی گزینه ها از تلفیق اوزان فوق به دست می آید.

REGIME

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کمی و کیفی را به کار برد در حالی که نیازی به تبدیل شاخص های کیفی به کمی نباشد. با ساخت ماتریس REGIME که حاصل مقایسات زوجی گزینه ها از نظر تمامی شاخص هاست، شاخص های راهنما را محاسبه می کنیم و از این طریق گزینه ها را رتبه بندی کرد.

SIR (*Superiority and Inferiority Ranking*)

این روش جزء روش های جدید و به نسبت پیچیده تصمیم گیری چندمعیاره طبقه بندی می شود. در این روش مانند روش PROMETHEE توابع ترجیحی وجود دارند که پس از محاسبه ارجحیت هر کدام از گزینه ها نسبت به شاخص ها و یافتن مقدار توابع ترجیح زوجی گزینه ها از نظر شاخص ها، ماتریس superiority و inferiority را تشکیل داد. در مرحله بعد مانند روش های SAW و TOPSIS ماتریس وزین جریان را تشکیل می دهیم. با محاسبه جریان ها می توان گزینه ها را رتبه بندی کرد.

• **EVAMIX (Evaluation and Mixed criteria)**

در این روش شاخص ها به دو دسته کیفی (اوردینال) و کمی (کاردینال) تفکیک می شوند و محاسبات مربوط به هر دسته از شاخص ها به صورت مجزا انجام می شود. مقدار غلبه نیز برای ماتریس های تفاضلی محاسبه میشود و در پایان پس از محاسبه امتیاز ارزیابی گزینه ها، گزینه ها رتبه بندی می شوند.

مدل های غیر جبرانی : در این مدل تعامل و مبادله میان شاخص ها مجاز نیست یعنی به طور مثال نقطه ضعف موجود در یک شاخص ها توسط مزیت موجود در یک شاخص دیگر جبران نمی شود. مطلوبیت این مدل ها زمانی روشن می شود که تحلیلگر با محدود بودن اطلاعات مواجه و یا دسترسی به تصمیم گیرندگان محدود باشد.

از جمله روش های غیر جبرانی می توان به روش تسلط، روش حذف، روش لکسیکوگراف، روش رضایت بخش شمول، روش رضایت بخش خاص، روش Max-Min و روش Min-Min اشاره کرد.

مدل هایی که در مرز جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرند :

• **PERMUTATION**

در این روش تعداد حالات رتبه بندی گزینه ها (جایگشت ها) مشخص می شود و هر رتبه بندی مورد آزمایش قرار می گیرد و نهایتا مناسب ترین آنها برای رتبه بندی انتخاب می گردد.

• **QUALIFLEX (Qualitative Flexible assessment)**

در این روش ابتدا جایگشت های مختلف گزینه ها تشکیل می شود. در مرحله بعدی گزینه ها براساس شاخص ها رتبه بندی می شوند به این ترتیب که اگر گزینه ای در شاخصی از بقیه بهتر است عدد ۱ و به همین ترتیب سایر گزینه ها طبقه بندی می شود. مقادیر غالب و غیر غالب از طریق مقایسه جایگشت و رتبه بندی به دست می آیند. برآیند مراحل فوق را با داشتن اطلاعات شاخص ها و جایگشت ها در ماتریسی گرد آورده و جمع مقادیر مربوط به هر جایگشت را که مشخص کننده اولویت جایگشت هاست محاسبه می کنیم.

۱.۴. رویه تحلیل مسئله

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره شامل ۶ مرحله می باشد :

- یک هدف یا مجموعه ای از اهداف
- تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران
- مجموعه ای از معیارهای ارزیابی
- مجموعه ای از گزینه های تصمیم
- مجموعه ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم
- مجموعه ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذینفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود [۳].

۲. تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

۲.۱. مقدمه

در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره کلاسیک سعی می‌شود که تاثیر عوامل مختلف در تصمیم‌گیری با استفاده از مفاهیم ریاضی محاسبه شود. اما بیان بسیاری از عوامل با منطق ریاضیات کلاسیک امکان پذیر نیست. از طرف دیگر همیشه در دنیای واقعی عدم قطعیت وجود داشته و شرایط نامطمئن، همواره در مراحل مختلف مطالعه و بررسی یک مسئله وجود دارد. بنابراین در بسیاری از موارد، تمام یا قسمتی از داده‌های یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره، فازی هستند. در این صورت اگر مسئله با استفاده از داده‌های قطعی مدل و فرموله شود، جواب درست و دقیقی به دست نخواهد آمد و در نتیجه گزینه ارجح انتخاب نخواهد شد. در چنین تصمیم‌گیری‌های غیر دقیقی نمی‌توان به هدف و مقصود مورد نظر دست یافت. لذا در مدل‌های تصمیم‌گیری که داده‌های تصادفی یا فازی هستند، باید با وجود محاسبات و عملیات بیشتر به طور منطقی و دقیق برخورد کرده و عدم قطعیت را در مدل تصمیم‌گیری لحاظ کرد. مدل کردن عدم قطعیت در مسائل تصمیم‌گیری به وسیله تئوری مجموعه‌های فازی انجام می‌شود [۴].

۲.۲. مختصری درباره تئوری فازی

منطق فازی تکنیک جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل‌سازی یک سیستم نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته است، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد و یا تا حدود زیادی آن را تکمیل می‌کند. در واقع در منطق فازی می‌توان نتایج دقیق را با استفاده از مجموعه‌ای از معلومات نادقیق که با الفاظ و مقادیر کلامی تعریف شده‌اند، استخراج کرد [۵].

۲.۳. روش‌های فازی

- روش شباهت به گزینه ایده آل فازی^۱ (FTOPSIS) :

در این روش برای تعیین وزن معیارها و رتبه بندی گزینه‌ها از مقادیر دقیق و معین استفاده می‌شود.

- روش تحلیل سلسله مراتب فازی^۲ (FAHP) :

¹ Fuzzy TOPSIS

² Fuzzy AHP

هر چند هدف از بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آوردن نظر کارشناسان و متخصصین است، با این وجود روش تحلیل سلسله مراتبی معمولی به درستی تفکر انسان را منعکس نمی کند. زیرا در مقایسه های زوجی این روش از اعداد دقیق استفاده می شود. در روش تحلیل سلسله مراتب فازی، پس از تهیه نمودار سلسله مراتبی از تصمیم گیرنده یا تصمیم گیرندگان خواسته می شود تا عناصر هر سطح را نسبت به هم مقایسه کنند و اهمیت نسبی عناصر را با استفاده از اعداد فازی بیان کنند.

- روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی^۱ (FDAHP) :

این روش در مواردی که دانش نامطمئن و ناکامل در دسترس باشد مورد استفاده می گیرد و قضاوت به متخصصان امر واگذار می شود. هدف از این روش دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان به دفعات با توجه به بازخورد حاصل از آن ها صورت می پذیرد.

- روش یاگر^۲ در تصمیم گیری های چند شاخصه فازی :

در روش یاگر درایه های ماتریس تصمیم بیانگر درجه عضویت هر گزینه از نظر هر معیار می باشد. در این روش وزن شاخصه ها بر اساس روش ساعتی (مقایسه های زوجی) به دست می آید. سپس برای هر گزینه از نظر هر شاخص درجه عضویت ها به توان وزن شاخصه ها رسانده می شود. در نهایت بر اساس اصل ماکزیمم- می نیمم بالمن و زاده گزینه برتر تعیین می شود.

۳. شبکه های عصبی

۳.۱. مقدمه

برای خوانندگانی که علاقمند به هوش مصنوعی^۳ می باشند، بهتر است که کار خود را با مطالعه شبکه های عصبی شروع نمایند. لازم به ذکر نیست که هوش مصنوعی، مفهومی بسیار کلی و جامع است و دارای شاخصه هایی در پزشکی، فلسفه، ریاضیات، سایبرنتیک^۴ و بالاخص علوم کامپیوتری می باشد. بطور کلی می توان گفت که برخی از جنبه های AI در ارتباطی تنگاتنگ با درک چگونگی عملکرد مغز یا ذهن انسان و مدل سازی این عملکرد توسط کامپیوترها است [۵].

۳.۲. شبکه های مصنوعی چیست؟

یک شبکه عصبی مصنوعی^۵ (ANN) ایده ای است برای پردازش اطلاعات که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می پردازد. عنصر کلیدی این ایده، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار بسیار زیادی عناصر پردازشی فوق العاده بهم پیوسته تشکیل شده است که برای حل یک مسئله باهم هماهنگ عمل می کنند. ANN ها نظیر انسان ها، با مثال یاد می گیرند. یک ANN برای انجام وظیفه های مشخص مانند شناسایی الگوها و دسته بندی اطلاعات، در طول یک پروسه یادگیری تنظیم می شود [۶].

۳.۳. شبکه های عصبی فازی

¹ Fuzzy Delphi AHP

² Yager

³ Artificial Intelligence

⁴ Cybernetics

⁵ Artificial Neural Network

نحوه ارتباط بین منطق فازی و شبکه عصبی باعث بوجود آمدن انواع مختلفی از سیستم‌ها شده است. بسیاری بر این باورند که اطلاق کلمه نوروفازی به تمامی این ترکیبات، درست نمی‌باشد؛ چراکه برخی از این ترکیبات ارتباطی تکمیلی با یکدیگر داشته و به جای هر یک از این اجزاء می‌توان سیستم‌های دیگری مانند درخت تصمیم، الگوریتم تکاملی و از این دست را جایگزین نمود. به عبارتی اختصار نوروفازی به سیستم ترکیبی حاصل از شبکه عصبی و سیستم استنتاجی فازی گفته شده که در آن شبکه عصبی به عنوان تعیین کننده پارامترهای سیستم فازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. منظور از تعیین پارامترهای سیستم فازی توسط شبکه عصبی، تعیین اتوماتیک پارامترهای فازی مانند قوانین فازی و یا توابع عضویت مجموعه‌های فازی است. در مقابل نوروفازی، شبکه عصبی فازی قرار دارد که در آن از منطق فازی برای بهبود عملکرد شبکه عصبی استفاده می‌شود. در این شبکه منطق فازی فرع بوده و تنها برای بهبود شرایط شبکه عصبی و یا اضافه نمودن مفهوم عدم قطعیت به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تقسیم‌بندی زیر نحوه ارتباط بین منطق فازی و شبکه عصبی را با توجه به این دیدگاه بیان می‌نماید [۵].

۳،۴. انواع شبکه عصبی فازی

- **Fuzzy Neural Network**: منطق فازی برای بهبود کارایی شبکه و یا افزایش توان یادگیری شبکه عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این شبکه‌ها افزودن قوانین فازی برای تغییر نرخ یادگیری و یا تغییر ورودی/خروجی شبکه از حالت غیرفازی به فازی است. نمونه‌هایی از این دسته عبارتند از: FNN، FHSNN و GFNN.
 - **Concurrent Neuro-Fuzzy Models**: شبکه عصبی و سیستم فازی بر روی یک کار واحد با یکدیگر کار می‌کنند اما تأثیری بر روی یکدیگر ندارند. هیچکدام برای تعیین پارامتر دیگری به کار نمی‌روند. معمولاً در این مدل، شبکه عصبی برای پیش پردازش ورودی و یا خروجی سیستم فازی به کار می‌رود.
 - **Cooperative Neuro_Fuzzy Models**: شبکه عصبی برای تعیین پارامترهای سیستم فازی به کار می‌رود. این پارامترها شامل قوانین فازی، وزن قوانین و مجموعه‌های فازی است.
 - **Neural network-driven fuzzy reasoning systems**: برخی این سیستم‌ها را جزء مدل‌های Cooperative می‌دانند. این مدل‌ها برای گسترش قوانین فازی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
 - **Hybrid Neuro_Fuzzy Models**: شبکه عصبی و سیستم فازی در یک ساختار هماهنگ با یکدیگر ترکیب می‌شوند. این مدل را می‌توان شبکه عصبی با پارامتر فازی و یا یک سیستم فازی با یادگیری توزیع شده دانست. ANFIS، ANNFIS، NEFClass و FLEXNFIS نمونه‌هایی از این مدل می‌باشند.
- همان‌گونه که در تعاریف فوق مشخص است، دودسته عمده از ترکیبات شبکه عصبی و منطق فازی شامل شبکه‌های عصبی فازی و نوروفازی‌ها هستند. شبکه‌های عصبی فازی حاصل ترکیب شبکه عصبی و منطق فازی بوده و نوروفازی‌ها حاصل ترکیب شبکه عصبی و سیستم فازی می‌باشند [۷].

۴. بررسی تکنیک های بکار برده شده در مقالات

سبزی پرور و ورکشی، از سیستم های عصبی فازی برای اندازه گیری میزان تابش خورشید استفاده کردند و نشان دادند که میزان تابش خورشید ارتباط مستقیمی با فرآیندهای هیدرولوژی و هواشناسی دارد [۸].

عبدوس و مزینی، روش های تصمیم گیری چندمعیاره را بر مبنای شبکه های عصبی بنا نهادند و کاربرد روش رایانش نرم را در حوزه های کلاسیک تصمیم گیری نشان دادند [۹].

شعبانیان و منتظری، از ترکیب شبکه های عصبی و روش های فازی توانستند عیب واحدهای گازی نیروگاه سیکل ترکیبی کازرون را تشخیص و بررسی کنند [۱۰].

بابایی و ضابط خصوصی، با استفاده از شبکه های عصبی و سیستم های فازی توانستند جریان الکتریکی را در سیستم های توزیع آشکار کنند [۱۱].

قمشه و تشنه لب، از شبکه مصنوعی فازی بر پایه الگوریتم پرندگان، برای آموزش پارامترهای شبکه مصنوعی فازی استفاده کردند [۱۲].

نیری پور و همکاران، روش جدیدی جهت پیشبینی توان خروجی توربین بادی با استفاده از سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی و الگوریتم ژنتیک ارائه دادند [۱۳].

منابع

۱. اصغریپور، محمدجواد، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
۲. قدسی پور، سیدحسن، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، پاییز ۱۳۸۹.
۳. قدسی پور، مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره برنامه ریزی چند هدفه (روش های وزن دهی بعد از حل)، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۲.
۴. عطائی، محمد، تصمیم گیری چند معیاره فازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۹.
۵. پیکتن، فیلیپ، ترجمه غضنفری، مهدی و ارکات، جمال، شبکه های عصبی (اوصول و کارکردها)، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۳.
۶. پورذاکر عربانی، سودابه، مفاهیم هوش مصنوعی و شبکه های عصبی مصنوعی و ژنتیک الگوریتم، ندای سبز شمال، ۱۳۸۵.
۷. جکسون، تی و بیل، آر، آشنایی با شبکه های عصبی، ترجمه البرزی، محمد، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۳.
۸. سبزی پرور، علی اکبر، ورکشی، مریم، ارزیابی دقت روش های شبکه عصبی مصنوعی و عصبی - فازی در شبیه سازی تابش کل خورشید، مجله پژوهشی فیزیک ایران، جلد ۱۰ شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹.
۹. عبدوس، منیره و مزینی، ناصر، حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، سال ۵، شماره ۱، ۱۳۸۶.
۱۰. شعبانیان، محسن و منتظری، محسن، آشکار سازی و تشخیص عیب واحدهای گازی نیروگاه سیکل ترکیبی کازرون با استفاده از شبکه های عصبی - فازی، بیست و پنجمین کنفرانس ملی برق، ۱۳۸۶.
۱۱. بابایی، محسن و ضابط خصوصی، محسن، آشکار سازی جزیره الکتریکی در شبکه توزیع شامل منابع تولیدات پراکنده با استفاده از شبکه های عصبی و سیستم های فازی، بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق، ۱۳۹۰.

۱۲. صیدی قمشه، وحید و تشنه لب، محمد، آموزش شبکه عصبی فازی ANFIS بر پایه الگوریتم اجتماع پرندگان، پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران، ۱۳۸۶.
۱۳. نیری پور، مجید و همکاران، جهت پیشبینی توان خروجی توربین بادی با استفاده از سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی و الگوریتم ژنتیک، بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران، ۱۳۹۲.

۱- تکنیک ANP

یکی از روشهای پرکاربرد در تصمیم گیری چند معیاره ، فرایند تحلیل شبکه ای ANP است . این روش گسترش یافته ی شبکه AHP است . یعنی اگر وابستگی ها از حالت خطی (یعنی از بالا به پایی و یا برعکس) دو طرفه هم باشد ، یعنی وزن شاخصها به گزینه ها و وزن گزینه ها به شاخصها وابسته باشد ، مساله از گونه ی سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیر خطی را می دهد و دیگر نمی توان قوانین و روشهای AHP را به کار برد. [۱]

فرایند تحلیل شبکه ای چون حالت عمومی AHP است، تمامی ویژگیهای مثبت آن از جمله سادگی ، انعطاف پذیری ، به کارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان ، و قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت ها را دارا بوده و مضافا می تواند ارتباطات پیچیده (وابستگی های متقابل و بازخورد) بین عناصر تصمیم را با بکارگیری ساختار شبکه ای بجای ساختار سلسله مراتبی در نظر بگیرد. [۲]

به دنبال محدودیتهای AHP و عدم توانایی این رویکرد در لحاظ نمودن وابستگی بین معیارها و عوامل ، پروفیسور ساعتی در سال ۱۹۹۶ رویکرد دیگری را توسعه داد که به رویکرد فرایند تحلیل شبکه های ANP معروف گردیده است. [۳]

فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) را در چهار مرحله زیر می توان خلاصه کرد: [۴]

۱-۱- ساخت مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه ای

مسئله باید بطور آشکار و روشن به یک سیستم منطقی ، مثل یک شبکه تبدیل شود. این ساختار شبکه ای را می توان از طریق طوفان مغزی ، دلفی ، گروه اسمی یا هر روش مناسب دیگری بدست آورد . در این مرحله مسئله

مورد نظر به یک ساختار شبکه ای که در آن گره ها به عنوان خوشه ها مطرح هستند تبدیل می شود. عناصر درون یک خوشه ممکن است با یک یا تمامی عناصر خوشه های دیگر ارتباط داشته باشند. این ارتباط با پیکان نشان داده می شوند همچنین ممکن است عناصر درون یک خوشه بین خودشان دارای ارتباط متقابل باشند (وابستگی درونی) که این گونه ارتباطات به وسیله ی یک کمان متصل به آن خوشه نشان داده می شود (نمودار ۲ (b)).

۲-۱- تشکیل ماتریس مقایسه ی دودویی و تعیین بردارهای اولویت

مشابه مقایسه های دودویی که در AHP انجام می شود، عناصر تصمیم در هر یک از خوشه ها ، براساس میزان اهمیت آنها در ارتباط با معیارهای کنترلی دو به دو مقایسه می شوند . خود خوشه ها نیز براساس نقش و تاثیر آنها در دستیابی به هدف ، دو به دو مورد مقایسه قرار می گیرند . تصمیم گیران در مورد مقایسه دودویی عناصر و یا خود خوشه ها دو به دو باید تصمیم گیری کنند. علاوه بر این ، وابستگی های متقابل بین عناصر یک خوشه نیز باید دو به دو مورد مقایسه قرار گیرند . تاثیر هر عنصر بر روی عنصر دیگر از طریق بردار ویژه قابل ارائه است . اهمیت نسبی عناصر بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی سنجیده می شود (همانند AHP). در این قسمت ، بردار اهمیت داخلی محاسبه می شود که نشانگر اهمیت نسبی (ضرایب اهمیت) عناصر یا خوشه هاست ، که از طریق رابطه زیر به دست می آید:

که در آن A : ماتریس مقایسه دودویی معیارها

$$Aw = \lambda_{\max} w$$

W: بردار ویژه (ضریب اهمیت) و

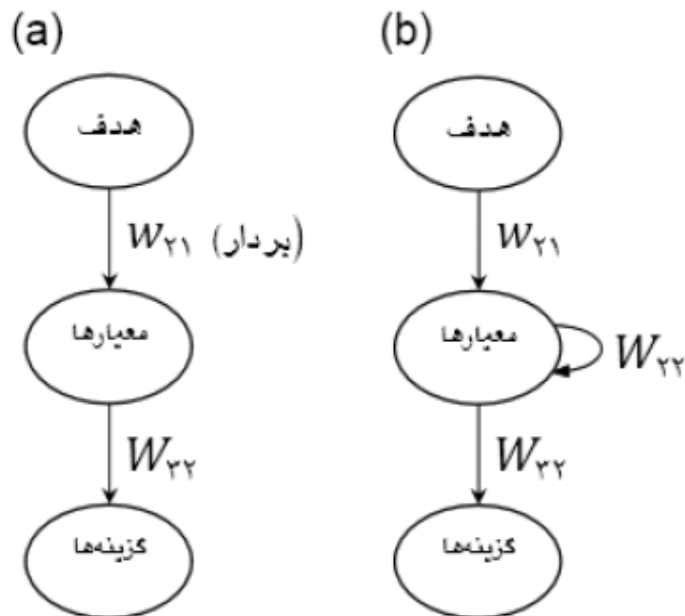
λ_{\max} : بزرگترین مقدار ویژه عددی است .

برای محاسبه بردار ویژه W ، ساعتی چندین روش ارائه کرده است . در صورتی که محاسبات قرار است بدون استفاده از نرم افزار خاصی انجام شوند ، بهتر است از روش تقریب میانگین هندسی استفاده شود ، بنابراین در این مرحله بردارهای اولویت داخلی مورد محاسبه قرار می گیرند.

۳-۱- تشکیل سوپر ماتریس و تبدیل آن به سوپر ماتریس حد

برای دستیابی به اولویت های کلی در یک سیستم با تاثیرات متقابل ، بردارهای اولویت داخلی (یعنی W های محاسبه شده) در ستون های مناسب یک ماتریس وارد می شوند . در نتیجه یک سوپر ماتریس (در واقع یک ماتریس تقسیم بندی شده) که هر بخش از این ماتریس ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می دهد ، بدست می آید.به

عنوان مثال یک ساختار سه سطحی هدف ، معیارها و گزینه ها به دو شکل سلسله مراتبی (a) و شبکه ای (b) در نمودار ۲ ارائه شده است : [۵]



نمودار ۲- ساختار سلسله مراتبی (a) و شبکه‌ای (b).
 مأخذ: تنظیم بر اساس (Saaty, 1999:4)

$$W_h = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$$

در این سوپرماتریس ، W_{21} برداری است که اثرات هدف بر روی معیارها و W_{32} اثرات معیارها بر روی گزینه ها را نشان می دهند و I ماتریس واحد است . اگر معیارها دارای تاثیرات متقابل باشند ، فرایند سلسله مراتبی به فرایند شبکه ای تبدیل می شود (نمودار 2-b) تاثیرات متقابل معیارها بریکدیگر از طریق وارد کردن ماتریس W_{22} در سوپرماتریس W_h بشرح زیر امکان پذیر می شود (W_n)

$$W_n = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$$

این نوع ماتریس را سوپرماتریس اولیه می نامند . با جایگزینی بردار اولویت های داخلی (ضرایب اهمیت) عناصر و خوشه ها در سوپرماتریس اولیه ، سوپرماتریس ناموزون به دست می آید .

در مرحله بعد، سوپرماتریس موزون از طریق ضرب مقادیر سوپرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه ای محاسبه می شود. سپس از طریق نرمالیزه کردن سوپرماتریس موزون، سوپرماتریس از نظر ستونی به حالت تصادفی تبدیل می شود.

در مرحله سوم و نهایی، سوپر ماتریس حد با به توان رساندن تمامی عناصر سوپرماتریس موزون تا زمانی که واگرایی حاصل شود (از طریق تکرار) یا به عبارت دیگر تمامی عناصر سوپرماتریس همانند هم شوند، محاسبه می شود:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k$$

۱-۴- انتخاب گزینه برتر

اگر سوپرماتریس تشکیل شده در مرحله سوم، کل شبکه را در نظر گرفته باشد، یعنی گزینه ها نیز در سوپرماتریس لحاظ شده باشند، اولویت کلی گزینه ها از ستون مربوط به گزینه ها در سوپرماتریس حد نرمالیزه شده قابل حصول است. اگر سوپرماتریس فقط بخشی از شبکه که وابستگی متقابل دارند را شامل شود و گزینه ها در سوپرماتریس در نظر گرفته نشوند، محاسبات بعدی لازم است صورت بگیرد تا اولویت کلی گزینه ها بدست آید. گزینه ای که بیشترین اولویت کلی را داشته باشد، به عنوان برترین گزینه برای موضوع مورد نظر انتخاب می شود.

جمعی از متخصصان (قدسی پور، ۱۳۸۴) معتقدند که فرایند تحلیل سلسله مراتبی از دیگر روشهای امتیاز دهی دقیق تر است. از جنبه نظری، متدولوژی فرایند تحلیل سلسله مراتبی زمانی ارزشمند است که چهارچوب تصمیم گیری در میان سطوح تصمیم گیری سلسله مراتبی یک سویه داشته باشد [۷]. معیارهای ارزیابی گزینه ها همیشه مستقل از یکدیگر نیستند و معمولاً با یکدیگر در تعاملند [۸].

با توجه به این مطلب، فرایند تحلیل سلسله مراتبی ممکن است نتایج غیردقیقی به دست دهد. به علاوه، فرایند تحلیل سلسله مراتبی هنگامی که تعداد گزینه ها و معیارها زیاد باشد، به دلیل ارزیابی ها و مقایسات زوجی زیاد ممکن است موجب طولانی شدن فرایند تصمیم گیری شود.

۲- مجموعه های فازی

از تعمیم نظریه کلاسیک مجموعه ها حاصل می آید که در منطق فازی کاربرد دارد. این مجموعه ها نتیجه تفکرات و تأثیرات فکری دکتر عسکرزاده دانشمند ایرانی الاصل ساکن ایالات متحده می باشد.

تئوری مجموعه های فازی و منطق فازی را اولین بار پرفسور لطفی زاده در رساله ای به نام <مجموعه های فازی - اطلاعات و کنترل> در سال ۱۹۶۵ معرفی نمود. هدف اولیه او در آن زمان، توسعه مدلی کارآمدتر برای توصیف فرآیند پردازش زبان های طبیعی بود. نکته جالب توجه اینجاست زمانی که منطق فازی روزهای اول شکوفایی خود را طی

می‌کرد با مخالفت شدید ریاضی دانان و اهالی امار و احتمال مواجه شد ولی کم کم از میزان مخالفت ها کاسته و همگان آن را پذیرفتند

شاید بتوان گفت که مهم‌ترین کاربرد فازی در تمامی سیستم‌های پیشرفته کنترل مانند کنترل‌های صنعتی، کنترل ترافیک، کنترل قطار، سیستم‌های نظامی، لوازم خانگی، دوربین‌ها است. [۱۰]

۲-۱- منطق فازی چیست

Fuzzy Logic یا **Fuzzy Theory** یک نوع منطق است که روش‌های نتیجه‌گیری در مغز بشر را جایگزین می‌کند. مفهوم منطق فازی توسط دکتر لطفی زاده، پروفسور دانشگاه کالیفورنیا در برکلی، ارائه گردید

و نه تنها به عنوان متدولوژی کنترل ارائه شد بلکه راهی برای پردازش داده‌ها، بر مبنای مجاز کردن عضویت گروهی کوچک به جای عضویت گروهی دسته‌ای ارائه کرد. به جهت نارسا و ناسنده بودن قابلیت کامپیوترهای ابتدایی تا دهه ۷۰ این تئوری در سیستم‌های کنترلی به کار برده نشد.

پروفسور لطفی زاده اینطور استدلال کرد که بشر به ورودی‌های اطلاعاتی دقیق نیازی ندارد بلکه قادر است تا کنترل تطبیقی را به صورت بالایی انجام دهد. پس اگر ما کنترل‌کننده‌های فیدبک را در سیستم‌ها طوری طراحی کنیم که بتواند داده‌های مبهم را دریافت کند، این داده‌ها می‌توانند به طور ساده تر و موثرتری در اجرا به کار برده شوند.

منطق فازی قادر به تقلید اینگونه رفتارها اما با سرعت بسیار بالایی است. از طرفی باید به این نکته هم توجه کنیم که تمامی سیستم‌های طبقه‌بندی ساخته ذهن انسان هستند و برچسب درست تا زمانی به یک سیستم طبقه‌بندی نسبت داده می‌شود که سیستم کنترلی دیگر آن را رد نکند. با این تعاریف می‌توان گفت که منطق فازی یک تکنولوژی کنترلی بسیار قدرتمند است که به جای ساختن یک حصار در اطراف یک طبقه‌بندی سعی دارد آن را به گونه‌ای توصیف کند که به ایده نزدیک تر است.

۲-۲- مبدل فازی و غیر فازی ساز چیست ؟

در قسمت مبدل فازی، متغیرهای با مقادیر حقیقی به یک مجموعه فازی تبدیل شده از طریق ماشین رابط فازی و قوانین پایه نتایج به قسمت غیر فازی سازمانتقل شده که یک مجموعه فازی را به یک متغیر با مقدار حقیقی تبدیل می‌کند. به بیان دیگر اطلاعات ورودی اغلب مقادیری پیچیده اند و این اعداد به مجموعه‌های فازی تبدیل می‌گردند. مدل‌ها بر اساس منطق فازی شامل قوانین اگر، آنگاه تفسیر می‌گردند. حقیقت آن است که بعد از

عبارت اگر یک منطق مقدم بیان می گردد و بر اساس آن ما حقیقت دیگر را مورد بررسی قرار می دهیم که بعد از آنکه می آید در آن نتیجه کار توضیح داده می شود. در واقع منطق فازی تجربه و دانش انسانی را به صورت ترکیبی از اعداد در مقابل وی قرار می دهد و او را قادر می سازد تا تصمیمی بر اساس ریاضیات و منطق بگیرد.

۲-۳- مجموعه های فازی :

بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک و باینری تبعیت می کند. اما تئوری مجموعه های فازی این مفهوم را بسط می دهد و عضویت درجه بندی شده را مطرح می کند. به این ترتیب که یک عنصر می تواند تا درجاتی - و نه کاملاً - عضو یک مجموعه باشد. مثلاً این جمله که «آقای الف به اندازه هفتاد درصد عضو جامعه بزرگسالان است» از دید تئوری مجموعه های فازی صحیح است. در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع $u(x)$ مشخص می شود که x نمایانگر یک عضو مشخص و u تابعی فازی است که درجه عضویت x در مجموعه مربوطه را تعیین می کند و مقدار آن بین صفر و یک است (فرمول ۱).

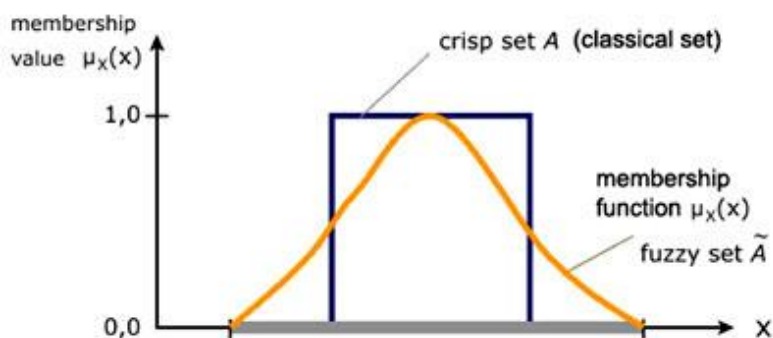
$$\tilde{A} = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

فرمول 1

به بیان دیگر، $u(x)$ نگاهی از مقادیر x به مقادیر عددی ممکن بین صفر و یک را می سازد. تابع $u(x)$ ممکن است مجموعه ای از مقادیر گسسته (discrete) یا پیوسته باشد. وقتی که u فقط تعدادی از مقادیر گسسته بین صفر و یک را تشکیل می دهد، مثلاً ممکن است شامل اعداد $0/3$ و $0/5$ و $0/7$ و $0/9$ و صفر و یک باشد. اما وقتی مجموعه مقادیر u پیوسته باشند، یک منحنی پیوسته از اعداد اعشاری بین صفر و یک تشکیل می شود.

شکل 1-2 نموداری از نگاهی پیوسته مقادیر x به مقادیر $u(x)$ را نشان می دهد. تابع $u(x)$ در این نمودار می تواند

قانون عضویت در یک مجموعه فازی فرضی را تعریف کند. [۱۱]



۲-۴- فازی کردن :

فازی کردن عملی است برای تبدیل عدد حقیقی به مقدار فازی. این کار به وسیله ی فازی کننده های مختلف انجام میشود. از جمله میتوان به فازی کننده های مثلثی و دوزنقه ای اشاره کرد. با استفاده از تعاریف ریاضی میتوان از این طریق داده های عددی را تبدیل به مقادیر فازی کرد.

۲-۵- نافازی کردن :

عملی است برای به دست آوردن مقدار عددی نتیجه ی فازی به دست آمده . به صورت معمول یک سیستم فازی شامل چند سری قوانین است که تعدادی داده را تبدیل به نتایج فازی میکند. روشهای زیادی برای این کار موجود است که تا حد زیادی شبیه به هم عمل میکنند. ساده ترین راه که دارای کمترین کارآمدی است برای این کار ، انتخاب مقدار عضویت بیشتر است. به این صورت که داده ای که از لحاظ عضویت ، بیشترین مقدار را دارد نماینده ی کل داده ها در نظر بگیریم . که در این صورت مقداری داده از دست میدهیم. این روش برای نتایجی مفید است که مجموعه ی عضویتشان به شکل سر نیزه (Peaked) باشد.

پر کاربرد ترین روش ، استفاده از روش «مرکز ثقل» centroid است. این روش نقطه ی تعادل ناحیه ی فازی را با استفاده از میانگین وزنی ناحیه ی مورد نظر میابد. روش دیگر استفاده از میانگین وزنی است. [۱۲]

در فرایند تحلیل شبکه ای برای انجام مقایسات ، اگرچه افراد خبره از شایستگیها و تواناییهای ذهنی خود برای انجام مقایسه استفاده می نمایند ، اما باید به این نکته توجه داشت که این فرایند امکان انعکاس سیک تفکر انسانی را بطور کامل ندارد ، بعبارت دیگر استفاده از مجموعه های فازی سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضا مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است با استفاده از مجموعه های فازی و بکارگیری اعداد فازی به پیش بینی بلند مدت و تصمیم گیری در دنیای واقعی پرداخت. [۱۳]

۳- روش فرایند تحلیل شبکه ای فازی (FANP)

با توجه به اینکه معیارها در دنیای واقعی معمولا وابسته به یکدیگر هستند رهیافت های سنتی در این باره به شکل مناسبی قابل به کارگیری نیستند به همین دلیل ساعتی فرایند تحلیل شبکه ای ، که توسعه یافته فرایند تحلیل سلسله مراتبی است را برای به دست آوردن مجموعه ای از وزن های مناسب برای معیارها ، معرفی می کند . [۱۴]

از آنجا که بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌ها نادقیق و مبهم هستند و در اکثر موارد استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان انجام می‌شود، از این رو نظریه فازی برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه شده است. با استفاده از علم مدیریت فازی، روشهای علم مدیریت در محیط فازی به کار گرفته می‌شوند. علم مدیریت فازی می‌تواند مدل‌هایی را طراحی نماید که نظیر انسان، از توانایی پردازش اطلاعات کیفی بصورت هوشمند برخوردار باشد. بنابراین علم مدیریت فازی، ضمن ایجاد انعطاف‌پذیری در مدل داده‌هایی نظیر دانش، تجربه و قضاوت انسانی را در مدل وارد کرده و پاسخ‌هایی کاملاً کاربردی ارائه می‌دهد. [۱۵]

روش تحلیل شبکه‌ای تنها یک ساختار سلسله‌مراتبی صرف بر مساله را در نظر نمی‌گیرد، بلکه مساله را با استفاده از یک سیستم با رویکرد بازخورد مدل‌سازی می‌کند. یک سیستم با بازخورد را می‌توان با شبکه‌ای که در آن گره‌ها نشانگر سطوح یا اجزا می‌باشند، نشان داد.

در فرایند تحلیل شبکه‌ای وقتی تصمیم‌گیرنده با یک مساله غیر قطعی و پیچیده مواجه می‌شود و قضاوت‌های مقایسه‌های خود را بصورت نسبت‌های غیرقطعی مانند "حدوداً دوبرابر مهم‌تر" و "بین دو تا چهار برابر کم‌اهمیت‌تر" بیان می‌کند، گام‌های مساله استاندارد و به‌خصوص، رویکرد اولویت‌بندی بردار ویژه نمی‌توانند به‌عنوان رویه‌های درست در نظر گرفته شوند. در سال ۱۹۹۶ یک محقق چینی به نام (یونگ چانگ)، روش تحلیل توسعه‌ای را ارائه کرد. در این روش شناسی، اعداد فازی مثلثی همه عناصر را در ماتریس قضاوت و بردارهای وزن این روش، به علت سادگی محاسباتش، در اکثر تحقیقات به کار می‌رود. [۱۶]

فرض کنید $A = \{ M_{ij} \}$ یک ماتریس مقایسه زوجی فازی باشد که بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{M}_{12} & \dots & \tilde{M}_{1n} \\ \tilde{M}_{21} & 1 & \dots & \tilde{M}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{M}_{n1} & \tilde{M}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

آنگاه رابطه $M_{ij} = 1 / M_{ji}$ برقرار خواهد بود.

حال برای حل مدل با روش EA در هریک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، ارزش Sk که خود یک عدد فازی مثلثی است بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$S_k = \frac{\sum_{j=1}^n M_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}}$$

که در آن k بیانگر شماره سطر و j بترتیب نشان دهنده گزینه ها و شاخص ها هستند. در این روش، پس از محاسبه S_k ها درجه بزرگی آنها نسبت به هم باید بدست آورد. بطور کلی، اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی بر M_2 بصورت زیر تعریف می شود:

$$V = (M_1 \geq M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

$$V = (M_1 \geq M_2) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2)$$

و در غیر اینصورت داریم:

$$\text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

برای محاسبه وزن شاخصها در ماتریس مقایسات زوجی بصورت زیر عمل می کنیم:

$$W'(X_i) = \min\{V(S_i \geq S_k)\} \quad K = 1, 2, 3, \dots, n \text{ \& } K \neq i$$

بنابراین بردار وزن شاخصها بصورت زیر خواهد بود: [۱۷]

$$W' = [W'(X_1), W'(X_2), \dots, W'(X_n)]$$

۴- فهرست منابع

۱. (مومنی، منصور ۱۳۹۰) شریفی سلیم مدل ها و نرم افزارهای تصمیم گیری چند شاخصه ناشر مولفین).

۲. زبردست، کاربرد فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)، ۱۳۸۹ در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، نشریه هنرهای زیبا

– معماری و شهرسازی شماره ۴۱

3. Thsan yuksel, Metin Dagdeviren (2007) "Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis-A case study for a textile firm".

4. Carlucci, D. & Schiuma, G. (2008). Applying the analytic process to disclose knowledge assets value creation dynamics, Expert systems with Applications. Vol. 36, issue 4, pp. 7687-7694

5. Saaty, T. L. (1999), "Fundamentals of the Analytic Network Process", Proceedings of ISHP 1999. Kobe, Japan.

۶. قدسی پور سید حسن، (۱۳۸۴). فرایند تحلیل سلسله مراتبی. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۷. حعفرنژاد احمد، رحیمی حسن. (۱۳۸۳). ارائه مدل ترکیبی پیشنهادی کیفیت خدمات (سروکوال) و تجزیه و تحلیل شبکه ای برای رتبه بندی موسسات ارائه دهنده خدمات: مطالعه موردی موسسات ارائه دهنده بیمه تحت نظر بیمه مرکزی. فصلنامه مدیریت صنعتی، شماره ۵.

۸. مومنی منصور، آتش سوز علی، (۱۳۸۳). طراحی مدلی جهت برنامه ریزی محصول با استفاده از QFD و به کارگیری ANP و برنامه ریزی آرمانی. فصلنامه مدیریت صنعتی، شماره ۴.

9 . Wikipedia.org

۱۰. "سیستم های فازی و کنترل فازی"، لی وانگ، ترجمه محمد تشنه لب - نیما صفارپور - داریوش افیونی، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی (۱۳۷۸)

11. Zadeh, Fuzzy sets, 1965, information and control 8, 338-353

۱۲. تفکر فازی - نوشته بارت کاسکو - ترجمه دکتر علی غفاری - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
۱۳. عالم تبریز، اکبر و باقرزاده، محمد، تلفیق ANP فازی تعدیل شده برای گزینش تامین کننده راهبردی، ۱۳۸۸، پژوهش های مدیریت، سال دوم، شماره سوم،
۱۴. قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۴) مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره (فرایند تحلیل سلسله مراتبی)، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۱۵. آذر عادل، فرجی حجت. (۱۳۸۶) علم مدیریت فازی، چاپ اول، تهران: انتشارات مهربان.

۱۶. پهلوان، آریا و همکاران، اولویت بندی عوامل موثر بر انتخاب سهام در بورس تهران با استفاده از ANP، ۱۳۹۱،

۱۷. شوندی، ح. نظریه مجموعه های فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع و مدیریت، گسترش علوم پایه، تهران، ۱۳۸۵.

مقدمه

تکواندو: یک ورزش رزمی کره‌ای و یکی از ورزشهای المپیکی است. تکواندو ورزش ملی کره جنوبی و دارای بیشترین تعداد ورزشکار در میان ورزشهای رزمی در سراسر دنیا است.

فنون تکواندو از ورزشهای سنتی تاریخ کره استخراج و پس از جنگ جهانی دوم با کوشش استادان هنرهای رزمی کره جنوبی در قالب یک ورزش رزمی مدرن به دنیای هنرهای رزمی عرضه شده است. اگرچه این ورزش تأثیراتی از کاراته پذیرفته و شباهتهایی نیز با برخی سبکهای جنوبی کونگ فو در آن به چشم می‌خورد، اما استیل خاص این رشته دفاعی که متکی بر ضربات پا با حداکثر قدرت و سرعت است و بر حفظ فاصله فیزیکی با دشمن و طراحی فنون برای دور کردن مهاجم تأکید دارد، آن را از تمام سبکهای رزمی موجود متمایز می‌کند.

کلمه تکواندو از سه بخش تشکیل می‌شود:

- «태권» = ضربه زدن، دفاع کردن و شکستن توسط پا
- «권» = ضربه زدن، دفاع کردن و شکستن توسط دست
- «도» = راه و روش

پس از پایان جنگ و آزادی کره ورزشهای رزمی سنتی این کشور تا حد زیادی با رشته‌های ژاپنی همانند کاراته، کاندو و جودو آمیخته شده بود، در عین حال بسیاری از رزمی کاران کره هم با آموختن هنرهای رزمی چینی آنها را وارد کره کرده بودند. در آن زمان بیشتر اصطلاحهای «تانگ سو دو» و «کونگ سو دو» برای نام گذاری ورزشی که بعدها به تکواندو معروف شد، به کار می‌رفت.

تلاش برای بازسازی تکواندو و بازگرداندن آن به حالت اصلی خود در نهایت منجر به تبدیل این رشته به ورزش ملی کره و محبوبترین سبک رزمی در سراسر دنیا شد:

- ۱۹۵۹ _ انجمن تا سو دو» تأسیس شد. هدف این نهاد ایجاد یگانگی در هنرهای رزمی کره‌ای بود
- ۱۹۶۲ - تکواندو به عنوان یک بازی رسمی به چهل و سومین دوره بازی‌های ملی کره جنوبی وارد شد.
- ۱۹۶۵ _ انجمن تا سو دو» به «انجمن تکواندو» تغییر نام داد.
- ۱۹۷۲ _ کوکی وان تأسیس شد. این باشگاه تا امروز بالاترین مرجع فنی تکواندو بوده‌است.
- ۱۹۷۳ - تأسیس فدراسیون جهانی تکواندو (WTF)
- ۱۹۷۳ - برگزاری نخستین دوره بازی‌های جهانی این رشته در کره با شرکت ۲۰۰ ورزشکار از ۱۹ کشور آمریکا، تایوان و مکزیك در جدول رده بندی پس از کره قرار گرفتند.
- ۱۹۷۶ - شورای بین‌المللی ورزشهای نظامی (سیزم) تکواندو را به عنوان یکی از بازی‌های خود پذیرفت.
- ۱۹۸۳ - کمیته بین‌المللی المپیک، فدراسیون جهانی تکواندو را به عنوان یکی از اعضای خود اعلام کرد.
- ۱۹۸۶ - برگزاری تکواندو به عنوان یک ورزش نمایشی در بازی‌های آسیایی سئول.
- ۱۹۸۸ - برگزاری تکواندو به عنوان یک ورزش نمایشی در المپیک سئول.
- ۱۹۹۴ - تکواندو به عنوان یک رشته رسمی در بازی‌های آسیایی هیروشیما برگزار شد.
- ۲۰۰۰ _ در المپیک سیدنی تکواندو دومین هنر رزمی آسیایی (پس از جودو) شد که به عنوان یک رشته رسمی در المپیک برگزار می‌شود.

طبقه بندی وزن	آقایان	بانوان
پرک وزن	۵۴	۴۷
مگس وزن	۵۴<۵۸	۴۷<۵۱
خروس وزن	۵۸<۶۲	۵۱<۵۵
پر وزن	۶۲<۶۷	۵۵<۵۹
سبک وزن	۶۷<۷۲	۵۹<۶۳
وزن	۷۲<۷۸	۶۳<۶۷
میان وزن	۷۸<۸۴	۶۷<۷۲
سنگین وزن	<۸۴	<۷۲

هادی ساعی پرافتخارترین تکواندوکار المپیک ایران با کسب ۹۲۹ امتیاز، پس از استیون لویز در رده دوم برترین تکواندوکاران تمامی ادوار تکواندو در هر دو گروه مردان و بانوان قرار گرفت.

واحد مرکزی خبر: در تازه‌ترین گزارش آماری سایت رسمی آمار و ارقام تکواندو جهان، برترین تکواندوکاران تاریخ این ورزش را تا پایان ماه ژوئن ۲۰۱۰ اعلام کرد که بر این اساس، هادی ساعی در رده دومین تکواندوکار برتر جهان قرار دارد.

در بررسی این سایت مجموعاً ۱۰۵۴۹ تکواندوکار از نخستین دوره برگزاری مسابقات رسمی تکواندو در جهان مورد بررسی قرار گرفته‌اند که مطابق با تعداد مدال‌ها و عناوین کسب شده، هادی ساعی پرافتخارترین تکواندوکار المپیک ایران با کسب ۹۲۹ امتیاز، پس از استیون لویز در رده دوم برترین تکواندوکاران تمامی ادوار تکواندو در هر دو گروه مردان و بانوان قرار گرفت.

تصمیم‌گیری بر اساس چند معیار

MCDM: الگوهای بهینه‌سازی از دوران نهضت صنعتی در کره خاکی و به خصوص از زمان جنگ دوم جهانی مورد توجه قرار گرفت. تاکید این الگوها بر بهینه‌سازی و داشتن یک معیار سنجش می‌باشد.

این الگوها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

✚ الگوهای چند هدفه (MODM)

✚ الگوهای چند معیاره (MADM)

در الگوهای گفته شده، ما نیاز به یک سری مشخصه‌ها برای تشخیص موارد بهینه از سایر موارد داریم. البته در بسیاری از زمان‌ها ممکن است گزینه‌های رده بندی شده توسط روش‌ها تفاوت محسوسی با یکدیگر نداشته باشند، که در این زمان ما با تحلیل حساسیت تلاش می‌کنیم گزینه‌ها را باز مورد ارزیابی قرار داده تا گزینه مناسب‌تر انتخاب شود.

برای هر یک از الگوهای قید شده روشی برای تشخیص نقاط بهینه، فرد، مکان، دستگاه و... وجود دارد که از آن میان بنده روش شباهت به گزینه ایده آل (TOPSIS) را انتخاب کردم.

دلیل انتخاب این روش به دو دلیل بود:

- + مطلوبیت هر شاخص باید به طور یکنواخت (افزایشی یا کاهش) باشد که در این صورت بهترین ارزش موجود از یک شاخص، نشانه ایده آل آن بوده و بدترین نیز نشان دهنده پستی (ایده آل منفی) خواهد شد.
- + گزینه ایده آل + با - بسته به نرخ تبادل و جایگزینی در بین شاخص ها محاسبه می شود.

در این بررسی با وزن دهی بر اساس نظرات دو فرد متفاوت و میانگین گیری به روش هندسی این اوزان را تعدیل گردانیده تا معیارها با نسبت دقیق تری در رده بندی تاثیر گذارند.

از آن جا که تکواندو در کشور ما دارای افراد شاخص فراوانی، چه در رده بانوان و چه در رده آقایان است ما با احترام به تمام این عزیزان سه نفر از افرادی را که حضور بیشتری در رده های جهانی داشته اند را انتخاب کرده ایم که البته آقای هادی ساعی نه تنها در ایران بلکه در بسیاری از کشورهای دیگر در بین تکواندو کاران دارای محبوبیت بالایی است و طبق رده بندی جهانی دارای مقام دوم در این کره خاکی است.

هادی ساعی بنه کهل



زاده ۲۱ خرداد ۱۳۵۵ در شهر ری، قهرمان تکواندو جهان و المپیک و عضو هیئت رئیسه چهارمین دوره شورای اسلامی شهر تهران است. او با به دست آوردن دو مدال طلا و یک مدال برنز، پرافتخارترین ورزشکار ایرانی در تاریخ بازیهای المپیک است. پدر و مادر هادی ساعی اهل روستای بنه کهل از توابع شهرستان بستان آباد در استان آذربایجان شرقی می باشند

خواهر هادی مهرروز ساعی نیز عضو تیم ملی تکواندو بانوان ایران و یکی از معروف‌ترین ورزشکاران زن ایران است. هادی ساعی در دوره سوم و دوره چهارم (دوره کنونی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶) عضو شورای شهر تهران بوده و در دوره چهارم توانست به عضویت هیئت رئیسه شورا در آید.

مقام‌ها

- ✓ ارتش‌های جهان ۱۹۹۵
- ✓ ارتش‌های جهان کرواسی ۱۹۹۶
- ✓ بازی‌های غرب آسیا ۱۹۹۷
- ✓ جام جهانی آلمان ۱۹۹۸
- ✓ مسابقات جهانی ادمونتون، کانادا ۱۹۹۹
- ✓ انتخابی المپیک سیدنی ۱۹۹۹
- ✓ جام جهانی فرانسه ۲۰۰۰
- ✓ المپیک سیدنی ۲۰۰۰
- ✓ جام جهانی ویتنام ۲۰۰۱
- ✓ قهرمانی آسیا و اقیانوسیه ۲۰۰۲
- ✓ جام جهانی ژاپن ۲۰۰۲
- ✓ بازی‌های آسیایی بوسان ۲۰۰۲
- ✓ مسابقات جهانی گارمیش-پارتنکیوچن، آلمان ۲۰۰۳
- ✓ انتخابی المپیک آتن ۲۰۰۴
- ✓ المپیک آتن ۲۰۰۴
- ✓ مسابقات جهانی مادرید ۲۰۰۵
- ✓ قهرمانی آسیا تایلند ۲۰۰۶
- ✓ بازی‌های آسیایی دوحه ۲۰۰۶
- ✓ مسابقات جهانی پکن ۲۰۰۷
- ✓ المپیک پکن ۲۰۰۸

مجید افلاکی خمسه



عنوان: قهرمان جهان

وزن: ۸۰ کیلوگرم

ملیت: ایرانی

فعالیت مبارزاتی: پیشکسوت

رکورد: ۴ طلا، ۳ نقره، ۲ برنز (۵ مدال جهان - ۲ مدال بازی های آسیایی - ۲ مدال آسیایی)

مهمترین افتخارات

نتیجه	وزن	سطح مسابقات	مکان	تاریخ
	kg ۷۶	آسیایی	ملبورن-استرالیا	۱۹۹۶
	kg ۷۶	جهانی	هنگ کنگ	۱۹۹۷
	kg ۷۶	بازی های آسیایی	بانکوک-تایلند	۱۹۹۸
	kg ۸۴	جهانی	ادمونتون-کانادا	۱۹۹۹
	kg ۸۰	آسیایی	مانیل-فیلیپین	۱۹۹۹
	kg ۸۴	جام جهانی	لیون-فرانسه	۲۰۰۰
	kg ۷۸	جام جهانی	هوشی مین-ویتنام	۲۰۰۱
	kg ۷۸	جام جهانی	توکیو-ژاپن	۲۰۰۲
	kg ۷۸	بازی های آسیایی	بوسان-کره جنوبی	۲۰۰۲

بهزاد خداد



عنوان: قهرمان جهان

وزن: ۵۸ کیلوگرم

ملیت: ایرانی

شهر محل تولد: تهران

فعالیت مبارزاتی: پیشکسوت

رکورد: ۵ طلا، ۵ نقره، ۵ برنز (۱۱ مدال جهان - ۲ مدال بازی های آسیایی - ۲ مدال آسیایی)

مهمترین افتخارات

نتیجه	وزن	سطح مسابقات	مکان	تاریخ
	۵۰ kg	World Cup	زیندلفینگن-آلمان	۱۹۹۸
	۵۸ kg	Military World Championships	سئول-کره جنوبی	۲۰۰۰
	۵۸ kg	World Championships	ججو-کره جنوبی	۲۰۰۱
	۵۸ kg	Asian Championships	عمان	۲۰۰۲
	۵۸ kg	Asian Games	بوسان-کره جنوبی	۲۰۰۲

	۵۸ kg	World Cup	توکیو-ژاپن	۲۰۰۲
	۶۲ kg	Universiade	دائجو-کره جنوبی	۲۰۰۳
	۵۸ kg	World Championships	گرمیش-پارتنکیرشن- آلمان	۲۰۰۳
	۶۲ kg	Student World Championships	پاترا	۲۰۰۴
	۵۸ kg	World Championships	مادرید-اسپانیا	۲۰۰۵
	۵۸ kg	Universiade	ازمیر-ترکیه	۲۰۰۵
	۵۸ kg	Asian Games	دوحه-قطر	۲۰۰۶
	۵۸ kg	Student World Championships	والنسیا-اسپانیا	۲۰۰۶
	۵۸ kg	Olympic Games qualification Asia	هوشی مین-ویتنام	۲۰۰۷
	۵۸ kg	(A-Class (Azerbaijan Open	باکو-آذربایجان	۲۰۰۸

ماتریس مقایسات دو تایی	گ-	گ-	گ+	گ+	گ+	گ+	گ+
شاخص گزینه	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
هادی ساعی	27	72	16	3	4	16	6
بهزاد خداداد	22	58	5	5	5	11	6
مجید افلاکی خمسه	30	80	4	3	2	20	12
وزن دهی ۱	5	5	6	5	3	3	5
وزن دهی ۲	4	6	7	5	4	4	4
میانگین هندسی وزن ها	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
در پرسش نامه وزن دهی	4.47	5.48	6.48	5.00	3.46	3.46	4.47
روش گزینه ایده آل	گ-	گ-	گ+	گ+	گ+	گ+	گ+
TOPSIS	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
هادی ساعی	27	72	8	3	2	16	6
بهزاد خداداد	22	58	2	4	3	11	6
مجید افلاکی خمسه	30	80	4	3	2	20	12
بی مقیاس سازی	گ-	گ-	گ+	گ+	گ+	گ+	گ+
هادی ساعی	0.587	0.58 9	0.873	0.51 4	0.48 5	0.574	0.408
بهزاد خداداد	0.479	0.47	0.218	0.68	0.72	0.395	0.408

		4		6	8		
مجید افلاکی خمسه	0.653	0.65 4	0.436	0.51 4	0.48 5	0.717	0.816
	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
هادی ساعی	2.63	3.23	5.66	2.57	1.68	1.99	1.83
بهزاد خداداد	2.14	2.60	1.41	3.43	2.52	1.37	1.83
مجید افلاکی خمسه	2.92	3.58	2.83	2.57	1.68	2.49	3.65
	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
A+	2.14	2.60	5.66	3.43	2.52	2.49	3.65
A-	2.92	3.58	1.41	2.57	1.68	1.37	1.83
فاصله تا گزینه ایده آل	di+		di-				
یا ضد ایده آل	هادی ساعی	2.38	هادی ساعی	4.31	CL1*	0.64	هادی ساعی
	بهزاد خداداد	4.75	بهزاد خداداد	1.74	CL2*	0.27	بهزاد خداداد
	مجید افلاکی خمسه	3.32	مجید افلاکی خمسه	2.57	CL3*	0.44	مجید افلاکی خمسه

بر اساس جدول بالا آقای ساعی نفر نخست و به ترتیب آقایان افلاکی و خداداد در رده بعدی قرار گرفتند.

ماتریس مقایسات دو تایی	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
شاخص گزینه	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال)	سابقه ملی(سال)
هادی ساعی	27	72	16	3	4	16	6
بهزاد خداداد	22	58	5	5	5	11	6

مجید افلاکی خمسه	30	80	4	3	2	20	12
وزن دهی ۱	8	9	6	5	3	7	6
وزن دهی ۲	6	8	7	5	4	5	7
میانگین هندسی وزن ها	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
در پرسش نامه وزن دهی	6.93	8.49	6.48	5.00	3.46	5.92	6.48
روش گزینه ایده آل	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
TOPSIS	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
هادی ساعی	27	7	8	3	2	16	6
بهزاد خداداد	22	9	2	4	3	11	6
مجید افلاکی خمسه	30	5	4	3	2	20	12
بی مقیاس سازی	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
هادی ساعی	0.587	0.56 2	0.873	0.51 4	0.48 5	0.574	0.408
بهزاد خداداد	0.479	0.72 3	0.218	0.68 6	0.72 8	0.395	0.408
مجید افلاکی خمسه	0.653	0.40 2	0.436	0.51 4	0.48 5	0.717	0.816
	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
هادی ساعی	4.07	4.77	5.66	2.57	1.68	3.40	2.65
بهزاد خداداد	3.32	6.13	1.41	3.43	2.52	2.33	2.65
مجید افلاکی خمسه	4.52	3.41	2.83	2.57	1.68	4.24	5.29

	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
A+	3.32	3.41	5.66	3.43	2.52	4.24	5.29
A-	4.52	6.13	1.41	2.57	1.68	2.33	2.65
فاصله تا گزینه ایده آل	di+		di-				
یا ضد ایده آل	هادی ساعی	3.40	هادی ساعی	4.60	CL1*	0.57	هادی ساعی
	بهزاد خداداد	6.01	بهزاد خداداد	1.70	CL2*	0.22	بهزاد خداداد
	مجید افلاکی خمسه	3.30	مجید افلاکی خمسه	4.48	CL3*	0.58	مجید افلاکی خمسه

در این جدول هم با توجه به تغییر در وزن داده های سن و وزن باز هم آقای افلاکی مقام نخست را دارد و آقایان ساعی و خداداد در مقام های بعدی هستند.

ماتریس مقایسات دو تایی	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
شاخص گزینه	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
هادی ساعی	27	72	16	3	4	16	6
بهزاد خداداد	22	58	5	5	5	11	6
مجید افلاکی خمسه	30	80	4	3	2	20	12
وزن دهی ۱	5	3	8	7	6	5	5
وزن دهی ۲	4	4	5	5	5	6	8
میانگین هندسی وزن ها	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)

در پرسش نامه وزن دهی	4.47	3.46	6.32	5.92	5.48	5.48	6.32
روش گزینه ایده آل	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
TOPSIS	سن(سال)	وزن مبارزه	مدال طلا	مدال نقره	مدال برنج	سابقه ورزشی(سال) (	سابقه ملی(سال)
هادی ساعی	27	72	16	3	4	16	6
بهزاد خداداد	22	58	5	5	5	11	6
مجید افلاکی خمسه	30	80	4	3	2	20	12
بی مقیاس سازی	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
هادی ساعی	0.587	0.58 9	0.928	0.45 7	0.59 6	0.574	0.408
بهزاد خداداد	0.479	0.47 4	0.290	0.76 2	0.74 5	0.395	0.408
مجید افلاکی خمسه	0.653	0.65 4	0.232	0.45 7	0.29 8	0.717	0.816
	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
هادی ساعی	2.63	2.04	5.87	2.71	3.27	3.14	2.58
بهزاد خداداد	2.14	1.64	1.83	4.51	4.08	2.16	2.58
مجید افلاکی خمسه	2.92	2.27	1.47	2.71	1.63	3.93	5.16
	-گ	-گ	+گ	+گ	+گ	+گ	+گ
A+	2.14	1.64	5.87	4.51	4.08	3.93	5.16
A-	2.92	2.27	1.47	2.71	1.63	2.16	2.58
فاصله تا گزینه ایده آل	di+		di-				
یا ضد ایده آل	هادی ساعی	3.41	هادی ساعی	4.81	CL1*	0.59	هادی ساعی
	بهزاد خداداد	5.11	بهزاد خداداد	3.22	CL2*	0.39	بهزاد خداداد

مجید افلاکی خمسه	5.44	مجید افلاکی خمسه	3.13	CL3*	0.36	مجید افلاکی خمسه
------------------------	------	------------------------	------	------	------	------------------------

در این جدول نیز با تغییر وزن معیار های مدال و سابقه آقای ساعی مقام نخست و آقایان خداداد و افلاکی در مقام های بعدی قرار می گیرند.

در پایان با توجه به رتبه بندی به دست آمده آقای ساعی با بیشترین امتیاز مقام نخست را از آن خود می کند. البته همان گونه که خود می دانید این یک رده بندی امتیازی، بر اساس معیارهای سلیقه ای می باشد که با تغییر هر یک می توانید نتیجه های گوناگونی به دست آورید.

منابع:

<http://forouzandehpayam.blogfa.com>

<http://www.persian-fighters.com>

book of multiple criteria decision making by:Dr.M.J.Asgarpour

http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D8%A7%D8%AF%DB%8C_%D8%B3%D8%A7%D8%B9%DB%8C

<http://www.iritf.org.ir/>

مقدمه :

جوامع در طول زمان تغییر می کنند و این حرکت ، جایگاه آن ها را در ابعاد اقتصادی ، فرهنگی ، سیاسی و ... از یکدیگر متمایز می سازد. ظهور سازمان های اجتماعی و گسترش روز افزون آن ها یکی از خصیصه های بارز تمدن بشری است . با توجه به عوامل گوناگون مکانی و زمانی و نیاز های خاص هر جامعه ، هر روز بر تکامل و توسعه این سازمان ها افزوده می شود . بدیهی است هر سازمان اجتماعی برای نیل به اهدافی طراحی شده و با توجه به ساختارش نیازمند نوعی مدیریت است . دستیابی به مدیران تحول آفرین ، دغدغه بزرگ سازمان ها به شمار می آید [۱].

امروزه بخش عظیمی از ناکارآمدی سازمان ها و عدم تحقق اهداف سازمانی در گرو انتخاب نا شایسته مدیران است و لذا الگویی که بتواند افراد توانا در امر مدیریت را شناسایی و انتخاب کند می تواند سازمان را برای نیل به اهدافش یاری رساند . فرآیند انتخاب مدیران را می توان نوعی برنامه ریزی جانشینی مدیریت به حساب آورد که به فرآیند منظمی اطلاق می شود که در آن بهترین و شایسته ترین افراد سازمان شناسایی و به هنگام ضرورت (خلأ پست های مدیریتی ، جا به جایی و ارتقای نیرو ها) در سمت های کلیدی و حساس قرار می گیرند [۱]. بنابراین تصمیم گیرنده برای انتخاب یک مدیر کارآمد باید تصمیم گیری درستی انجام دهد که در چنین شرایطی یکی از تکنیک های تصمیم گیری با استفاده از داده های کمی و کیفی تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM) می باشد. مدیر ارشد با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره می تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم گیری که گاهی با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم سازی نماید. تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) به کمک مدیر ارشد می آید تا بتواند با بهترین متد های تصمیم گیری برترین مدیر را انتخاب کند .

تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) :

فرایند تصمیم گیری بستگی به وجود اطلاعات لازم و کافی دارد. هرچه این اطلاعات کامل تر ، جدید تر و به روز تر باشد ، امکان تصمیم گیری درست و به جا بیشتر خواهد بود. در این میان ، نقش تصمیم گیری مدیران را در عرصه سازمان ها نباید انکار کرد زیرا تصمیم گیری آنان خواه ناخواه با مسائل اقتصادی، فنی، اداری، اجتماعی، سیاسی و

فرهنگی در سطوح خرد و کلان، ارتباط تنگاتنگی دارد. از این رو نقش آنان در فرایند تصمیم‌گیری، بسی حساس تر و خطیرتر است.

تصمیم‌گیرندگان در انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد، غالباً چندین معیار را هم‌زمان در تصمیم‌گیری مدنظر قرار می‌دهند. معیارها گاه هم راستا و بعضاً متقابل و متضاد می‌باشند. مدل‌های کلاسیک تحقیق در عملیات مانند برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی غیرخطی و مانند آن مدل‌های تصمیم‌گیری هستند که بهینه‌سازی را فقط براساس یک معیار به انجام می‌رسانند. لذا این مدل‌ها در زمره مدل‌های تک‌هدفه طبقه‌بندی می‌گردند. هدف انتخاب شده این‌گونه مدل‌ها عموماً اولی‌ترین و مهم‌ترین هدف بوده و سایر اهداف در سایه این هدف به فراموشی سپرده می‌شوند.

تصمیم‌گیری انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های مختلف است و این انتخاب هنگامی هوشیارانه و حساب شده است که بیش از یک معیار در گزینش آن به کار گرفته شود. تصمیم‌گیری با یک معیار فرایندی ساده و یک‌بعدی می‌باشد.

فرایند تصمیم‌گیری :

فرایند تصمیم‌گیری، شامل ۳ مرحله است :

۱- شناسایی و درک محیط

۲- حالت‌های ممکن برای پاسخ به محیط

۳- تبدیل کردن به یک مسئله قابل حل

زمانی که برای رسیدن به هدفی چندین راه مختلف را در نظر می‌گیریم، باید در هنگام بررسی این راه‌ها روابط متقابلی که بین آنها است را در نظر بگیریم چون ممکن است کم یا زیاد شدن عاملی بر عوامل دیگر تاثیرگذار باشد. در نظریه تصمیم‌گیری، راه‌های مختلف تصمیم‌گیری را، با توجه به روابط متقابل آنها به یک مدل تبدیل می‌کنیم. به عنوان مثال ممکن است سهمیه بندی کردن بنزین موجب کاهش استفاده مردم از خودروهای شخصی شود اما از طرف دیگر سبب تورم در جامعه شود.

یکی از مهم‌ترین بخش‌ها تعریف یک مسئله، شناسایی متغیرهاست. ممکن است برای موضوعی خاص، متغیرهای مختلفی را بتوانیم تعریف کنیم اما باید ببینیم هدفمان چیست و سپس بر اساس آن هدف برای مسئله متغیر تعریف کنیم. سپس باید پیامدهای جواب‌های متغیرها را هم بررسی کنیم. مفهوم بهینه، یک مفهومی است که به هدف ما مربوط می‌شود و ممکن است جوابی که برای یک مسئله بهینه باشد، برای مسئله‌ای دیگر بهینه نباشد. به عنوان مثال فرض کنید سهمیه بندی کردن بنزین، بهینه‌ترین تصمیم برای کم کردن مصرف سوخت باشد اما مطمئناً این جواب با توسعه گردشگری در تناقض است و اصلاً نمی‌تواند بهترین تصمیم برای این موضوع باشد.

مراحل حل یک مسئله تصمیم‌گیری به شرح زیر است:

۱- تعریف مسئله

۲- شناسایی متغیرها

۳- شناسایی عامل‌های اصلی

۴- راه‌های شدنی

تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) شامل تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چند هدفه (MODM) می‌شود.

کاربرد MCDM در انتخاب مدیر برتر

ما حاصل مطالعات کتابخانه‌های و تحقیقات گذشته، شناسایی معیارهای عینی و ذهنی است. معیارهای عینی عبارتند از: نمره ارزشیابی گذشته، سابقه خدمت مرتبط و غیر مرتبط با شغل، مدرک تحصیلی مرتبط و غیر مرتبط با کار، و تعداد دوره‌های آموزشی گذرانده شده. همچنین معیارهای ذهنی (کیفی) به ۵ دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: مهارت‌های مدیریتی، دانش و تخصص، ویژگی‌های شخصیتی، نگرش و بینش، اعتبار حرفه‌ای و عمومی [۱].

و یا به صورت دقیق‌تر با توجه به مطالعات انجام گرفته معیارها را به سه گروه دانشی، عملکردی و رفتاری طبقه‌بندی کرد.

شایستگی‌های دانشی مورد نیاز برای مدیران

شایستگی‌های دانشی، پایه و اساس علمی برای انجام فعالیت‌های مربوط به مدیر را فراهم می‌سازد. در جدول زیر شایستگی‌های دانشی مربوط به مدیران ارائه شده است. الزامی نیست که یک مدیر توانایی انجام تمام فعالیت‌های اشاره شده را داشته باشد [۲].

شایستگی‌های دانشی مورد نیاز برای مدیران پروژه

شناسه	شایستگی دانشی	شناسه	شایستگی دانشی
C _۱	شناخت از ویژگی‌های پروژه‌ها	C _{۱۴}	شناخت از نرم افزارهای مربوط به حوزه مدیریت پروژه
C _۲	شناخت از مراحل ارزیابی و امکان‌سنجی پروژه‌ها	C _{۱۵}	شناخت از روش‌های تصمیم‌گیری علمی برای حل مسائل پروژه
C _۳	شناخت از روند مستندسازی پروژه	C _{۱۶}	شناخت از سیستم‌های ایمنی و بهداشت در پروژه
C _۴	شناخت از مبحث یکپارچگی پروژه	C _{۱۷}	شناخت از اصول تأمین و تدارکات پروژه
C _۵	شناخت از مبحث محدوده پروژه	C _{۱۸}	شناخت از مراحل تحویل و پایان پروژه
C _۶	شناخت از ساختارهای پروژه	C _{۱۹}	شناخت از مبانی اولیه اصول مدیریت
C _۷	شناخت از مبحث منابع پروژه	C _{۲۰}	شناخت از مبانی مدیریت استراتژیک در پروژه‌ها و طرح‌ها
C _۸	شناخت از مبحث زمان پروژه	C _{۲۱}	شناخت از شایستگی‌های رفتاری در حوزه مدیریت پروژه
C _۹	شناخت از مبحث بودجه و هزینه پروژه	C _{۲۲}	شناخت از علوم تخصصی و فنی مربوط به پروژه در حال اجرا
C _{۱۰}	شناخت از ملزومات، خط‌مشی‌ها و ابزارهای مربوط به کیفیت ^{۱۳}	C _{۲۳}	شناخت از استانداردهای معتبر در حوزه مدیریت پروژه
C _{۱۱}	شناخت از مبحث ارتباطات پروژه	C _{۲۴}	شناخت از تفکر تحلیلی و مفهومی
C _{۱۲}	شناخت از روش‌ها و رویه‌های گروه‌سازی و مباحث روان‌شناسی مربوط به آن	C _{۲۵}	شناخت از خط‌مشی‌ها و رویه‌های تدارکات و قراردادهای پروژه ^{۱۴}
C _{۱۳}	شناخت از مبانی و اصول خطرپذیری در مراحل مختلف پروژه	C _{۲۶}	شناخت از تجهیزات، ابزارها و روش‌های استفاده‌شده در اجرا و کنترل پروژه

جدول ۱ [۲]

شایستگی‌های عملکردی مورد نیاز برای مدیران

شایستگی‌های عملکردی توانایی انجام فعالیت‌های مربوط به مدیر پروژه را تا سطح عملکرد مورد انتظار نشان می‌دهد. در جدول زیر شایستگی عملکردی مربوط به مدیران ارائه شده است. الزامی نیست که یک مدیر توانایی انجام تمام فعالیت‌های اشاره شده را داشته باشد.

شایستگی‌های عملکردی مورد نیاز برای مدیران

شناسه	شایستگی عملکردی	شناسه	شایستگی عملکردی
C _{۱۷}	شناسایی سازمان پروژه	C _{۴۴}	تهیه برنامه بودجه پروژه، ثبت و تأیید آن
C _{۱۸}	انجام مراحل مختلف (مفت‌گانه) امکان‌سنجی پروژه	C _{۴۵}	کنترل هزینه‌های پروژه
C _{۱۹}	شناسایی ویژگی‌های فنی محصول پروژه	C _{۴۶}	تهیه برنامه کیفیت پروژه، ثبت و تأیید آن
C _{۲۰}	تأمین سرمایه، منابع و تجهیزات مورد نیاز برای شروع پروژه	C _{۴۷}	مدیریت اطلاعات و استقرار یک سیستم اطلاعاتی مناسب برای پروژه
C _{۲۱}	مستندسازی پروژه ^{۱۵}	C _{۴۸}	تهیه یک برنامه مناسب برای ارتباطات گروه پروژه، ثبت و تأیید آن
C _{۲۲}	تدوین برنامه‌های آموزشی مورد نیاز برای کارکنان پروژه	C _{۴۹}	ایجاد یک نظام مؤثر گزارش‌دهی برای پروژه
C _{۲۳}	تهیه منشور پروژه، ثبت و تأیید آن	C _{۵۰}	تهیه آیین‌نامه‌های رفاهی، ثبت و تأیید آن
C _{۲۴}	تدوین برنامه مدیریت پروژه، ثبت و تأیید آن	C _{۵۱}	تدوین برنامه مدیریت خطریذیری
C _{۲۵}	انتخاب ساختارهای پروژه ^{۱۶}	C _{۵۲}	تدوین برنامه تدارکات پروژه، ثبت و تأیید آن
C _{۲۶}	تعیین محدوده پروژه، ثبت و تأیید آن	C _{۵۳}	تحلیل خرید یا ساخت
C _{۲۷}	هماهنگی بین واحدهای مختلف پروژه و صدور دستورالعمل‌های مربوط به آن	C _{۵۴}	انتخاب پیمانکاران و فروشندهگان واجد شرایط
C _{۲۸}	شناسایی فعالیت‌های پروژه و تعیین مشخصات فیزیکی و فنی آن‌ها	C _{۵۵}	هدایت و اداره مراحل ثبت و اجرای قراردادها
C _{۲۹}	بررسی و شناسایی وقایع اصلی و کلیدی پروژه	C _{۵۶}	انجام بازرسی‌ها، بازرسی‌ها و کنترل بر مراحل اجرایی پروژه
C _{۳۰}	تدوین برنامه زمان‌بندی پروژه، ثبت و تأیید آن	C _{۵۷}	بررسی، شناسایی و اجرای تغییرات لازم در فرایند پروژه (کنترل یکپارچه تغییرات)
C _{۳۱}	برنامه‌ریزی منابع، ثبت و تأیید آن	C _{۵۸}	برنامه‌ریزی و اجرای اصول ایمنی و بهداشت و زیست‌محیطی پروژه
C _{۳۲}	تشکیل گروه پروژه و کنترل عملکرد آن‌ها	C _{۵۹}	خاتمه دادن به هر یک از مراحل انجام پروژه
C _{۳۳}	تخمین هزینه‌های پروژه	C _{۶۰}	مستندسازی آموخته‌ها و تجربه‌های کسب شده به منظور به‌کارگیری در آینده

جدول ۲ [۲]

شایستگی‌های رفتاری مورد نیاز برای مدیران

شایستگی‌های رفتاری، نحوه برخورد و خصوصیات اصلی شخصیتی مدیر پروژه را در بر می‌گیرد. شایستگی‌های رفتاری-شخصی و شایستگی‌های رفتاری - گروهی به ترتیب در جداول زیر ارائه شده‌اند. الزامی نیست که یک مدیر توانایی انجام تمام فعالیت‌های اشاره شده را داشته باشد.

شایستگی‌های رفتاری - شخصی مورد نیاز برای مدیران

شناسه	شایستگی‌های رفتاری - شخصی	شناسه	شایستگی‌های رفتاری - شخصی
C _{۶۱}	سخت‌کوشی (پشتکار و جدیت)	C _{۷۳}	نتیجه محور بودن
C _{۶۲}	روحیه موفقیت‌طلبی	C _{۷۴}	قابل اطمینان بودن
C _{۶۳}	ابتکار عمل و نوآوری	C _{۷۵}	روحیه رقابتی
C _{۶۴}	تمرکز بر نظم و دقت	C _{۷۶}	مروج ارزش‌ها و اصول اخلاقی
C _{۶۵}	اعتماد به نفس	C _{۷۷}	برخورداري از دیدگاه‌های سیستماتیک
C _{۶۶}	انعطاف‌پذیری (انتقاد پذیری)	C _{۷۸}	برخورداري از دیدگاه‌های استراتژیک
C _{۶۷}	شجاعت در تصمیم‌گیری	C _{۷۹}	پیکربودن
C _{۶۸}	آرامش	C _{۸۰}	قانون‌مدار بودن
C _{۶۹}	فاطمیت	C _{۸۱}	برخورداري از هنر خوب سخن گفتن
C _{۷۰}	قابلیت رفتار متناسب در شرایط بحرانی	C _{۸۲}	تعهد سازمانی
C _{۷۱}	قدرت مواجهه با تعارضات و حل آن	C _{۸۳}	روحیه پیشرفت و ترقی
C _{۷۲}	پاسخگو بودن	C _{۸۴}	فرصت‌طلب (جنبه مثبت)

شایستگی‌های رفتاری - گروهی مورد نیاز برای مدیران

شناسه	شایستگی‌های رفتاری - گروهی	شناسه	شایستگی‌های رفتاری - گروهی
C _{۸۵}	اجتماعی بودن	C _{۹۰}	ارتباط و رفتار مناسب با کارکنان، مشتری و ذینفعان پروژه
C _{۸۶}	برخورداري از قدرت رهبری و هدایت افراد گروه پروژه	C _{۹۱}	روحیه اتحاد و همدلی
C _{۸۷}	نقوذ و اثرگذاری در افراد گروه پروژه	C _{۹۲}	مشورت و مذاکره یا افراد پروژه
C _{۸۸}	ایجاد انگیزش در گروه پروژه	C _{۹۳}	کوش‌دادن و پاسخ دادن به سایر افراد
C _{۸۹}	روحیه کار گروهی و مشارکت	C _{۹۴}	تلاش برای درک تفکرات و احساسات تیم پروژه یا زیر پروژه

جدول ۳ [۲]

پرسشنامه

در مرحله بعد دو پرسشنامه می توان تهیه کرد ، اولی برای ارزیابی معیار ها و تطبیق مطالعات کتابخانه ای با نظر کارشناسان سازمان مربوطه و دومی موسوم به پرسشنامه AHP ، برای افزایش اعتبار مدل و کسب نظر از خبرگان (افرادی با سابقه بالای اجرایی ، از گروه مدیران میانی و آشنا با مفاهیم مدیریت) و تعیین درجه اهمیت معیار ها تهیه می شود [۱].

آزمون آماری تحلیل داده ها

زمانی که با چندین سوال در نمونه های مستقل روبرو هستیم به منظور تعیین یکسانی پراکندگی داده هادر نمونه های مختلف از آزمون کروسکال واریس می توان استفاده نمود . به عبارت دیگر چون جامعه آماری مورد نظر از دفاتر مختلف تهیه شده و هرکدام در حیطه کاری ویژه ای فعالیت دارند ، و معیار های انتخاب یک مدیر کل موفق از دید آنها مختلف است ، زیرا به منظور بررسی یکسانی توزیع جامعه در نمونه های مختلف و به حداقل رساندن پراکندگی پاسخ ها از این آزمون استفاده می شود [۱].

تعیین درجه اهمیت هر یک از شاخص ها با استفاده از اعداد فازی

حسن این تئوری توانایی ارائه داده هایی است که غیر قطعی هستند . همچنین این روش قادر به به کار گیری عملگرهای ریاضی در حوزه داده های فازی نیز هست. کاربرد مجموعه های فازی در مسائل تصمیم گیری یکی از مهمترین و کارآمد ترین کاربرد های این تئوری در مقایسه با تئوری مجموعه های کلاسیک می باشد . در واقع تئوری تصمیم گیری فازی تلاش می کند که ابهام و عدم قطعیت های ذاتی موجود در ترجیحات ، اهداف و محدودیت های موجود در مسائل تصمیم گیری را مدل کند . اعداد فازی ممکن است در هر شکلی باشند ولی اغلب مثلثی ، S شکل و یا نرمال هستند . اعداد فازی ممکن است حتی ذوزنقه ای باشند با یک فاصله که عضو آن یک است. به این اعداد فواصل فازی می گویند . فواصل فازی ممکن است خطی، S شکل و دامنه افزایشی و کاهشی نرمال داشته باشند . فرض کنید که اعداد فازی مثلثی و S شکل شروع به افزایش از صفر در $x=a$ ، رسیدن به حداکثر ۱ در $x = b$ و کاهش به صفر در $x = c$. سپس تابع عضویت $L(x)$ یک مثلث ، تابع هدف خطی تکه ای است . [۳]

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ \frac{x-c}{b-c}, & b \leq x < c \\ 0, & x > c \end{cases}$$

استفاده از الگوریتم TOPSIS

این روش در سال ۱۹۸۱ توسط یون و هوانگ ارائه شد . این تکنیک بر مفهوم این که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (PIS) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (NIS) داشته باشد ، بنا شده است . PIS که معیارهای مثبت را حداکثر می کند و معیار منفی را حداقل می کند ، در حالی که NIS معیارهای مثبت را حداقل می کند و معیار منفی را حداکثر می کند. در TOPSIS سنتی، وزن معیارها و رتبه بندی از گزینه های دیگر با دقت مشخص شده و به عنوان داده های عددی ترد بحث می شود. با این حال، تحت بسیاری از شرایط داده ها ترد به اندازه کافی به مدل مشکلات تصمیم گیری در زندگی واقعی شبیه نیستند، علاوه بر این، دانش برتر به راحتی قابل به دست آوردن نیست . اطلاعات غیرقابل سنجش، ناکامل و غیر قابل حصول قضاوت دقیق را غیر ممکن می سازند. بنابراین، TOPSIS فازی پیشنهاد شده است که در آن وزن معیار و رتبه بندی جایگزین متغیرهای زبانی است که توسط اعداد فازی بیان شده است [۳].

حل یک مسئله به روش تاپسیس شامل مراحل زیر است :

$$N_D = [n_{ij}] \quad , \quad n_{ij} = \frac{I_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^m I_{ij}^2\right)^{1/2}}$$

الف : تشکیل ماتریس بهنجار تصمیم (N_D) [۱]

ب : تشکیل ماتریس موزون بهنجار شده (v) [۱]

$$V = N_D \times W_m$$

ج: مشخص کردن راه حل ایده آل مثبت و منفی [۱]

گزینه ایدئال مثبت:

$$A^+ = \left\{ \begin{array}{l} (\max_i V_{ij} \mid j \in J_1), \\ (\min_i V_{ij} \mid j \in J_2), i = 1, 2, \dots, m \end{array} \right\} \quad \text{د}$$

$$= \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+\}$$

گزینه ایدئال منفی:

$$A^- = \{(\min_i V_{ij} \mid j \in J_1), (\max_i V_{ij} \mid j \in J_2), i = 1, 2, \dots, m\} = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-\}$$

محاسبه میزان فاصله بر اساس نرم اقلیدسی [۱]

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij}^- - V_j^+)^2 \right\}^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij}^+ - V_j^-)^2 \right\}^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

ه: محاسبه فاصله نسبی برای راه حل ایده آل [۱]

$$C_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

و: مرتب کردن آلترناتیو ها (گزینه های مدیریت) به ترتیب اولویت و انتخاب مدیر برتر [۱]

نتیجه گیری:

شناسایی معیارها برای انتخاب مدیران برتر که از این معیارها می توان برای تعیین نیازهای آموزشی مدیران و ارزیابی آنها استفاده کرد [۱].

ارائه مدل و الگویی برای انتخاب مدیران شایسته که از آن می توان برای سیاست های ارتقا از درون سازمان بهره جست [۱].

می توان برای تعیین اهمیت معیارها از روش AHP و برای رتبه بندی گزینه ها از مدل TOPSIS استفاده کرد [۱].

اجرای فرآیند یکپارچه ارزیابی در یک محیط فازی برای کاهش پدیده عدم قطعیت در مسائل دنیای واقعی و ابهام موجود در داده های قطعی [۲].

تعیین وزن خبرگان برای افزایش قابلیت اطمینان قضاوت های شفاهی و برجسته شدن نظرات تحلیلگر کارآمد تر در محاسبات [۲].

روش پیشنهاد شده همچنین کاربردهای عملی به عنوان مطالعه تجربی ، نشان داد در مورد انتخاب سطح متوسط مدیر، در زمان واقعی حمایت از یک تصمیم بسیار حساس است. در آینده می توان روش پیشنهادی را با روش های دیگر MCDA نیز مورد مقایسه قرار داد [۳].

منابع :

۱. مومنی ، منصور و جهانبازی ، افشین (۱۳۸۶) ؛ طراحی مدل تصمیم گیری چند شاخصه فازی برای انتخاب مدیران ، دو ماه نامه علمی - پژوهشی دانشگاه شاهد ، سال چهاردهم - دوره جدید، ش ۲۶ دی ۱۳۸۶.
۲. توکلی مقدم ، رضا (۱۳۹۱) ؛ انتخاب مدیر پروژه با به کار گیری یک رویکرد ترکیبی دلفی - ویکور فازی ، پژوهش های مدیریت در ایران ، دوره ۱۶ ، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱.

3.Kelemenis , Alecos(2011); Support managers' selection using an extension of fuzzy TOPSIS, Expert Systems with Applications 38 (2011) 2774-2782.

مقدمه

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. [۴]

MCDM چیست؟

از دیدگاه علمی تحقیقات انجام شده در علم اقتصاد در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم منشاء ظهور شاخه ای از علم به نام تصمیم‌گیری چند معیاره شده است. در آن زمان محققین اقتصادی به دنبال ارتباط بین رفتار عاملین اقتصادی و خود اقتصاد بودند.

در این مدل تصمیم‌گیری چند تابع هدف و تعدادی معیار تصمیم‌گیری وارد میکنیم. [۴]

۱. توابع هدف میتوانند، دارای حالت‌های متضاد با هم باشند، یعنی ممکن است بطور همزمان هم تابع ماکزیمم داشته باشیم و تعدادی هم تابع مینیمم.
۲. معیارها نیز میتوانند متضاد با هم باشند، مثلاً سود و زیان.

در مدل تصمیم‌گیری چند معیاره، رضایت مندی جای بهینه‌سازی را می‌گیرد. ویژگی بعدی این مدل این است که، تصمیم‌گیر را وارد پروسه تصمیم‌سازی میکند. این کار در حین تصمیم‌سازی اتفاق می‌افتد، که باعث افزایش قدرت

انتخاب تصمیم گیر میشود. ویژگی دیگری که مورد بحث قرار خواهد گرفت، ویژگی ارجحیت توابع هدف است. این ارجحیت می تواند در حین تصمیم گیری، و یا در حین تصمیم سازی و یا حتی بعد از تصمیم سازی توسط تصمیم گیرنده تغییر کند. [۳]

یکی دیگر از ویژگی های مدل تصمیم گیری چند معیاره، قابلیت نرمال سازی متغیرها و شاخص ها می باشد. و در نهایت ویژگی آخر قابلیت استفاده از متغیرهای کیفی در مدل تصمیم گیری چند معیاره می باشد. این متغیرها در برخی موارد کارآمدتر از متغیرهای ریاضی اند. مدل های تصمیم گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدل های تصمیم گیری چند هدفه MODM و مدل های MADM تقسیم می شود. در حالت کلی مدل های چند هدفه به منظور طراحی و مدل های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می گیرند. تفاوت اصلی مدل های تصمیم گیری چند هدفه با مدل های تصمیم گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم گیری گسسته تعریف می گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

- تبدیل معیارهای کیفی به کمی
- بی مقیاس کردن معیارها
- تعیین وزنهای نسبی معیارها [۳]

تصمیم گیری چند شاخصه MADM

مدل تصمیم گیری چند شاخصه از مدل هایی است که به خانواده بزرگ تری از مدل ها به نام تصمیم گیری چند معیاره تعلق دارد. تصمیم گیری در این خانواده براساس چندین معیار مختلف و گاه متضاد صورت می گیرد. این گروه از مدل ها تصمیم گیری در بسیاری از زمینه ها و از جمله در زمینه مسائل عمومی یک جامعه، مسائل دولتی و مسائل سازمانی می توانند کاربرد موثری داشته باشند.

تصمیم گیری چند معیاره عموماً به دو دسته ی بزرگ تقسیم می شود: تصمیم گیری چند هدفه (MODM) و تصمیم گیری چند شاخصه (MADM). در تصمیم گیری چند شاخصه که رویکرد به کار رفته در این پژوهش است، معیار تصمیم شاخص ها هستند؛ اهداف به طور صریح وارد شده اند. در مدل MADM انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود مد نظر است. رویکرد MADM در پردازش اطلاعات، بر مبنای اطلاعات ارائه شده توسط تصمیم گیرنده به دو بخش کلی تقسیم می شود:

الف) مدل جبرانی: در این مدل بین شاخص ها تبادل صورت می گیرد؛ بدین معنی که تغییر در یک شاخص توسط تغییر در شاخص یا شاخص ها دیگر جبران می شود. در این مدل از روش هایی مانند ELECTERE، TOPSIS، تخصیص خطی و AHP استفاده می شود.

ب) مدل غیر جبرانی: مدلی که در آن تبادلی بین شاخص ها وجود ندارد، یعنی نقطه ضعف یک شاخص توسط مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی شود؛ بلکه هر شاخص جدا از دیگر شاخص ها مبنای ارزیابی گزینه های رقیب قرار می گیرد. سادگی این مدل مزیت آن است. به طور کلی در مسائل مختلف MADM خصوصیات زیر مشترک هستند:

۱. گزینه ها: در این مسائل تعداد مشخصی گزینه مورد بررسی قرار گرفته و در مورد آنها اولویت گذاری، انتخاب و پارتبه بندی صورت می گیرد. تعداد گزینه ها می تواند محدود یا خیلی زیاد باشد.

۲. شاخص های چندگانه: هر مساله MADM چندین شاخص دارد که باید تصمیم گیرنده در مساله آنها را کاملاً مشخص کند.

۳. واحدهای بی مقیاس: جهت معنادار شدن محاسبات و نتایج از طریق روش های عملی اقدام به بی مقیاس سازی داده ها می شود، به گونه ای که اهمیت نسبی داده ها حفظ گردد.

۴. وزن شاخص ها: تمامی روش های MADM مستلزم وجود اطلاعاتی هستند که بر اساس اهمیت نسبی هر شاخص به دست آمده باشند. وزن مربوط به شاخص ها می تواند مستقیماً توسط تصمیم گیرنده و یا به وسیله روش های علمی موجود، به معیارها تخصیص داده شود. این وزن ها اهمیت نسبی هر شاخص را بیان می کنند. [۲]

چگونگی تحلیل

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدل سازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه ای از اهداف

۲. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران

۳. مجموعه ای از معیارهای ارزیابی

۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذی‌نفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود. [۳]

کتابخانه

کتابخانه‌ها در فرایند رشد و توسعه کشور نقش حیاتی دارند، زیرا یکی از پایه‌های بنیادین تحقیق و توسعه، وجود کتابخانه‌های غنی و با کیفیت است. نیازهای اطلاعاتی روزافزون جامعه دانشگاهی و فارغ‌التحصیلان رشته‌های مختلف لزوم دستیابی به اطلاعات کافی در زمان مناسب، بویژه در عصر موسوم به اطلاعات، ضرورت بررسی کیفیت کتابخانه‌های عمومی را ایجاب می‌نماید. کتابخانه‌های عمومی جزئی مهم از نظام آموزشی و شریان‌های حیاتی کانونهای آموزشی و پژوهشی جوامع به شمار می‌روند و از جنبه‌های علمی و فرهنگی اهمیت ویژه‌ای دارند. کارکرد بهینه و بهره‌وری هرچه بیشتر این نهادها، دستیابی به هدفهای علمی و فرهنگی جوامع را تسهیل می‌کند. بنابراین، بررسی کیفیت خدمات می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی میزان موفقیت کتابخانه‌ها باشد

کتابخانه‌ها می‌توانند کانون اصلی تأمین منابع اطلاعاتی مورد نیاز محققان و پژوهشگران باشد، مشروط بر آنکه هم روزآمد بوده و هم از لحاظ کمی و کیفی جوابگوی نیازهای رو به رشد جامعه استفاده‌کننده باشند. [۶]

هدف هر کتابخانه رفع نیازهای اطلاعاتی جامعه استفاده‌کننده است. در صورتی که این مراکز شناخت کاملی از مراجعان، روشها و منابع مورد نیاز آنها داشته باشند، می‌توانند با تصمیم‌گیریهایی درست و به موقع، از صرف بودجه‌های غیر ضروری بکاهد و تغییرات لازم را در نوع خدمات و نحوه ارائه آنها ایجاد نمایند. حفظ ارتباط با جامعه استفاده‌کننده و رفع نیازهای آنان، یکی از مهم‌ترین وظایف کتابخانه‌های عمومی است. اهمیت دادن به نظرات جامعه استفاده‌کننده، عاملی مهم در یک نظام اطلاعاتی است. [۵]

از رویکرد های MCDM می توان در کتابخانه نیز بهره برد به عنوان مثال محبوب و قشقای در تحقیقی کتابخانه های عمومی جهان را با در نظر گرفتن شاخص هایی با رویکرد MADM و SAW رتبه بندی کرده اند که منجر به انتخاب کتابخانه برتر در جهان شد از این رویکرد و سایر رویکردها و با در نظر گرفتن شاخص های مناسب می توان به انتخاب کتابخانه در سطوح استانی، دانشگاهی و... مبادرت ورزید. با استفاده از روش های MCDM می توان شاخص های ارزیابی کیفیت خدمات در کتابخانه رار تبه بندی و یا مهمترین شاخص از نظر میزان اهمیت را در میان گروهی از کتابخانه ها بررسی کرد در تحقیقی صیادی و همکاران ابعاد کیفیت خدمات مدل libqual را با رویکرد TOPSIS فازی و در سطح کتابخانه های دانشگاه یزد رتبه بندی نموده اند که به گوشه ای از روش ها و نتایج این تحقیقات اشاره می شود:

شناسایی شاخص های سنجش کتابخانه های عمومی و رتبه بندی کتابخانه ها با MCDM

در رویکرد تعیین شاخص های چندگانه به صورت دقیق و قابل اعتماد یکی از مهم ترین قسمت های تصمیم گیری است وجود شاخص های قابل اعتماد عملکردی و سیله ای ضروری برای ارزیابی، پیشرفت کارایی، اثر بخشی و کیفیت خدمات است. جمع آوری آمار مربوط به منابع، کارمندان، خدمات، جریان مواد و منابع کتابخانه، فعالیت ها و غیره می تواند اطلاعاتی را برای برنامه ریزی فراهم کرده، نشان گر مسئولیت ه باشد و به تصمیم گیری های مدیریت کمک کند.

در منابع مختلف مرتبط با حوزه ی کتابخانه های عمومی، متغیرها و شاخص های مختلفی برای ارزیابی عملکرد کتابخانه ها معرفی شده است. شاخص های عملکرد کتابخانه های عمومی برای ارزیابی و مطالعه کتابخانه های عمومی بر اساس متغیرهای عضو، امانت، پانه کار رایانه، کتابدار رایانه ای، کتابدار، مقولات قابل امانت، وهزینه، وهزینه، نسبت های مختلفی را به عنوان شاخص در ۱۷ مورد معرفی می کند که بر اساس این شاخص ها کتابخانه های خود را ارزیابی می کند.

رهنمودهای ایفلا/یونسکو برای توسعه خدمات کتابخانه های عمومی دسته شاخص برای ارزیابی کتابخانه های عمومی پیشنهاد می کند:

۱. شاخص های بهره وری (شامل سرانه ی امانت، سرانه کل مراجعات، عضویت در کتابخانه با در نظر گرفتن درصد جمعیت، بازدهی منابع، امانت بر حسب منبع، امانت بر حسب ساعات فعالیت، سرانه ی درخواست های مرجع، تعداد دسترسی به منابع الکترونیکی و سایر منابع چاپی)
۲. شاخص های منابع (شامل کل مجموعه منابع برای هرنفر، تهیه پایانه رایانه های شخصی برای هرنفر، فراهم کردن رایانه هایی با دسترسی عمومی پیوسته به ازای هر نفر)
۳. شاخص های منابع انسانی (نسبت کارمندان که معادل است با کارمندان تمام وقت به جمعیت، نسبت کارمندان حرفه ای به جمعیت، نسبت کارمندان که معادل است با کارمندان تمام وقت به استفاده از کتابخانه)

۴. شاخص های کیفیتی (رضایت استفاده کنندگان، درخواست های پاسخ داده شده)
۵. شاخص های هزینه (هزینه وظایف، خدمات و فعالیت ها، هزینه کارمندان، هزینه هر عضو، هزینه هر مراجعه)
۶. شاخص های تطبیقی (مقایسه در سطح بین المللی، ملی و محلی)

همچنین رهنمودها و استانداردهای کتابخانه های عمومی کویینزلند ۱۱ متغیر را به عنوان عوامل تاثیرگذار و قابل مدیریت در کتابخانه های عمومی بیان می کند و برای هر کدام از این متغیرها یک سری شاخص های عملکرد برای سنجش معرفی می کند. نکته ی قابل توجه در این سند این است که شاخص های عملکرد معرفی شده در آن از قدرت اندازه گیری مناسبی برخوردار نیستند و در عمل کمی سازی آنها دشوار به نظر می رسد.

متغیرهای تاثیر گذار بر عملکرد کتابخانه های عمومی و شاخص های مستخرج از هر متغیر در جدول ۱ مشاهده می شود. در این جدول ۱۳، متغیر معرفی شده اند. متغیرهایی که در ستون "اهمیت" با علامت مشخص شده اند، آن دسته شاخص هایی هستند که افزایش آنها با فرض ثابت بودن سایر متغیرها افزایش عملکرد کتابخانه است. به عنوان مثال افزایش متغیر امانت با فرض ثابت بودن سایر متغیرها به معنای افزایش عملکرد کتابخانه است. شاخص های مستخرج از این نوع متغیرها در درجه اول اهمیت قرار دارند. از طرفی متغیرهایی که با علامت منفی (-) مشخص شده اند، متغیرهایی هستند که افزایش آنها به تنهایی مثبت تلقی نمی شود و چه بسا منفی نیز تلقی شود و تنها در صورتی که در سایر متغیرها تاثیر مثبت داشته باشند مثبت تلقی می شوند. به عنوان مثال افزایش فضا یا کارکنان بدون اینکه تغییری در امانت یا مراجعه صورت گیرد تنها هزینه ای را به کتابخانه تحمیل کرده است. از این رو شاخص های مستخرج از این نوع متغیرها در درجه دوم اهمیت قرار دارند. شاخص عضو که با دو علامت مشخص شده است، رویکردی دوگانه دارد.

هم چنین می توان برای وزن دهی به شاخص ها از پنج اصل فلسفه علمی کتابداری که توسط رانکاناتان ارائه شده است، استفاده کرد. اصل اول بیان می کند که کتاب برای استفاده است. شاخص هایی که می توانند بیان گر این اصل باشند، شاخص های امانت و بازدهی منبع می باشند. به طور معمول چون آنچه ابتدا گفته می شود از اولویت خاص برای گوینده برخوردار است، لذا می توان نتیجه گرفت که شاخص های امانت و بازدهی منبع از اولویت خاصی نسبت به سایر شاخص ها برخوردارند. اصل دوم بیان می کند که هر خواننده ای کتابش. این اصل در ارتباط مستقیم با شاخص عضو و مراجعه قرار دارد. اصل سوم که بیان می کند هر کتابی خواننده اش، نیز به شاخص بازدهی منبع اشاره دارد. در میان شاخص های ارائه در منابع مختلف شاخصی در ارتباط با اصل چهارم، یعنی وقت خواننده را هدر ندهیم یافت نشد. همچنین اصل پنجم بیان می کند که کتابخانه آرگانیسمی زنده و بالنده است. این اصل به شاخص روز آمدی مجموعه ارتباط پیدا می کند. از این رو می توانیم نتیجه بگیریم که هر آنچه این پنج اصل را برآورده می کنند شاخص های درجه یک ارزیابی تلقی می شوند: امانت، بازدهی منبع، عضو، مراجعه و روز آمدی مجموعه. با نگاهی با نگاهی به جدول ۱ مشاهده می کنیم که این شاخص ها به غیر از شاخص روز آمدی مجموعه به متغیرهای مثبت (+) تعلق دارند.

جدول ۱. متغیرهای موجود در کتابخانه های عمومی و شاخص های مرتبط با آنها

ردیف	اهمیت	متغیر	شاخص
۱	+	امانت	سرانه امانت بازدهی منابع
۲	+	مراجعه	سرانه مراجعه
۳	+ -	کاربر ثبت شده	عضو
۴	+	درخواست مرجع	سرانه درخواست بازدهی منابع مرجع
۵	-	ساعات کار کتابخانه	_____
۶	+	خدمات الکترونیکی	سرانه خدمات الکترونیکی
۷	-	مجموعه	سرانه کتاب سرانه مواددیگر روزآمدی مجموعه
۸	-	رایانه	سرانه رایانه
۹	-	پایانه اینترنت	سرانه پایانه اینترنت
۱۰	-	کارمند	سرانه کارمندتمام وقت سرانه کارمندحرفه ای کارآمدی کارمند
۱۱	+	رضایت	رضایتمندی
۱۲	-	هزینه = هزینه خدمات +	هزینه امانت هزینه عضو هزینه مراجعه

سرانه هزینه	هزینه کارمندان + سایر هزینه ها		
سرانه ی مرکز خدمات سرانه فضا	مرکز خدمات	-	۱۳

داده های گرد آوری شده در ۱۴ شاخص تنظیم شد. این شاخص ها عبارتند از: سرانه امانت، مراجعه، بازدهی منبع، عضو، سرانه کتاب، سرانه مواد دیگر، روز آمدی مجموعه، سرانه رایانه، سرانه اینترنت، سرانه کارمند تمام وقت، سرانه کارمند حرفه ای، هزینه امانت، سرانه ی هزینه و سرانه ی مرکز خدمات.

برای وزن دهی شاخص ها از تلفیق روش آنتروپی شانون و نظر تصمیم گیرنده استفاده گردید. روشی که برای رتبه بندی از رویکرد MADM انتخاب شد، روش SAW بود. بابه کار گیری این روش کتابخانه های عمومی ۳۹ کشور جهان مورد مطالعه قرار گرفته و رتبه بندی شدند و مشخص شد که کشورهایی مانند فنلاند، استونی و دانمارک از جمله کشورهایی هستند که اهمیت ویژه برای کتابخانه های عمومی قایل هستند و از شاخص های مترقی تری نسبت به سایر کشورها برخوردارند. [۲]

رتبه بندی ابعاد کیفیت خدمات کتابخانه با MCDM

علاوه بر تحقیق فوق صیادی و همکاران در تحقیقی که در دانشگاه یزد انجام داده اند ابعاد کیفیت خدمات را شناسایی کرده و با تکنیک TOPSIS فازی آنها را رتبه بندی نموده اند. در این پژوهش از مؤلفه های توسعه یافته مدل لایب کوال (در سال ۲۰۰۲) استفاده شده است. مفهوم این ابعاد به شرح زیر است:

۱. تأثیرگذاری خدمات: شامل همراهی، پاسخگویی، اطمینان و قابلیت اعتماد است
۲. کنترل شخصی: میزانی که کاربران می توانند دنیای اطلاعات را هدایت و کنترل کنند.
۳. دسترسی به اطلاعات: بررسی مناسب بودن مجموعه ها و توانایی دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در زمان لازم بدون توجه به موقعیت و مکان کاربر یا رسانه منابع.
۴. کتابخانه به عنوان یک مکان: دیدگاه کاربر نسبت به سودمندی مکان کتابخانه برای مطالعه، مشارکت علمی و مکانی برای تفکر و پژوهش.

نتایج حاصل از رتبه‌بندی ابعاد کیفیت خدمات کتابخانه‌ای نشان می‌دهد، از دیدگاه دانشجویان دانشگاه یزد، بُعد دسترسی به اطلاعات دارای بیشترین اهمیت در کیفیت خدمات کتابخانه‌های دانشگاه یزد می‌باشد. اولویت سایر ابعاد به ترتیب درجه اهمیت عبارت است از: کنترل شخصی، کتابخانه به عنوان یک مکان و تأثیرگذاری خدمات. رتبه‌بندی همه مؤلفه‌های چهار گروه از ابعاد کیفیت خدمات کتابخانه‌ای با روش TOPSIS فازی، در جدولهای ۲ تا ۵ آمده است. [۱]

جدول ۲. رتبه‌بندی مؤلفه‌های بُعد دسترسی به اطلاعات با رویکرد TOPSIS فازی

رتبه	شرح
۱	وجود کتاب، پایان‌نامه و سایر موارد چاپی مورد نیاز استفاده‌کنندگان
۲	وجود مجموعه مجله‌های چاپی و الکترونیکی مورد نیاز استفاده‌کنندگان
۳	دسترسی آسان و سریع به مجموعه‌های کتابخانه
۴	دسترسی به منابع الکترونیکی مورد نیاز استفاده‌کنندگان
۵	وجود مکانی مناسب برای امانت گرفتن کتاب و مجله‌ها و سایر مواد چاپی از سایر کتابخانه‌ها

جدول ۳. رتبه‌بندی مؤلفه‌های بُعد کنترل شخصی با رویکرد TOPSIS فازی

رتبه	شرح
۱	متناسب بودن ساعت کار کتابخانه با نیازاستفاده کنندگان
۲	وجود یک وب سایت که دسترسی سریع به اطلاعات مورد نیاز را فراهم می‌سازد. ابزارهایی با کاربری آسان که امکان دسترسی به اطلاعات مورد نیاز را فراهم می‌کنند.
۳	تجهیزات مدرنی که اجازه دسترسی آسان به اطلاعات مورد نیاز را فراهم می‌کنند.
۴	امکان پذیر بودن دسترسی به منابع الکترونیکی از منزل یا محل کار
۵	در دسترس قرار گرفتن اطلاعات برای استفاده مستقل دانشجویان مهمان

جدول ۴. رتبه‌بندی مؤلفه‌های بُعد کتابخانه به عنوان یک مکان با رویکرد TOPSIS فازی

رتبه	شرح
۱	وجود فضایی آرام برای فعالیتهای فردی
۲	وجود یک مکان راحت و جذاب
۳	وجود فضایی که باعث القای حس مطالعه و یادگیری می‌شود.
۴	مناسب بودن محل کتابخانه برای مطالعه، یادگیری و تحقیق
۵	وجود فضای اجتماعی مناسب برای مطالعه و یادگیری گروهی

جدول ۵. رتبه‌بندی مؤلفه‌های بُعد تأثیرگذاری خدمات با رویکرد TOPSIS فازی

رتبه	شرح
۱	وجود کارکنانی که مؤدب و فروتن هستند.
۲	آمادگی کارکنان برای پاسخگویی به سؤالهای استفاده‌کنندگان
۳	وجود کارکنانی که برای پاسخگویی به سؤالهای استفاده‌کنندگان، دانش کافی دارند.
۴	سهولت در حل مشکلات استفاده‌کنندگان
۵	اشتیاق و علاقه کارکنان برای کمک به استفاده‌کنندگان
۶	وجود کارکنانی که در حل مشکلات استفاده‌کنندگان، رفتاری دلسوزانه دارند.
۷	وجود کارکنانی که اطمینان و اعتماد را به استفاده‌کنندگان القا می‌کنند.
۸	وجود کارکنانی که نیازهای استفاده‌کنندگان را درک می‌کنند.
۹	توجه ویژه به استفاده‌کنندگان

منابع

۱. صیادی تورانلو حسین، منصوره حسینی، جمالی رضا (۱۳۸۷) شناسایی و رتبه بندی ابعاد کیفیت خدمات کتابخانه ای با رویکرد TOPSIS فازی، فصلنامه کتاب و اطلاع رسانی، جلد ۱۱، شماره چهارم
۲. محبوب سیامک، قشقایی علی (۱۳۸۸) رتبه بندی کتابخانه های عمومی جهان مبتنی بر شاخص های کمی با استفاده از رویکرد MADM و مدل SAW (www.SID.ir)
۳. اصغرپور محمدجواد، تصمیم گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران
۴. خاتمی فیروز آبادی علی وستار حمزه جونقانی، تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی
۵. میرغفوری سید حبیب الله، مکی فاطمه (۱۳۸۶) ارزیابی سطح کیفیت خدمات کتابخانه های آموزشی (مورد: کتابخانه های دانشگاه یزد)، فصلنامه کتاب و اطلاع رسانی، جلد ۱۰، شماره اول
۶. بابا غیبی نجمه، فتاحی رحمت الله (۱۳۸۷) مقایسه سنجش کیفیت خدمات کتابخانه های دانشگاه فردوسی از دیدگاه کاربران و کتابداران با استفاده از ابزار لایب کوال، فصلنامه کتاب و اطلاع رسانی، جلد ۱۱، شماره ۴

مقدمه

یکی از مهمترین مسائل در بنگاه های تولیدی که محصولات متنوعی را تولید می کنند و تقاضا برای آنها قطعی نیست تعیین مقدار تولید (ترکیب تولید) هر یک از آنهاست. از آنجا که تصمیم گیری با توجه به چند عامل می تواند در نتایج حاصل موثر باشد لذا هنگامی که عوامل بیشتری مد نظر قرار گیرد، ترکیب مناسب تری از محصولات را نتیجه می دهد هدف از انجام این تحقیق به کارگیری تکنیک برنامه ریزی آرمانی همراه با رویکرد AHP جهت بهینه سازی ترکیب تولید می باشد به طوری که بتوان به نحو مطلوبی عوامل موثر در تصمیم گیری را دخالت داد که در اینجا سعی شده در قالب یک مثال بیان کرد.

۱) برنامه ریزی آرمانی goal programming

برنامه ریزی آرمانی (GP) شاید از قدیمی ترین و پر استفاده ترین دیدگاه های موجود در الگوهای تصمیم گیری های چندمعیاره باشد. برنامه ریزی آرمانی بر اساس دستیابی بهینه به چندین هدف به طور همزمان استوار است. مدل های برنامه ریزی معمولا دارای یک هدف، یعنی حداکثر کردن سود و یا حداقل کردن هزینه هستند. در حالیکه در دنیای واقعی یک بنگاه اقتصادی می تواند چندین هدف را به طور همزمان دنبال کند. برای نمونه یک بنگاه اقتصادی ممکن است اهداف متعددی همچون کیفیت بهتر، افزایش سهم بازار، افزایش بهره وری و حداکثر سودآوری را داشته باشد. که در این صورت برنامه ریزی آرمانی قادر است چندین هدف را همزمان مورد بررسی قرار می دهد. برنامه ریزی آرمانی رویکردی است که در آن برای هر هدف (objective)، عدد مشخصی به عنوان آرمان (goal)، تعیین می شود. در عمل ممکن است این آرمان حاصل نشود و مقداری انحراف بین آرمان و هدف وجود داشته باشد. که برای هر واحد انحراف، جریمه ای تعیین می گردد. در نهایت تابع هدف در برنامه ریزی آرمانی حداقل کردن این جریمه هاست. خصوصیات برنامه ریزی آرمانی بر پایه عقاید سیمون (۱۹۵۵) مبنی بر برآورده شدن اهداف می باشد. به گمان سیمون در سازمانهای پیچیده امروزی تصمیم گیرندگان سعی در حداکثر کردن یک تابع مطلوبیت ندارند. [1] در

واقع تضاد میان اهداف موجود و عدم کامل بودن اطلاعات در دسترس مانع از ارائه یک مدل ریاضی قابل قبول از ترجیحات مصرف کنندگان می شود. مدل برنامه ریزی آرمانی میتوان به دو مجموعه تقسیم کرد :

۱- در دسته اول به انحرافات ناخواسته از اهداف با توجه به اهمیت نسبی آنها برای تصمیم گیرنده وزن داده می شود و مجموع آنها حداقل می گردد . انحراف از هدف به این معنی است که این امکان وجود دارد که هدف مورد نظر بیشتر از حد یا کمتر از حد مورد انتظار محقق گردد بنابراین دو متغیر انحرافی ایجاد شده و پس از وزن به این متغیرها، مجموع آنها حداقل می گردد . این مورد به نام برنامه ریزی هدف وزنی (wgp) نامیده می شود .

۲- معمولاً بعضی از اهداف نسبت به سایرین اهمیت بیشتری دارند . علاوه بر این در یک آرمان هم انحراف در یک جهت ممکن است اهمیت زیادتری نسبت به جهت دیگر داشته باشند . در این روش متغیرهای انحرافی به تعدادی از سطوح اولویت اختصاص یافتند و حداقل میگردند . این روش بر این فرض استوار است که تصمیم گیرنده میتواند تمام اهداف مربوط به یک طرح را مشخص کند و آنها را بر اساس درجه اهمیت طبقه بندی کند . برنامه ریزی آرمانی تلاش می کند تا منطق بهینه سازی را در برنامه ریزی ریاضی با خواست (تمایل) تصمیم گیرنده جهت ارضاء چندین هدف ترکیب نماید . تا اواسط دهه هفتاد کاربردهای برنامه ریزی آرمانی نسبتاً کم بودند لیکن از آن زمان تاکنون کارهای بنیادی در این مقوله توسط ، لی ، ایکنیزو و ... صورت پذیرفته است . مدل کلی برنامه ریزی آرمانی، مدل ریاضی خطی می باشد که حصول بهینه اهداف را در محیط تصمیم گیری داده شده جستجو می کند. محیط تصمیم گیری مفاهیم پایه شامل محدودیت های سیستمی و آرمانی، متغیرهای تصمیم و تابع هدف را مشخص میسازد. به عبارت دیگر برنامه ریزی آرمانی، راه حرکت همزمان به سوی چندین هدف را نشان می دهد . مبنای کار چنین است که برای هر کدام از هدف ها، عدد مشخصی به عنوان آرمان تعیین و تابع هدف مربوط به آن فرموله می گردد، آن گاه جوابی جستجو می شود که مجموع (وزنی) انحرافی هر هدف نسبت به آرمانی که برای همان هدف تعیین شده است را حداقل نماید. [8]

۲) MCDM چیست ؟

مدلهای تصمیم گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدل های تصمیم گیری چند هدفه MODM و مدل های تصمیم گیری چند شاخصه MADM تقسیم می شود. در حالت کلی مدل های چند هدفه به منظور طراحی و مدل های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می گیرند. تفاوت اصلی مدل های تصمیم گیری چند هدفه با مدل های تصمیم گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم گیری گسسته تعریف می گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

- تبدیل معیارهای کیفی به کمی
- بی مقیاس کردن معیارها
- تعیین وزنهای نسبی معیارها

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می باشند:

- ۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف
- ۲. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران
- ۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی
- ۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم
- ۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم
- ۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند. مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذی‌نفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود. MADM شامل مدل‌های جبرانی و غیر جبرانی می باشد.

مدل‌های جبرانی آن دسته از مدل‌های MADM را شامل می‌شوند که در آنها تبادل بین شاخصها صورت می‌گیرد. بدین معنی که تغییر در یک شاخص توسط تغییری مخالف (در جهت عکس) در شاخص یا شاخصهای دیگر جبران می‌شود. روش جبرانی شامل روش‌هایی مانند میانگین وزنی ساده، ELECTRE، TOPSIS، تخصیص خطی، AHP و غیره است.

مدل‌های غیر جبرانی مدلهایی از MADM را شامل می‌شوند که در آنها تبادل بین شاخصها صورت نمی‌گیرد. بدین معنی که نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی‌شود بلکه هر شاخص جدا از دیگر شاخصها مبنای ارزیابی گزینه‌های رقیب قرار می‌گیرد. مزیت مهم این مدلها سادگی آنهاست که با رفتار تصمیم

گیرنده و محدود بودن اطلاعات او مطابقت دارد. روش غیر جبرانی شامل روشهایی مانند روش تسلط، لکسیکوگراف، حذف، ماکسی مین، مینی ماکس و ... است. [4]

۳) رویکرد AHP

فرایند سلسله مراتبی تحلیل یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است و بنا به تعریف ، AHP عبارتست از :یک روش تصمیم گیری که توسط آن می توان تصمیماتی که وابسته به معیارهای مختلف است را اتخاذ نمود . این رویکرد امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد. این فرایند گزینه های مختلف در تصمیم گیری را دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل مینماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد که مزایای ممتاز رویکرد در تصمیم گیری چند معیاره است . به علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است. این شیوه توانایی احساسات و منطق را در رابطه با موضوعات منعکس می سازد و سپس این قضاوت های مختلف را در قالب نتیجه ای با هم ترکیب می نماید که با انتظارات درونی ما همخوانی دارد. اساس این روش بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده کار خود را با فراهم آوردن درخت تصمیم آغاز می کند. درخت سلسله مراتب، عوامل مورد مقایسه (شاخص ها) و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد و سپس یکسری مقایسات زوجی انجام می پذیرد . این مقایسات زوجی وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مشخص می سازد. در نهایت منطق AHP به گونه ای ماتریس های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می سازد که تصمیم بهینه حاصل آید. [7]

۴) تلفیق برنامه ریزی آرمانی موزون و رویکرد AHP

برنامه ریزی آرمانی موزون ابزاری توانا در زمینه لحاظ چندین عامل به طور هم زمان در تصمیم گیری می باشد و این در حالی است که محدودیت های سیستمی را نیز به طور مناسب در نظر می گیرد. از جمله مواردی که در این مدل باید توجه نموده نحوه اولویت بندی محدودیت های آرمانی (اهداف) و یا ضریب جریمه ای است که برای هر انحراف قائل می شویم که این برنامه ریزی به تنهایی قادر به انجام این مهم نمی باشد. از طرف دیگر استفاده از عوامل یا معیارهای کیفی و ناملموس خارج از توانایی این برنامه ریزی می باشد لذا تلفیق با AHP یک ابزار مکملی که بتواند نقاط کمبود برنامه ریزی آرمانی موزون را پوشش دهد می تواند مدل مناسبی را برای تصمیم گیری های سازمان منجمله بهینه سازی ترکیب تولید فراهم نماید . لازم به ذکر است که رویکرد AHP نیز نمی تواند برای تصمیم گیری

هایی نظیر تعیین ترکیب محصولات یک ابزار کاملی باشد. علت این مطلب در نظر نگرفتن محدودیت هایی نظیر بودجه، مواد و ... در تصمیم گیری و عدم توانایی در انتخاب یا اولویت بندی گزینه های به تعداد زیاد می باشد. بنابراین استفاده از دو ابزار با یکدیگر می تواند نقاط ضعف یکدیگر را پوشش دهد و علاوه بر آن از نقاط قوت یکدیگر نیز استفاده نماید [3].

با توجه به نقاط قوت و ضعف هر یک از دو تکنیک، مدل زیر جهت استفاده از مزایای هر دو روش و پوشش نقاط ضعف آنها ارائه می گردد [7]

$$\begin{aligned} \min \text{miz} Z &= \sum_{i=1}^k (W_i d_i^- + W_i d_i^+) \quad \{K = 1, 2, \dots, K\} \\ \text{s.t.} &= \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad \{i = 1, 2, \dots, m\} \{j = 1, 2, \dots, n\} \end{aligned}$$

و سایر محدودیت های سیستمی

$$X_j, d_j^-, d_j^+ \geq 0$$

W_i = وزن حاصل شده از اولویت بندی اهداف با یکدیگر به کمک AHP.

$d_i^{+,-}$ = انحرافات منفی و مثبت از آرمان i ام

a_{ij} = ضریب تکنولوژیکی X_j هدف i ام که حاصل اولویت بندی محصولات نسبت به یکدیگر با توجه به معیار (هدف) i ام می باشد که از طریق AHP بدست می آید.

b_i = مقدار آرمان تعیین شده در محدودیت آرمانی i

۵) مثالی از تلفیق برنامه ریزی آرمانی و AHP برای بهینه سازی ترکیب تولید

این مثال براساس مدلسازی انجام شده و برای تحقق هدف اصلی پژوهش از دو تکنیک تحقیق در عملیات استفاده می شود و از آنجایی که در علم تحقیق در عملیات ابتدا مدلسازی و سپس به حل آن اقدام می گردد، در این مثال نیز همین رویه اعمال گردیده است. جهت گردآوری پارامترهای مدل نیز یک شرکت تولیدکننده مواد غذایی و ۱۲ محصول از آن انتخاب گردید. عوامل موثر بر اولویت بندی محصولات از طریق مشاهده، مطالعات کتابخانه ای و پرسشنامه ای که بدین منظور طراحی شده جمع آوری گردید و اولویت بندی محصولات نسبت به هر معیار (عامل) و اولویت بندی معیارها (عوامل) از نرم افزار Criterum استفاده شد. ترکیب بهینه تولید از طریق حل مدل با نرم افزار Lindo حاصل

شد و سپس نتایج حاصل با برنامه ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP و روش جاری شرکت (توافق جمعی با تشکیل جلسات مدیران و کارشناسان تولید) مقایسه و تحلیل گردید [10].

تعیین اولویت ها

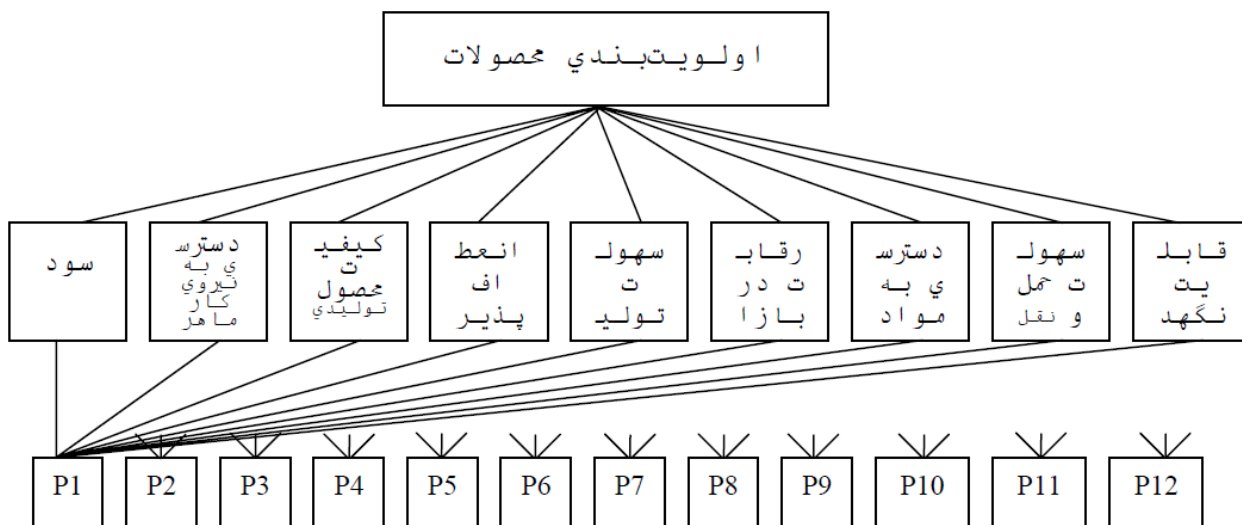
قدم های لازم مورد نیاز از طریق رویکرد AHP عبارتند از:

الف) ترسیم درخت سلسله مراتب تصمیم

سلسله مراتب تصمیم شامل هدف تصمیم، معیارها و گزینه ها می باشد که در اینجا اولویت بندی محصولات به عنوان هدف تصمیم گیری، عوامل موثر جمع آوری شده، معیارها و ۱۲ محصول منتخب گزینه های تصمیم گیری را تشکیل می دهند. از آنجا که حداکثر تعداد قابل قبول معیارها در AHP 2 ± 7 است هر ۹ عامل به عنوان معیارهای اولویت بندی در نظر گرفته شدند.

جدول ۱. عوامل نهایی جمع آوری شده

عامل	سود	دسترسی به نیروی کار ماهر	انعطاف پذیری	سهولت تولید	کیفیت محصول تولیدی	قابلیت نگهداری	سهولت حمل و نقل	رقابت در بازار	دسترسی به مواد اولیه
میانگین	۹/۳۶	۷/۱۰	۷/۰۵	۷/۵۸	۸/۶۳	۸/۴۲	۷/۱۰	۸/۸۹	۷/۰۵



نمودار (1) درخت سلسله مراتب را نشان می دهد.

ب) مقایسه معیارهای تصمیم گیری و گزینه ها نسبت به معیار

اساس AHP در مقایسات زوجی نهفته است و این مقایسات مبنایی را برای تعیین اولویت ایجاد می نماید. روش معمول برای انجام مقایسات زوجی استفاده از مقیاس ۹-۱ می باشد. ولی این مقیاس نیز مشکلات خاص خود را دارد. از جمله این مشکلات می توان به دو مورد زیر اشاره کرد:

۱. تعیین درجه اهمیت بین دو عنصر همواره امکان پذیر نیست. مانند تعیین میزان ارجحیت بوی دو گل.

۲. در صورت امکان تعیین درجه اهمیت وجود تعداد سوالات زیاد امکان بهره گیری از نظرات را به طور مناسب میسر نمی سازد.

با توجه به این مشکلات مذکور ((نسا ال وو)) به این نکته بسیار ظریف و حساس از لحاظ کاربری توجه کرده و در کوششی برای رفع این مشکل متدولوژی زیر را مطرح ساخته است:

۱. مسئله در چارچوب سلسله مراتب توماس ال ساعتی فرموله می شود.

۲. داده های اولیه بنا می شود، به این ترتیب که پاسخ دهندگان تمام معیارها و نیز کلیه آلترناتیوها در رابطه با معیارها را رتبه بندی می کنند.

۳. ماتریس احتمال ترجیحات محاسبه می شود. به این ترتیب که داده های رتبه بندی شده مرحله دوم برای تولید احتمال θ به شرح زیر به کار برده می شود.

$$\theta = \{\theta_{ij}\} = \{P(A_i > A_j)\}$$

که در آن A_j صفت j و A_i صفت i ، $P(A_i > A_j)$ احتمال اینکه صفت i به صفت j ترجیح داشته باشد. ماتریس احتمالات ترجیحی به گونه ای تنظیم می شود که:

$$\text{برای عناصر قطری } P(A_i > A_j) = 1 - P(A_j > A_i) \text{ یا } \theta_{ij} = 1 - \theta_{ji}$$

۴. تمام عناصر ماتریس احتمال مرحله ۳، با استفاده از فرمول زیر (۱-۱) که به بزرگترین مقدار ویژه آیگن منتهی می شود، به ماتریس مقایسات دو به دویی تبدیل می شود.

رابطه (۱-۱) $a_{ij} = e^{2\theta_{ij}-1}$ که در آن a_{ij} ترجیح نسبی صفت i به صفت j ، θ_{ij} احتمال ترجیح i به صفت j است. همچنین رابطه (۱-۲) به گونه ای است که:

رابطه (۱-۲) $a_{ij} = 1/a_{ji}$ یعنی دو شرط لازم برای ماتریس مقایسات زوجی مدل AHP کاملاً برقرار است.

۵. تمام وزن های نرمال شده مرحله قبل به صورت ریاضی تلفیق شده تا وزن نرمال شده نهایی برای اولویت های گزینه های تصمیم گیری به دست آید.

لازم به ذکر است علاوه بر متدولوژی فوق که مقایسه بین دو عامل فقط در دو وضعیت لحاظ شده است. (ترجیح A بر B و B بر A) حالت تساوی آن نیز در تحقیق دیگر توسط آقای دکتر مشیری صورت پذیرفت که رابطه (۱-۳) شق سوم

تصمیم گیری را نمایش می دهد. (حالت C تساوی بین دو عامل را نشان می دهد) رابطه: (۱-۳) $A_{ij} = \frac{A+C}{A+B+2C}$ [7]

تعیین محدودیتهای سیستمی و پارامترهای آنها

همان طور که می دانیم قسمتی از مدل برنامه ریزی آرمانی موزون را محدودیت های سیستمی تشکیل می دهد. محدودیت ها قیودی هستند که دستیابی به اهداف را محدود می کند، در بسیاری از مسائل، منابع موجود میزان تولید محصولات را محدود می نمایند. معمولاً محدودیت های دیگری نیز بنا به ماهیت مسئله تأثیرگذار هستند. از جمله این محدودیت ها که در این مثال در نظر گرفته شد، شامل محدودیت مواد، توان تولیدی بنگاه و تقاضا می باشد. پارامترهای مربوط به آنها نیز از طریق بررسی اطلاعات داخلی شرکت و اطلاعات ارسالی از واحدهای مختلف نظیر حسابداری صنعتی، انبارها، سال نهایی تولیدی، بازاریابی و برنامه ریزی تولید حاصل شدند. [10]

با عنایت به جمع آوری اطلاعات لازم برای تخصیص پارامترها شامل محدودیت ها، اولویت بندی های معیارها و... مدلسازی افته جهت آزمایش مدل طراحی شده به طور کامل به صورت زیر می باشد:

$$\begin{aligned} MINz = & ۱۴/۴d_۱^- + ۷/۵d_۲^- + ۸/۶d_۳^- \\ & + ۱۳/۱d_۴^- + ۱۴/۷d_۵^- + ۱۲/۴d_۶^- + ۱۰/۴d_۷^- \\ & + ۸/۵d_۸^- + ۱۰/۴d_۹^- \end{aligned}$$

Subject to

(۱) محدودیت آرمانی رقابت در بازار

$$\begin{aligned} & 2/4X_1 + 1/27X_2 + 1/57X_3 + 0/95X_4 + 0/82X_5 + 1/44X_6 + 0/86X_7 + \\ & 1/15X_8 + 1/51X_9 + 0/02X_{10} + 0/66X_{11} + 0/79X_{12} + d_1^- - d_1^+ = 724411c \end{aligned}$$

(۲) محدودیت آرمانی سهولت حمل و نقل

$$\begin{aligned} & 0/72X_1 + 0/69X_2 + 0/63X_3 + 0/6X_4 + 0/49X_5 + 0/65X_6 + 0/68X_7 + \\ & 0/59X_8 + 0/67X_9 + 0/51X_{10} + 0/51X_{11} + 0/73X_{12} + d_2^- - d_2^+ = 350000 \end{aligned}$$

(۳) محدودیت آرمانی قابلیت نگهداری

$$\begin{aligned} & 8X_1 + 8X_2 + 4X_3 + 8X_4 + 8X_5 + 8X_6 + 8X_7 + 8X_8 + 16X_9 + \\ & 8X_{10} + 8X_{11} + 8X_{12} + d_3^- - d_3^+ = 38791000 \end{aligned}$$

(۴) محدودیت آرمانی کیفیت محصول

$$\begin{aligned} & 1/45X_1 + 1/09X_2 + 1/4X_3 + 1/15X_4 + 0/82X_5 + 1/42X_6 + 0/85X_7 + \\ & 1/06X_8 + 1/36X_9 + 1/02X_{10} + 0/73X_{11} + 0/75X_{12} + d_4^- - d_4^+ = 5470000 \end{aligned}$$

(۵) محدودیت آرمانی سود

$$\begin{aligned} & 2/39X_1 + 1/148X_2 + 3/71X_3 + 2/39X_4 + 0/29X_5 + 0/27X_6 + 0/45X_7 + \\ & 0/24X_8 + 2/77X_9 + 3/36X_{10} + 33/06X_{11} + 2/55X_{12} + d_5^- - d_5^+ = 7035000 \end{aligned}$$

(۶) محدودیت آرمانی دسترسی به نیروی کار ماهر

$$\begin{aligned} & 1/32X_1 + 1/06X_2 + 1/19X_3 + 1/1X_4 + 0/77X_5 + 1/37X_6 + 0/87X_7 + 1/11X_8 + \\ & 1/34X_9 + 0/96X_{10} + 0/66X_{11} + 0/8X_{12} + d_6^- - d_6^+ = 5270000 \end{aligned}$$

(۷) محدودیت آرمانی قابلیت دسترسی به مواد اولیه

$$\begin{aligned} & 1/47X_1 + 0/87X_2 + 1/17X_3 + 0/82X_4 + 0/51X_5 + 1/08X_6 + 0/71X_7 + \\ & 0/81X_8 + 1/03X_9 + 0/8X_{10} + 0/54X_{11} + 0/59X_{12} + d_7^- - d_7^+ = 4850000 \end{aligned}$$

(۸) محدودیت آرمانی انعطاف پذیری

$$\begin{aligned} & 0/94X_1 + 0/7X_2 + 0/91X_3 + 0/74X_4 + 0/53X_5 + 0/88X_6 + \\ & 0/61X_7 + 0/76X_8 + 0/82X_9 + 0/57X_{10} + 0/48X_{11} + 0/5X_{12} + \\ & d_8^- - d_8^+ = 3850000 \end{aligned}$$

(۹) محدودیت آرمانی سهولت تولید

$$\begin{aligned} & 1/32X_1 + 0/97X_2 + 1/02X_3 + 0/8X_4 + 0/51X_5 + 1/14X_6 + \\ & 0/74X_7 + 0/92X_8 + 1/06X_9 + 0/81X_{10} + 0/49X_{11} + 0/62X_{12} + \\ & d_9^- - d_9^+ = 5000000 \end{aligned}$$

(۱۰) محدودیت ماده M1

$$\begin{aligned} & 203X_1 + 1085X_2 + 3570X_3 + 174X_4 + 9X_5 + 114X_{12} \\ & \leq 562000000 \end{aligned}$$

M2 محدودیت ماده (۱۱)

$$\begin{aligned} & ۱۴/۵X_۱ + ۱۷/۵X_۲ + ۲۵۵X_۳ + ۱۱/۶X_۴ + ۰/۶X_۵ + ۵/۵X_۶ \\ & + ۳۹/۲X_۷ + ۰/۶X_۸ + ۱۷X_۹ + ۲۶/۸X_{۱۰} + ۲۰۴X_{۱۱} + ۱۵/۲X_{۱۲} \\ & \leq ۶۴۰۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M3 محدودیت ماده (۱۲)

$$\begin{aligned} & ۱۴/۵X_۱ + ۱۷/۵X_۲ + ۲۵۵X_۳ + ۱۴/۵X_۴ + ۰/۷۵X_۵ + ۱۹X_{۱۲} \\ & \leq ۴۱۰۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M4 محدودیت ماده (۱۳)

$$\begin{aligned} & ۵/۸X_۱ + ۳۱۰X_۲ + ۱۰۲X_۳ + ۵/۸X_۴ + ۰/۳X_۵ + ۲/۲X_۶ \\ & + ۴/۹X_۷ + ۳/۸X_۸ + ۸۵X_۹ + ۱۳۴X_{۱۰} + ۱۰۲۰X_{۱۱} + ۷/۶X_{۱۲} \\ & \leq ۹۱۰۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M5 محدودیت ماده (۱۴)

$$\begin{aligned} & ۲/۹X_۱ + ۱۵/۵X_۲ + ۵۱X_۳ + ۴/۹X_۴ + ۰/۱۵X_۵ + ۱/۱X_۶ \\ & + ۹/۸X_۷ + ۰/۳X_۸ + ۸/۵X_۹ + ۱۳/۴X_{۱۰} + ۱۰۲X_{۱۱} + ۳/۸X_{۱۲} \\ & \leq ۱۵۶۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M6 محدودیت ماده (۱۵)

$$\begin{aligned} & ۰/۸۷X_۱ + ۴/۶۵X_۲ + ۱۵/۳X_۳ + ۰/۸۸X_۴ + ۰/۰۴۵X_۵ \\ & + ۵/۵X_۶ + ۰/۷۶X_{۱۲} \leq ۲۵۵۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M7 محدودیت ماده (۱۶)

$$\begin{aligned} & ۰/۵۸X_۱ + ۳/۱X_۲ + ۱۰/۲X_۳ + ۰/۵۸X_۴ + ۰/۰۳X_۵ \\ & + ۰/۲۲X_۶ + ۰/۷۶X_{۱۲} \leq ۱۶۲۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M8 محدودیت ماده (۱۷)

$$\begin{aligned} & ۰/۱۴۵X_۱ + ۰/۷۷۵X_۲ + ۲/۵۵X_۳ + ۰/۱۴۵X_۴ + ۰/۰۰۷۵X_۵ \\ & + ۰/۰۵۵X_۶ + ۰/۱۹X_{۱۲} \leq ۴۱۲۰۰۰ \end{aligned}$$

M9 محدودیت ماده (۱۸)

$$\begin{aligned} & ۰/۱۴۵X_۱ + ۰/۷۷۵X_۲ + ۲/۵۵X_۳ + ۰/۱۵۵X_۴ + ۰/۰۰۸۵X_۵ \\ & + ۰/۰۵۵X_۶ + ۰/۱۹X_{۱۲} \leq ۴۱۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M10 محدودیت ماده (۱۹)

$$\begin{aligned} & ۰/۲۹X_۱ + ۱/۵۵X_۲ + ۵/۱X_۳ + ۰/۲۹X_۴ + ۰/۳X_۵ + ۰/۱۱X_۶ \\ & + ۰/۳۸X_{۱۲} \leq ۱۱۰۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M11 محدودیت ماده (۲۰)

$$\begin{aligned} & ۲۲۰/۵X_۷ + ۶/۷۵X_۸ + ۱۹۱/۲۵X_۹ + ۳۰۱/۵X_{۱۰} + ۲۲۹۵X_{۱۱} \\ & \leq ۱۶۴۵۰۰۰۰۰ \end{aligned}$$

M12 محدودیت ماده (۲۱)

$$. / 98 X_v + . / 03 X_\lambda + . / 85 X_q + 1 / 34 X_{11} + 10 / 2 X_{11} \\ \leq 720000$$

M13 محدودیت ماده (۲۲)

$$. / 58 X_i + . / 03 X_o + 12 / 75 X_q \leq 550000$$

M14 محدودیت ماده (۲۳)

$$. / 38 X_{1r} \leq 14100$$

(۲۴) محدودیت تقاضا

$$X_1 \geq 1780000$$

$$X_r \geq 150000 \quad (25)$$

$$X_r \geq 4000 \quad (26)$$

$$X_i \geq 96000 \quad (27)$$

$$X_o \geq 750000 \quad (28)$$

$$X_\lambda \geq 18000 \quad (29)$$

$$X_v \geq 480000 \quad (30)$$

$$X_\lambda \geq 1200000 \quad (31)$$

$$X_\lambda \geq 1200000 \quad (31)$$

$$X_q \geq 36000 \quad (32)$$

$$X_{11} \geq 96000 \quad (33)$$

$$X_{11} \geq 5000 \quad (34)$$

$$X_{1r} \geq 36000 \quad (35)$$

(۳۷) محدودیت عرضه

$$X_1 \leq 1776000$$

$$X_r \leq 180000 \quad (38)$$

$$X_r \leq 5000 \quad (39)$$

$X_i \leq 117600$	(40)
$X_o \leq 140000$	(41)
$X_7 \leq 21000$	(42)
$X_v \leq 504000$	(43)
$X_a \leq 1380000$	(44)
$X_g \leq 42000$	(45)
$X_{10} \leq 112000$	(46)
$X_{11} \leq 5500$	(47)
$X_{12} \leq 42000$	(48)

$$d_i, d_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, 9 \quad j = 1, 2, \dots, 12 \quad X_j \geq 0 \text{ integer And}$$

(تعداد تولید محصول j ام در ماه شهریور)

همان طور که ملاحظه می شود مدل مذکور یک مدل برنامه ریزی آرمانی موزون عدد صحیح می باشد [10].

از طریق نرم افزار Lindo مدل حاصل برای تعیین کمیت هر یک از متغیرها حل گردید که جدول (۲) نتایج حاصل را نمایش می دهد.

جدول ۲. نتایج حاصل از حل مدل

مقدار حامل	هدف	انحراف منفی از آرمان	انحراف مثبت از آرمان	محصول
۱/۷۲۶/۴۴۸	سود	۰	۶۶۶۲۱/۵	P1
۱۵۰/۰۰۰	رقابت در بازار	۰	۰/۷۶۹	P2
۴/۰۰۰	کیفیت محصول تولیدی	۰	۷۷۱۹/۷	P3
۹۶/۰۰۰	دسترسی به نیروی کار ماهر	۰	۲۶۱/۵	P4
۸۴۰/۰۰۰	سهولت در حمل و نقل	۴۶۵۶۹۷/۴	۰	P5
۲۱/۰۰۰	دسترسی آسان به مواد اولیه	۱۰۵۸۰۱/۲	۰	P6
۴۸۰/۰۰۰	سهولت تولید	۳۳۹۴۳۸/۵	۰	P7
۲/۱۳۱/۰۰۰	قابلیت نگهداری	۰	۳۸۳/۸	P8
۳۶/۰۰۰	انعطاف پذیری	۱۸۹۳۱۸/۹	۰	P9
۹۶/۰۰۰				P10
۵/۰۰۰				P11
۳۶/۰۰۰				P12

۱۰ - تحلیل یافته های تحقیق

بررسی نتایج حاصل از روش دلفی (پرسشنامه ۱)

عوامل حاصل از پرسشنامه ۱ که بر مبنای روش دلفی استوار بود و به عنوان معیارهای تصمیمگیری نیز تلقی میشدند عبارت بودند از: سود، رقابت در بازار، کیفیت محصول تولیدی، سهولت حمل و نقل، دسترسی به مواد اولیه، سهولت تولید، انعطاف پذیری، دسترسی به نیروی کار ماهر و قابلیت نگهداری.

در مصاحبه با مسئولین شرکت مشخص شد که سودآوری مهمترین عاملی است که منجر به برتری محصولات نسبت به یکدیگر می شود. در اولویت بعدی رقابت در بازار قرار داشت و با توجه به وجود شرکت های متنوع در زمینه تولید محصولات مشابه و روند رو به رشد تأسیس شرکت های رقیب با استفاده از فن آوری پیشرفته و مناسب توسط این گونه شرکت ها طبیعی می نمود که غفلت از آن اثرات جبران ناپذیری را میتواند برای این شرکت به دنبال داشته باشد. در اولویت های بعدی، کیفیت محصول تولیدی، دسترسی به نیروی کار ماهر، سهولت تولید، دسترسی آسان به مواد اولیه، قابلیت نگهداری، انعطاف پذیری و سهولت حمل و نقل قرار داشتند و این طور مشاهده شد که عامل سهولت حمل و نقل از پایین ترین اولویت برخوردار بود. لازم به ذکر است که عوامل سهولت تولید و دسترسی آسان به مواد اولیه دارای یک اولویت بودند و همچنین قابلیت نگهداری و انعطاف پذیری با اختلاف ناچیزی (۰/۰۰۰۱) در اولویت های ششم و هفتم قرار داشتند. در قسمت بعدی رویکرد AHP اولویت بندی محصولات منتخب با توجه به هر عامل به دست آمدند. در این قسمت محصولات به کمک مقایسات زوجی با توجه به هر عامل توسط متخصصین و مسئولین شرکت اولویت بندی گردیدند، که در اکثر اولویت بندی ها محصول P_3 و P_1 در اولویت اول قرار داشت و محصول P_5 در اولویت آخر [10].

جدول شماره ۳. اولویت بندی محصولات نسبت به هر معیار

معیار	سود		دسترسی به نیروی انسانی		دسترسی آسان به مواد اولیه		کیفیت محصول تولیدی		انعطاف پذیری		سهولت تولید		رقابت در بازار		سهولت حمل و نقل		قابلیت نگهداری	
	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه	وزن	تجربه
P1	۷	۰/۰۲۳۹	۳	۱/۳۲	۱	۱/۴۷	۱	۱/۴۵	۱	۰/۹۴	۱	۱/۳۲	۱	۲/۴	۲	۰/۷۲	۲	۰/۰۸
P2	۳	۰/۱۱۴۸	۶	۱/۰۶	۵	۰/۸۷	۶	۱/۰۹	۷	۰/۷	۵	۰/۹۷	۵	۱/۲۷	۳	۰/۶۹	۹	۰/۰۸
P3	۱	۰/۳۷۷۱	۴	۱/۱۹	۲	۱/۱۷	۳	۱/۴	۲	۰/۹۱	۴	۱/۰۲	۲	۱/۵۷	۷	۰/۶۳	۱۲	۰/۰۴
P4	۸	۰/۰۳۳۹	۷	۱/۱	۶	۰/۸۲	۵	۱/۱۵	۶	۰/۷۴	۸	۰/۸	۷	۰/۹۵	۸	۰/۶	۴	۰/۰۸
P5	۱۰	۰/۰۰۲۹	۱۱	۰/۷۷	۱۲	۰/۵۱	۱۰	۰/۸۲	۱۰	۰/۵۳	۱۱	۰/۵۱	۹	۰/۹۲	۱۲	۰/۴۹	۵	۰/۰۸
P6	۱۱	۰/۰۰۲۷	۱	۱/۳۷	۳	۱/۰۸	۲	۱/۳۲	۳	۰/۸۸	۲	۱/۱۴	۴	۱/۴۴	۶	۰/۶۵	۶	۰/۰۸
P7	۹	۰/۰۰۴۷	۹	۰/۸۷	۹	۰/۷۱	۹	۰/۸۵	۸	۰/۶۱	۹	۰/۷۴	۱۰	۰/۸۶	۴	۰/۶۸	۷	۰/۰۸
P8	۱۲	۰/۰۰۳۴	۵	۱/۱۱	۷	۰/۸۱	۷	۱/۰۶	۵	۰/۷۶	۶	۰/۹۲	۶	۱/۱۵	۹	۰/۵۹	۸	۰/۰۸
P9	۵	۰/۰۰۷۷	۲	۱/۳۴	۴	۱/۰۳	۴	۱/۳۶	۴	۰/۸۲	۳	۱/۰۶	۳	۱/۵۱	۵	۰/۶۷	۱	۰/۰۶
P10	۴	۰/۰۰۳۶	۸	۰/۹۶	۸	۰/۸	۸	۱/۰۲	۸	۰/۵۷	۷	۰/۸۱	۸	۰/۹۲	۱۱	۰/۵۱	۱۱	۰/۰۸
P11	۲	۰/۳۳۰۶	۱۲	۰/۶۶	۱۱	۰/۵۴	۱۲	۰/۷۳	۱۲	۰/۴۸	۱۲	۰/۴۹	۱۲	۰/۶۶	۱۰	۰/۵۱	۱۰	۰/۰۸
P12	۶	۰/۰۰۲۵۵	۱۰	۰/۸	۱۰	۰/۵۹	۱۱	۰/۷۵	۱۱	۰/۵	۱۱	۰/۶۲	۱۱	۰/۷۹	۱	۰/۷۳	۳	۰/۰۸

جدول شماره ۴. اولویت بندی معیارها نسبت به یکدیگر

عامل	سود	رقابت در بازار	کیفیت محصول تولیدی	دسترسی به نیروی کار ماهر	سهولت تولید	دسترسی به مواد اولیه	قابلیت نگهداری	انعطاف پذیری	سهولت حمل و نقل
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
وزن	۱۴/۷	۱۴/۴	۱۳/۱	۱۲/۴	۱۰/۴	۱۰/۴	۸/۶	۸/۵	۷/۵

رتبه بندی نهایی محصولات که در اثر تلفیق اولویت بندی محصولات نسبت به هر عامل و اولویت بندی معیارها با یکدیگر ایجاد گردید که در جدول (۳) و (۴) آورده شده است. همان طور که ملاحظه می شود P₃ در اولویت اول قرار دارد. بدین ترتیب محققین به هدف سوم تحقیق که اولویت بندی معیارها و محصولات نسبت به هر عامل بود دست یافتند. [10]

۶) بررسی نتایج تلفیق برنامه ریزی آرمانی و رویکرد AHP برای بهینه سازی ترکیب تولید

همان طور که ملاحظه می شود اولویت بندی محصولات نسبت به معیارها به صورت اوزان نمایان می گردد. این وزن ها به عنوان ضریب متغیرها در هر محدودیت آرمانی که نشانگر یک هدف می باشند قرار داده شدند و در ضمن با استفاده از اوزان حاصل شده از اولویت بندی معیارها در مدل به هر متغیر انحراف، وزن متناظر خویش تخصیص داده شد.

پارامترهای محدودیت های سیستمی نیز با استفاده از مشاهده، مصاحبه، بررسی اطلاعات جمع آوری شده از واحدهای مختلف شرکت به دست آمدند. با مجموع موارد فوق و تعریف متغیرهای عدد صحیح، مدل برنامه ریزی آرمانی موزون عدد صحیح به دست آمد. بدین طریق محققین مدلی را که ترکیب بهینه محصولات را با توجه به اهداف متعدد کمی و کیفی و لحاظ نمودن محدودیت های سیستمی تعیین می نماید، و همچنین حداکثر ارزش ممکنه را با توجه به نظرات مدیران، مسئولین و متخصصین شرکت حاصل می نماید به دست آورد و به این ترتیب به هدف اصلی تحقیق دست یافته شد که به کارگیری تکنیک برنامه ریزی آرمانی همراه با رویکرد AHP جهت بهینه سازی ترکیب تولید بود.

بررسی نتایج مدل تحقیق در مقایسه با برنامه ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP در بهینه سازی ترکیب تولید بررسی می شود. همان طور که بیان شد رویکرد AHP یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است و امکان در نظر گرفتن معیارهای کیفی و ناملموس را، علاوه بر معیارهای کمی در امر تصمیم گیری (بهینه سازی ترکیب تولید) فراهم می نماید و به دلیل برخورداری از یک مبنای تئوریک قوی که براساس اصول بدیهی بنا شده است می تواند در برنامه ریزی آرمانی مورد استفاده قرار گیرد و بدین وسیله اهداف بیشتری در جهت بهینه سازی ترکیب محصولات منتخب لحاظ شود. مدلسازی افته مورد مطالعه با استفاده از برنامه ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP به صورت زیر می باشد.

$$\text{Min } z = p_1(d_1^-) + p_2(d_2^-)$$

Subject to :

1)

$$89X_1 + 427X_2 + 1440X_3 + 89X_4 + 11X_5 + 10X_6 + 92X_7 + 10X_8 + 103X_9 + 125X_{10} + 1230X_{11} + 95X_{12} + d_1^- - d_1^+ = 324087000$$

2)

$$6X_1 + 6X_2 + 3X_3 + 6X_4 + 6X_5 + 6X_6 + 6X_7 + 6X_8 + 6X_9 + 6X_{10} + 6X_{11} + 6X_{12} + d_2^- - d_2^+ = 29018000$$

و سایر محدودیت های سیستمی در مدل تحقیق .

در مدل فوق از دو معیار سود و قابلیت نگهداری به عنوان محدودیت های آرمانی استفاده شده است که برای تعیین ضرایب متغیرها در محدودیت های آرمانی احتیاجی به رویکرد AHP نداشته است. حداقل نمودن انحراف منفی از آرمان سود به عنوان اولویت اول و حداقل نمودن انحراف منفی از آرمان قابلیت نگهداری به عنوان اولویت دوم در نظر گرفته شده است. مدل توسط نرم افزار Lindo حل و در جدول (5) مقایسه نتایج مدل تحقیق و مدل برنامه ریزی

آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP را نشان می دهد. همان طور که ملاحظه می شود در مدل برنامه ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP و مدل تحقیق تأثیر AHP به عنوان رویکردی که قادر است اهداف بیشتری را در امر تصمیم گیری (بهینه سازی ترکیب تولید) لحاظ نماید، نمایش داده شده است .

جدول ۵. مقایسه نتایج حاصل از مدل تحقیق و برنامه ریزی آرمانی بدون استفاده از رویکرد AHP

نتیجه حل مدل برنامه ریزی آرمانی بدون رویکرد AHP (۱)	نتیجه حل مدل تحقیق (۲)	سود واحد	سود کل (۱)	سود کل (۲)	زمان نگهداری واحد	زمان نگهداری کل (۱)	زمان نگهداری کل (۲)
۱۷۲۷۵۸۴	۱۷۲۶۴۴۸	۸۹	۱۵۳۷۵۴۹۷۶	۱۵۳۶۵۳۸۷۲	۶	۱۰۳۶۵۵۰۴	۱۰۳۵۸۶۸۸
۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۴۲۷	۶۴۰۵۰۰۰۰	۶۴۰۵۰۰۰۰	۶	۹۰۰۰۰۰	۹۰۰۰۰۰
۴۰۰۰	۴۰۰۰	۱۴۴۰	۵۷۶۰۰۰۰	۵۷۶۰۰۰۰	۳	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰
۹۶۰۰۰	۹۶۰۰۰	۸۹	۸۵۴۴۰۰۰	۸۵۴۴۰۰۰	۶	۵۷۶۰۰۰	۵۷۶۰۰۰
۸۴۰۰۰۰	۸۴۰۰۰۰	۱۱	۹۲۴۰۰۰۰	۹۲۴۰۰۰۰	۶	۵۰۴۰۰۰۰	۵۰۴۰۰۰۰
۱۸۰۰۷	۲۱۰۰۰	۱۰	۱۸۰۰۷۰	۲۱۰۰۰۰	۶	۱۰۸۰۴۲	۱۲۶۰۰۰
۴۸۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰	۹۲	۴۴۱۶۰۰۰۰	۴۴۱۶۰۰۰۰	۶	۲۸۰۰۰۰۰	۲۸۰۰۰۰۰
۱۳۱۲۰۰۰	۱۳۱۲۰۰۰	۱۰	۱۳۱۲۰۰۰۰	۱۳۱۲۰۰۰۰	۶	۷۸۷۲۰۰۰	۷۸۷۲۰۰۰
۲۶۰۰۰	۲۶۰۰۰	۱۰۳	۳۷۰۸۰۰۰	۳۷۰۸۰۰۰	۱۲	۴۳۲۰۰۰	۴۳۲۰۰۰
۹۶۰۰۰	۹۶۰۰۰	۱۲۵	۱۲۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۶	۵۷۶۰۰۰	۵۷۶۰۰۰
۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۲۲۰	۶۱۵۰۰۰۰	۶۱۵۰۰۰۰	۶	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
۳۶۰۰۰	۳۶۰۰۰	۹۵	۳۴۲۰۰۰۰	۳۴۲۰۰۰۰	۶	۲۱۶۰۰۰	۲۱۶۰۰۰
		جمع کل	۳۲۴۰۸۷۰۴۶	۳۲۴۰۱۵۸۷۲	جمع کل	۲۹۰۰۷۵۴۶	۲۹۰۱۸۶۸۸

۷) بررسی نتایج مدل تحقیقی و برنامه ریزی افته مورد مطالعه جهت تعیین ترکیب محصولات

ترکیب تولید در افته مورد مطالعه بدین صورت تعیین می شود که واحد برنامه ریزی تولید پس از دریافت میزان تقاضا از واحد فروش محصولات شرکت با برگزاری جلسه ای با شرکت برخی مسئولین و متخصصین میزان تولید هر یک از محصولات را برای ماهی که پیش رو است به صورت توافق جمعی تعیین می نماید. اعضا در این جلسه با توجه به برخی از اهداف و وضعیت فعلی شرکت از نظر مواد موجود و توان تولیدی هر یک از محصولات، براساس تجربه خویش به صورت توافقی میزان تولید هر یک از محصولات را تعیین می نمایند. صورت جلسه واحد برنامه ریزی تولید برای ماه شهریور، مقدار تولید هر یک از محصولات منتخب را مشخص می نماید. جدول (۶) مقدار تولید هر یک از محصولات منتخب را که در این صورت جلسه معین گردیده و نتایج حاصل از مدل تحقیق را نمایش میدهد. همانطور که ملاحظه می شود برخی از محصولات در دو روش فوق دارای مقدار تولید متفاوتی می باشند. قبل از اینکه بخواهیم نتایج حاصل از دو روش فوق را با یکدیگر مقایسه نماییم ذکر این نکته ضروری است که در روش برنامه ریزی شرکت، از آمار و ارقام و اطلاعات موجود در واحدهای مختلف شرکت و اطلاعات و نظریات متخصصین و مدیران شرکت جهت تعیین ترکیب

مناسب تولید محصولات بیشتر به صورت تجربی استفاده می شود. ولی در مدل وضع به این صورت نمی باشد، به طوری که با استفاده از تکنیک های مناسب و تلفیق آنها با یکدیگر از اطلاعات داخل شرکت و با ترکیب نظرات گروه تصمیم گیری به صورت مناسبی، تصمیم گیرنده را به هدف سازمان راهنمایی میکند. در مدل از AHP جهت اولویت بندی معیارهای موثر بر اولویت بندی محصولات که بر تعداد تولید محصولات موثر است و اولویت بندی محصولات نسبت به هر معیار استفاده شده است. با استفاده از این روش محصولات به صورتی مناسب و منسجم نسبت به یکدیگر مقایسه می گردند و در این میان از نظرات گروه تصمیم گیری نیز به صورتی مناسب و منطقی استفاده می گردد.

در ضمن اطلاعات مورد استفاده نیز با نظرات گروه تصمیم گیرنده هماهنگ بوده و همخوانی دارد. اطلاعات داخلی شرکت مانند مصرف مواد، مقدار موجودی، توان تولیدی و ... نیز با استفاده از معادلات یا نامعادلات ریاضی به صورت دقیق مورد توجه تصمیم گیرنده قرار داشته و به صورتی مناسب از طریق حل مدل در نظر گرفته شده و مدل به بهترین جواب خواهد رسید، به طوری که به کمترین انحراف از آرمان دست یابد [10].

جدول (۶) تعداد تولید هر محصول با توجه به صورت جلسه واحد برنامه ریزی و تعداد تولید

حاصل از حل مدل تحقیق

تعداد تولید (مدل تحقیق)	تعداد تولید (صورت جلسه تولید ماه شهریور)	محصول
۱۷۲۶۴۴۸	۱۷۲۲۰۰۰	P1
۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	P2
۴۰۰۰	۴۰۰۰	P3
۹۶۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	P4
۸۴۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰	P5
۲۱۰۰۰	۲۰۰۰۰	P6
۴۸۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰	P7
۱۳۱۲۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰	P8
۳۶۰۰۰	۳۶۵۰۰۰	P9
۹۶۰۰۰	۹۶۰۰۰	P10
۵۰۰۰	۵۰۰۰	P11
۳۶۰۰۰	۳۶۵۰۰	P12

تفاوت های حاصل درخصوص مقایسه میزان انحرافات نیز در جدول (۷) آورده شده است. همان طور که از مشاهده جدول (۷) نمایان است استفاده از مدل تحقیق منجر به لحاظ اهداف بیشتری شده است و توانسته که به انحرافات نامساعد کمتری نسبت به روش رایج شرکت دست یابد. در انتها نیز بایستی به استفاده از نظرات گروه و نحوه ترکیب آنها اشاره نمود که با استفاده از طراحی پرسشنامه ای مناسب محققین به این مهم دست یافتند. همان طور که اشاره

شد مقایسات زوجی همواره نمی تواند توسط تصمیم گیرنده به راحتی صورت گیرد و ارجحیت مناسب در مقایسه دو عنصر لحاظ گردد .

جدول (۷) مقایسه انحرافات حاصل از نتایج روش شرکت و مدل تحقیق

انحراف از آرمان λ_i	نتایج حاصل از روش جاری شرکت	نتایج حاصل از مدل تحقیق
d_1^-	۱۱۵۲۶۵*ن	.
d_1^+	.	۰/۷۷ ن
d_2^-	۵۲۲۶۳۰ ن	۴۶۵۶۹۷ ن
d_2^+	.	.
d_3^-	۸۱۵۰۰۰ ن	.
d_3^+	.	۵۸۳/۸
d_4^-	۹۳۰۱۵ ن	.
d_4^+	.	۷۷۱۹/۷
d_5^-	.	.
d_5^+	۶۴۱۴۶۰	۶۶۶۶۲۱/۵
d_6^-	۱۰۱۱۳۰ ن	.
d_6^+	.	۲۶۱/۵
d_7^-	۱۷۹۹۵۰ ن	۱۰۵۸۰۱/۲ ن
d_7^+	.	.
d_8^-	۲۵۸۹۸۱ ن	۱۸۹۲۱۸/۹ ن
d_8^+	.	.
d_9^-	۴۱۹۸۵۰ ن	۳۳۹۴۳۸/۵ ن
d_9^+	.	.
جمع کل	۱۸۶۴۳۶۱ ن	۴۲۴۹۷۰ ن

* «ن» به معنای نامطلوب (نامساعد) است.

۸) نتیجه گیری

با توجه به لزوم استفاده از یک ابزار مناسب جهت تصمیم گیری در محیط پیچیده پیرامون ما این تحقیق انجام پذیرفت که هدف اصلی آن ارائه یک مدل مناسب برای تصمیم گیری (بهینه سازی ترکیب تولید) بوده که برای دستیابی به این

مهم از دو روش فرایند سلسه مراتبی تحلیل (AHP) و برنامه ریزی آرمانی موزون (WGP) استفاده گردید . به طوری که با استفاده از نقاط قوت و رفع کاستی های هر دو ابزار، مدلی با تلفیق آنها به دست آمد. که قادر است علاوه بر در نظر گرفتن اهداف کیفی و کمی (با بهره گیری مناسب از نظرات گروه متخصصین) و محدودیت های سیستمی، ترکیب بهینه تولید را به دست آورد و به طور خلاصه می توان چنین گفت که به طور منطقی در نظر گرفتن اهداف متعدد موجود در یک مسئله بر در نظر گرفتن یک یا تعداد اهداف کمتر و همچنین تصمیم گیری ساختارمند و منظم در مقایسه با تصمیم گیری هایی بدون ساختار و تا حدی ذهنی ارجحیت دارد [10].

منابع

- ۱- جبل عاملی، محمد سعید ، ((کاربرد برنامه ریزی آرمانی در برنامه ریزی تولید انبوه)) ، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی :آریانزاد، میربهادر قلی، دانشگاه اه تربیت مدرس، ۱۳۶۹ .
- ۲- دارابی، هوشنگ ، ((تصمیم گیری به کمک AHP)) ، مجله مهندسی صنایع سال اول شماره ۳ .
- ۳- دارابی، هوشنگ ، ((AHP و جایگاه استفاده از آن)) ارائه شده در دومین همایش دانشجویی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی . شریف، ۱۳۷۳
- ۴- ساعتی، توماس . ال ((تصمیم سازی برای مدیران)) ترجمه توفیق، علی اصغر، انتشارات سازم ان مدیریت صنعتی، چاپ ، اول، ۱۳۷۸.
- ۵- فرزاد، فرحناز ((کاربرد تکنیک های تحقیق در عملیات در انتخاب نوع محصول برای برنامه ریزی صنایع دارویی ایران)) پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی : فاطمی قمی، محمדתقی، دانشگاه تربیت مدرس ، ۱۳۸۳
- ۶- فردریک، س . هیلیر و جرالده، ج . لیبرمن ((برنامه ریزی خطی)) ترجمه مدرس، محمد و آصف وزیری، اردوان، نشر تندر، چاپ هشتم ۱۳۷۸
- ۷- قدسی پور، سیدحسن ((فرایند تحلیل سلسله مراتبی)) مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول ۱۳۷۹
- ۸- نیکجو ، محمدمامیر ((کاربرد روش های TOPSIS فازی و برنامه ریزی آرمانی برای ارزیابی و انتخاب یک سیستم ERP مناسب)) ، نخستین کنفرانس بین المللی مدیریت زنجیره ی تامین و سیستم های اطلاعات ، ۱۳۸۶
- ۹- سیفی ، عباس . بهاری ، آرمان ((بررسی مدل برنامه ریزی آرمانی فازی و کاربردهای آن)) یازدهمین کنفرانس سیستم های فازی ایران ۱۳۹۰

۱۰- قراگوزلو، علیرضا. برزگر، مجید ((برنامه ریزی آرمانی جهت بهینه سازی ترکیب تولید با AHP))

۱۱- لطفی، محمد رضا و همکاران ((مدل ترکیبی تاپسیس فازی و برنامه ریزی آرمانی برای انتخاب تأمین کننده و تخصیص سفارشات)) فصلنامه مدیریت صنعتی آزاد سنندج زمستان ۱۳۹۱

تعریف MCDM

فرایندهای تصمیم‌گیری چند معیاره شامل یک زنجیره از مراحل است: شناسایی مشکل، ارزیابی راه حل‌ها و مشخص کردن بهترین راه حل (Simon 1977; Keeney and Raiffa 1993; Kleindorfer 1993) به طور کل سه نوع از تحلیل رسمی برای حل مشکلات تصمیم‌گیری می‌توان به کار برد. (Bell, Raiffa & Tversky 1978; Kleindorfer et al 1993)

۱- تحلیل توصیفی، به مشکلاتی که تصمیم‌گیرنده به طور واقعی حل می‌کند، مربوط می‌شود.

۲- تحلیل تجویزی، روش‌هایی که تصمیم‌گیرنده برای بهبود تصمیمات خود باید از آنها استفاده کند، را بررسی می‌کند.

۳- تحلیل اصولی، بر مشکلاتی که تصمیم‌گیرنده در حالت ایده آل باید بر آنها نظارت کند، تمرکز دارد.

وقتی که مشکلات تک معیاره بررسی می‌شوند تصمیم‌گیری به شدت ادراکی است، در حالی که ما به راه حل با اولویت بندی نیاز داریم. هرچند وقتی که تصمیم‌گیرنده راه حل‌ها را با چند معیار ارزیابی می‌کند، بسیاری مشکلات مثل وزن هر معیار، اولویت وابستگی و تضاد بین معیارها ظاهر می‌شود و غلبه بر آنها به روش‌های پیشرفته نیاز دارد. به عبارت دیگر برای مقابله با مشکلات تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) در قدم اول باید فهمید چقدر صفات یا معیار در مشکلات موجود است و چطور راه مشکل را بیابیم (مثل شناسایی مشکل) سپس ما به داده‌ها یا اطلاعات مناسب که در آن اولویت‌های تصمیم‌گیرنده می‌تواند به طور صحیح منعکس و رسیدگی شود نیاز داریم (مثل

اولویت بندی). کار بیشتر مجموعه ای از پیشنهادات و استراتژی‌های ممکن را ایجاد می‌کند به عبارت دیگر تحقق اهداف را ضمانت می‌کند. (مثل ارزیابی پیشنهادات)

قدم بعدی انتخاب یک روش مناسب برای کمک به ما برای ارزیابی و برتری یا بهبود پیشنهادات ممکن است (مثل یافتن و تعیین بهترین پیشنهاد)

برای تسهیل تحقیق سیستماتیک در زمینه mcdm (Hwang&yoon(1981) پیشنهاد داده‌اند که مشکلات mcdm می‌تواند به دو گروه اصلی تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه (MADM) تصمیم‌گیری‌های چند هدفه (MODM) بر پایه اهداف و انواع داده‌های مختلف دسته بندی شود. اولی در شکل ارزیابی که معمولاً مربوط به یک تعداد محدود پیشنهادات از قبل تعیین شده و اولویت بندی مجزا است، به کار برده می‌شود. دومی به خصوص در شکل طراحی/ برنامه ریزی که برای تحقق اهداف بهینه به وسیله بررسی انواع عمل متقابل با توجه به محدودیت‌ها مناسب است. هرچند MCDM مرسوم فقط مشکلات واضح تصمیم را بررسی می‌کند و فاقد یک الگوی کلی برای مشکل خاص در دنیای واقعی است مثل تصمیمات گروه و مرجع نامشخص.

بنابراین بیشتر مشکلات MCDM به طور طبیعی به عنوان مشکلات فازی باید در نظر گرفته شود. (Zadeh,1965;Bellman and Zadeh 1970) که از اهداف، ابعاد و راه حل‌های / استراتژی ممکن تشکیل شده است. به طور خاص ما می‌توانیم مشکلات Mcdm را در محیط فازی به دو طبقه ۱- تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (FMADM) ۲- تصمیم‌گیری چند هدفه فازی (FMODAM) بر اساس مفاهیم MADM و MODM تقسیم بندی کنیم.

توسعه تاریخی تصمیم‌گیری چند معیاره

مبدا تاریخی MADM را می‌توان از مکاتبات بین Nicolas Bernolli(1687-1759)&Pierre Remond de Montmort(1678-1719) که درباره پارادوکس سنت پترزبورگ بحث می‌کند، دنبال کرد. بازی سنت پترزبورگ این مشکل را معنی می‌کند:

یک بازی که بوسیله ضربه زدن به یک سکه متوسط تا زمانیکه به پشت می‌آید، و تعداد نهایی ضربه‌ها سکه‌ها، n ، جایزه را مشخص می‌کند که برابر با $2 \times n$ دلار است. اگر سکه در دفعه اول به رو آید ضربه تکرار می‌شود. مشکل اینجاست که چقدر شما مایل به پرداخت برای این بازی هستید؟

بر طبق تئوری ارزش مورد انتظار این می‌تواند محاسبه شود با $EV = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n \times 2n$ و ارزش مورد انتظار به بی نهایت خواهد رفت. هرچند این نتیجه به وضوح در برابر رفتار انسان انتظار می‌رود تا آنجایی که هیچ کس حاضر به پرداخت بیش از 1000 دلار برای این بازی نیست. جواب پارادوکس سنت پترزبورگ غیر قابل دسترس بود تا اینکه $Daniel Bernoulli (1700-1782)$ تحقیق موثرش را در مورد تئوری منفعت در سال 1738 منتشر کرد. تمرکز ما بر این است که تصمیم‌گیری افراد بر اساس ارزش مورد انتظار نیست بلکه بر اساس تئوری منفعت می‌باشد. مفهوم ارزش سود این است که افراد راه‌حلی با بیشترین ارزش سود هنگام مواجهه با مشکلات MADM را انتخاب می‌کنند.

در 1947 ، $Morgenstern$ و $Von Neumann$ کتاب مشهورشان تئوری بازی‌ها و رفتار اقتصادی برای فهمیدن یک تئوری ریاضی از اقتصاد و سازمان‌های اجتماعی بر پایه تئوری بازی را چاپ کردند. به راستی شکی نیست که کار بزرگ $Morgenstern$ و $Von Neumann$ درهای بسیاری بر روی MADM گشود. روش‌های برای مقابله با مشکلات MADM را به طور کلی می‌توان به تئوری چندگانه سود (MAUT) و روش‌های برتری تقسیم کرد.

به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد MODM مرسوم مشکلات نامشخص ذهنی را رد می‌کند. اهداف و محدودیت‌ها ممکن است شامل متغیرهای زبان شناختی و فازی باشند. ارقام فازی باید به MODM برای مقابله با مشکلات گسترده‌تر یکی گردد. بعد از اینکه $Bellman \& Zadeh (1970)$ مفهوم تصمیم‌گیری در محیط‌های فازی را ارائه دادند، آثار برجسته بسیاری مطالعات برنامه ریزی خطی هدف چندگانه فازی (FMOLP) را هدایت کرد مثل، $Hwan \& Yoon (1981)$ و $Zimmerman (1978)$ و $Lee \& Li (1993)$.

FMOLP اهداف و محدودیت‌ها را به عنوان یک مجموعه از فازی با توجه به تابع عضویت خطی افرادشان فرموله می‌کند. این مجموعه تصمیم بوسیله اشتراک همه مجموعه‌های فازی و محدودیت‌های سخت مربوط به آن تعریف

شده است. یک راه حل واضح بوسیله انتخاب جواب بهینه حاصل می شود، به طوریکه بالاترین درجه عضویت در مجموعه تصمیم را دارد. (Gwo-Hshiong Tzeng & Jih-jeng Huang)

مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود. مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می‌روند. در MADM معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند.

۱- مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (Making Multiple Objective Decision)

در این مدل‌ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می‌شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه برنامه‌ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Cooper & Charns ارائه شده است.

۲- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (Making Multiple Attribute Decision)

در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد. در پایان نامه‌های مدیریت بیشتر بر این مدل تاکید می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی AHP و مدل ANP نیز از نوع مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه هستند. (سایت پایگاه علمی - پژوهشی پارس مدیر)

مدیریت استراتژیک

واژه استراتژی از کلمه یونانی Stratego مرکب از Straeos به معنی ارتش و Ego به معنی رهبر گرفته شده است (کیانی، ۱۳۸۱) بر اساس تعریف پیتر و نیچز استراتژی به زبان خیلی ساده رساندن سازمان از وضعیت فعلی به وضعیت ایده‌آل (مورد نظر) می‌باشد. کوازادا بر این باور است که استراتژی رابطه میان وسیله و هدف است. (پهلوانیان، ۱۳۸۵) امروزه در قرن بیست و یکم اغلب سازمان‌های دولتی و غیر دولتی مدیریت استراتژیک را به کار می‌برند (وانتینن، ۲۰۰۹) پارادایم‌های نوین و سنتی در کنار یکدیگر به کار گرفته می‌شود و این زمانی است که چگونگی به دست آوردن مزیت رقابتی در یک شرکت خاص مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (ریتالا، ۲۰۱۰).

می‌توان مدیریت استراتژیک را بدین گونه تعریف کرد: هنر و علم تدوین، اجرا و ارزیابی تصمیمات و وظیفه‌ای چندگانه که سازمان را قادر می‌سازد به هدف‌های بلندمدت خود دست یابد. همان گونه که از این تعریف استنباط می‌شود در مدیریت استراتژیک برای کسب موفقیت سازمانی بر چندین عامل تاکید می‌شود: هماهنگ کردن مدیریت، بازاریابی، امور مالی (حسابداری)، تولید (عملیات)، تحقیق و توسعه و سیستم‌های اطلاعات رایانه‌ای.

مدیریت استراتژیک شامل سه مرحله می‌شود: تدوین استراتژی‌ها، اجرای استراتژی‌ها و ارزیابی استراتژی‌ها. مقصود از تدوین استراتژی این است که مأموریت شرکت تعیین شود، شناسایی عواملی که در محیط خارجی، سازمان را تهدید می‌کنند یا فرصت‌هایی را به وجود می‌آورند، شناسایی نقاط قوت و ضعف داخلی سازمان، تعیین هدف‌های بلندمدت، در نظر گرفتن استراتژی‌های گوناگون و انتخاب استراتژی‌های خاص جهت ادامه فعالیت.

اغلب اجرای استراتژی‌ها را مرحله عملی مدیریت استراتژیک می‌نامند. مقصود از اجرای استراتژی‌ها این است که کارکنان و مدیران بسیج شوند و استراتژی‌های تدوین شده را به مرحله عمل درآورند. موفقیت مرحله اجرایی استراتژی بدین امر بستگی دارد که مدیران بتوانند در کارکنان خود انگیزه ایجاد نمایند و این نوعی هنر است. در مدیریت استراتژیک ارزیابی استراتژی‌ها آخرین مرحله به حساب می‌آید. برای ارزیابی استراتژی‌ها سه فعالیت عمده به شرح زیر انجام می‌شوند:

۱- بررسی عوامل داخلی و خارجی که پایه و اساس استراتژی‌های کنونی قرار گرفته‌اند.

۲- محاسبه و سنجش عملکردها

۳- اقدامات اصلاحی

در یک سازمان بزرگ فعالیت‌هایی که در زمینه تدوین، اجرا و ارزیابی استراتژی‌ها انجام می‌شود در سه سطح از مدیریت (سلسله مراتب) انجام می‌گیرد. آنها عبارت‌اند از سطح کل شرکت، سطح بخش یا واحد استراتژیک و سطح وظیفه‌ای.

پیتر دراگر می‌گوید، کار اصلی مدیریت استراتژیک این است که از زاویه ماموریت شرکت به سازمان نگاه کند: یعنی، مطرح کردن این پرسش، « که کار اصلی ما چیست؟ » باعث می‌شود که هدف‌هایی تعیین گردند، استراتژی‌ها تدوین شوند و تصمیماتی امروز گرفته شود که نتیجه‌های آن فردا به دست می‌آید، تردیدی نیست که این کار باید به وسیله بخشی از سازمان انجام شود که می‌تواند با دیدی گسترده به کل سازمان نگاه کند، بتواند بین اهداف و نیازهای امروز و نیازهای فردا توازن و تعادل برقرار کند و نیز بتواند منابع انسانی و مالی را به گونه‌ای تخصیص دهد که به نتایج اصلی و مورد بینجامند. (Fred r.david,1997)

اصطلاحات کلیدی در مدیریت استراتژیک

استراتژیست‌ها افرادی هستند که مسئول موفقیت یا شکست سازمان می‌باشند. به اعتقاد فرای و سری و استوا در هر سازمان استراتژیست‌ها عهده دار سه مسئولیت اصلی هستند: ایجاد یک بستر برای تغییر، ایجاد تعهد و احساس مالکیت و ایجاد توازن بین ثبات و نوآوری.

بیانیه‌های ماموریت سندی است که یک سازمان را از سایر سازمان‌ها متمایز می‌سازد و نشان دهنده طیف فعالیت از نظر محصول و بازار می‌شود. رسالت یا ماموریت سازمان نموداری است که مسیر آینده سازمان را مشخص می‌نماید.

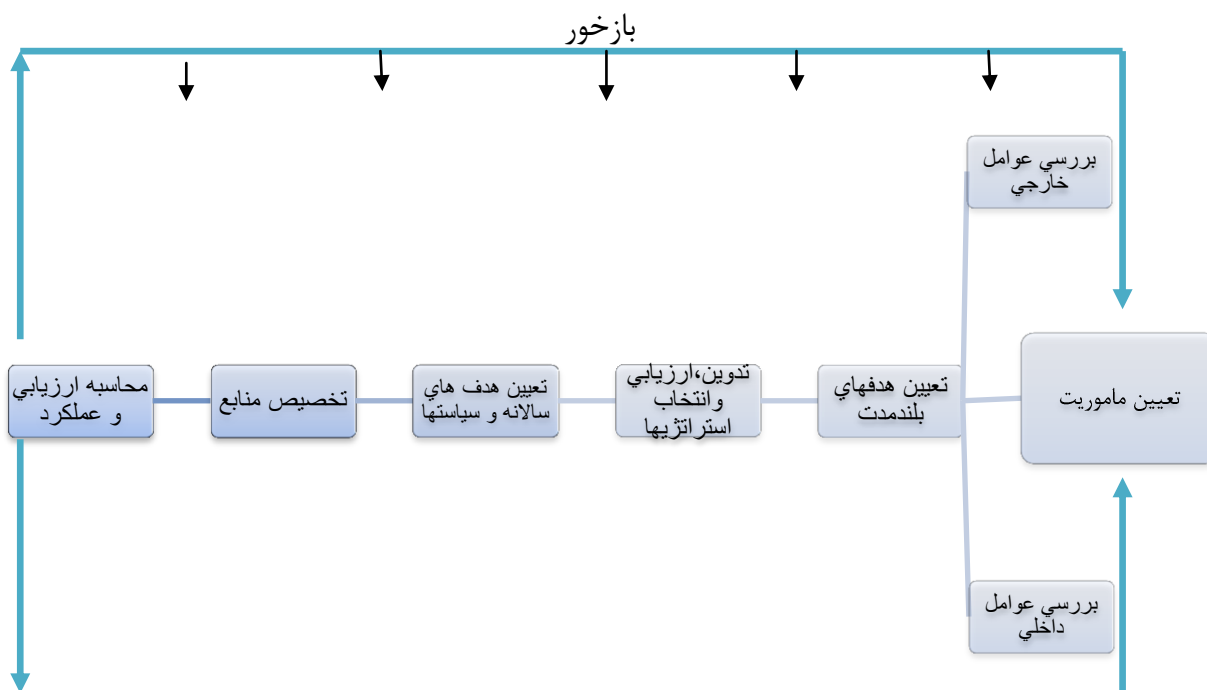
فرصت‌ها و تهدیدات خارجی رویدادها و روندهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیطی، دولتی فن‌آوری و رقابتی است که می‌تواند به میزان زیادی در آینده سازمان منفعت یا زیان برسانند و به میزان زیادی خارج از کنترل یک سازمان است.

استراتژی‌ها ابزاری که سازمان می‌تواند بدان وسیله به هدف‌های بلندمدت خود دست یابد.

اهداف سالانه هدف‌های کوتاه مدت هستند که شرکت برای رسیدن به هدف‌های بلند مدت باید به آنها دست یابد.

سیاست‌ها ابزاری هستند که بدان وسیله می‌توان به هدف‌های سالانه دست یافت. مقصود از سیاست، رهنمودها، مقررات و رویه‌هایی است که شرکت برای دست یابی به هدف‌های اعلان شده رعایت می‌کند.

نمودار ۱- الگوی جامع مدیریت استراتژیک



Fred R. David, how companies define their mission, long Range

Planning22(june1988)

یکی از ابزارهای مدیریت استراتژیک که در چند سال اخیر به صورت قابل توجهی استفاده شده است کارت امتیازی متوازن (BSC) است. کارت امتیازی متوازن اولین بار در سال ۱۹۹۲ توسط کاپلان و نورتن در مجله هاروارد بیزینس ریویو معرفی گردید. آنها نتیجه مشاهدات خود را در تحقیقی تحت عنوان «اندازه‌گیری عملکرد در سازمان آینده» (که در سال ۱۹۹۰ صورت گرفته بود) و به نام کارت امتیازی متوازن معرفی کردند. نتایج این تحقیق نشان دهنده میل به جایگزینی شاخص‌های مالی با برخی شاخص‌های غیرمرتبط با حوزه مالی که بعدها شاخص‌های غیرمالی نامیده شد، بود. کارت امتیازی متوازن در سال ۱۹۹۲ صرفاً یک سیستم اندازه‌گیری بود که شاخص‌های مالی را در کنار شاخص‌های غیرمالی قرار می‌داد. چهار جنبه اندازه‌گیری در این مدل عبارتند از: مالی، مشتریان، فرایندهای داخلی و رشد و یادگیری. در سال ۱۹۹۶، کارت امتیازی متوازن به ابزاری مدیریتی تبدیل شد و شاخص‌ها با استفاده از روایت علت و معلولی با هم مرتبط شدند. بدین ترتیب شاخص‌های مالی، خروجی نهایی

سیستم بوده که نشان‌دهنده نتایج مالی هستند که منجر به رشد و ارتقای سازمان در بلندمدت می‌شوند. امروزه کارت امتیازی متوازن بعنوان یک سیستم یادگیری و مدیریت استراتژیک شناخته شده که بر پایه اهداف جامع شرکت، ایجاد ارزش در بلندمدت را مدنظر قرار می‌دهد. هسته اصلی کارت امتیازی متوازن توسط چشم‌انداز و استراتژی شکل می‌گیرد. این دو در واقع پایه‌ای جهت تشکیل چهار جنبه کارت امتیازی متوازن هستند و نتایج مالی زمانی بدست می‌آیند که تلاش‌های سازمان در سه حوزه دیگر بخوبی هدایت شود رویکرد کارت امتیازی متوازن، با نگرش از چهار وجه مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی و یادگیری و رشد به دنبال ایجاد توازن بین اهداف مالی به عنوان نتیجه عملکرد گذشته سازمان در دو وجه مشتری و فرآیندهای داخلی و اهداف وجوه دیگر است. بدین ترتیب توازن بین شاخص‌های گذشته نگر (شاخص‌های مالی) و شاخص‌های آینده نگر (شاخص‌های سه وجه دیگر) ایجاد می‌گردد. عملکرد یادگیری و رشد که بیانگر قابلیت‌های سازمان در سه حوزه نیروی انسانی، سیستم‌های اطلاعاتی و دستورالعمل‌ها و رویه‌های سازمانی است. به عنوان عامل و تعیین کننده عملکرد سازمان در دو وجه مشتری و فرآیندهای داخلی مورد نظر است. این رویکرد تأکید خاصی بر روابط علت و معلولی بین شاخص‌ها که از وجه یادگیری و رشد شروع و به ترتیب از وجوه فرآیندهای داخلی، مشتری و مالی می‌گذرد، وارد و مجموعه زنجیره شاخص‌های بهم پیوسته را به عنوان مهم ترین عنصر سیستم ارزیابی عملکرد سازمان تصویر می‌کند.

(Bontic, N.; Dragonetti, N.C.; Jacobsen, K. & Roos, G1999.)

Mcdm و مدیریت استراتژیک

تصمیم‌گیری یکی از وظایف اصلی مدیران می‌باشد. این موضوع آنقدر اهمیت پیدا می‌کند که برخی مدیریت را به مفهوم تصمیم‌گیری لحاظ می‌کنند.

مدیریت استراتژیک ابتدا با تحلیل مسائل پیرامون محیط داخلی و خارجی سازمان، شکل می‌گیرد و پس از پیشنهاد استراتژی‌ها و راهبردهای ممکن و تحلیل آنها، یک یا چند راهبرد بهینه انتخاب می‌شود.

برای تدوین استراتژی با مقایسه عوامل داخلی و خارجی سازمان استراتژی‌های امکان‌پذیر را شناسایی می‌نمایند. مدیران و کارکنانی که در تجزیه و تحلیل استراتژی‌ها و مرحله‌گزینه‌ها مشارکت می‌کنند انواع

استراتژی‌ها را پیشنهاد می‌کنند. هر استراتژی دیگری که در نتیجه مقایسه عوامل داخلی و خارجی مطرح شود به فهرست پیشنهادها اضافه می‌شود و مشارکت کنندگان در این بررسی‌ها می‌توانند استراتژی‌ها را اولویت بندی نمایند که در نتیجه بهترین استراتژی‌ها که دارای بالاترین اولویت می‌شوند مشخص می‌گردند. علاوه بر استراتژی‌هایی که با تعیین اولویت مشخص می‌شوند، یک روش تحلیلی دیگر هم وجود دارد که بدان وسیله جذابیت نسبی استراتژی‌ها را مشخص می‌کند. این روش را ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی می‌نامند و در مرحله سوم برای تدوین استراتژی‌ها به عنوان یک چارچوب تحلیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

(Fred r.david,1997)

همیشه انتخاب، مساله مهمی در مدیریت محسوب می‌شود. انتخاب هدف، انتخاب کارکنان، انتخاب تامین کنندگان، انتخاب مشاوران و بسیاری از انتخاب‌های مدیریت مستلزم، دانش کافی مدیر به محیط شرکت یا سازمان و تسلط وی بر روش‌های انتخاب می‌باشد. اساس مبحث تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، بر انتخاب و روش‌های انتخاب استوار است و ابزارهای برنامه‌ریزی استراتژیک نهایتاً به جدول انتخاب راهبردها یا QSPM ختم می‌شود. مدیری که به ابزارهای برنامه‌ریزی استراتژیک دسترسی دارد می‌تواند به راحتی از آنها در حل مسائل تصمیم‌گیری‌های چند معیاره کمک بگیرد. یکی از ابزارهایی که می‌تواند در مباحث برنامه‌ریزی استراتژیک و تصمیم‌گیری‌های چند معیاره مورد استفاده قرار گیرد، ماتریس تصمیم‌گیری است. شاخص‌ها در این ماتریس در ستون‌ها و گزینه‌ها در سطرها قرار می‌گیرند. البته این ماتریس، ابزاری پایه‌ای در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره می‌باشد و در نهایت تصمیم‌گیری با روش‌های دیگری انجام می‌شود. پس با این اوصاف ارتباط تنگاتنگ برنامه‌ریزی استراتژیک در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره کاملاً واضح است. البته برخی از صاحب‌نظران این دو مقوله را از هم جدا فرض کرده و ابراز می‌کنند که برنامه‌ریزی استراتژیک، در سطح تعیین و مشخص نمودن راه و مسیر پیش روی سازمان یا شرکت بکار می‌رود در حالی که تصمیم‌گیری چند معیاره، برای اتخاذ تصمیم مناسب و بهینه از مسائل اغلب کوتاه مدت سازمان بکار می‌رود.

هیچگاه تمامی گزینه‌های استراتژیک به طور یکسان مورد توجه استراتژیست‌های سازمان قرار نخواهد گرفت، زیرا از میان راه‌های عملی قابل اجرا، باید مجموعه‌ای از استراتژی‌های مناسب و قابل اجرا مورد توجه قرار گیرند؛ انتخاب

استراتژی‌های متناسب وظیفه ای دشوار است زیرا باید ابعاد و معیارهای زیادی را به طور هم زمان در انتخاب استراتژی‌ها لحاظ نمود (Fred r.david,1997). به عبارت دیگر در هنگام طراحی و شکل‌گیری استراتژی، شناسایی تمامی طرح‌های امکان پذیر میسر نیست. بنابراین طراحی استراتژی مبتنی بر اطلاعات کاملاً کلی درباره مجموعه ای از گزینه‌ها صورت می‌گیرد. هنگامی که در تحقیق گزینه‌های مشخص‌تری کشف شد، اطلاعات دقیق‌تری فراهم می‌گردد که ممکن است در انتخاب‌های اولیه استراتژی تردید ایجاد کند. لذا باید با روش‌های مناسب، بهترین گزینه‌ها را شناسایی و انتخاب نمود. (احمدی، ۱۳۸۲)

روش‌های تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه که به فرآیند تصمیم‌گیری با حضور شاخص‌های چندگانه و حتی متضاد می‌پردازند، قادرند بهترین حالت را با حضور انواع شاخص‌ها برای مسئله تصمیم در نظر گیرند (اصغری‌پور، ۱۳۷۷). از سوی دیگر هنگامی که یک مسئله تصمیم شامل چندین تصمیم‌گیرنده با تمایلات متفاوت، ناشی از ایده‌ها و نظرات، ارزش‌ها، اهداف و نقش‌های سازمانی آنها می‌باشد، تصمیم‌نهایی نتیجه تعامل تمایلات و برتری‌های افراد است و همین ایده‌های متفاوت بر تغییر و تحول فرآیند تصمیم‌گیری به گونه‌ای که از ابتدا مدنظر نبوده، تاثیر می‌گذارد.

به دلیل آنکه شاخص‌های متعددی در منابع گوناگون برای ارزیابی استراتژی‌ها معرفی شده‌اند و از سوی دیگر تنها با یک تصمیم‌گیرنده جهت انتخاب استراتژی‌ها مواجه نیستیم، روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری فراهم می‌آورد. (leyva,j.fernandez,03)

منابع

- احمدی، علی، نگرشی جامع بر مدیریت استراتژیک، انتشارات تولید دانش، تهران، ۱۳۸۱
- اصغری‌پور، محمد جواد، تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۷۷
- پهلوانیان، تجربه‌ای موفق از کاربرد مدیریت رهبری، یزد، نشر نیکو روش، ۱۳۸۵
- فرد آر. دیوید، مدیریت استراتژیک، ترجمه پارسایان، علی و اعرابی، محمد، پژوهش‌های فرهنگی، تهران، ۱۳۷۹

کیانی، فرایند برنامه ریزی استراتژیک، تهران، مجله تدبیر، (۱۳۸۱، ۱۲۱)

Bontic, N.; Dragonetti, N.C.; Jacobsen, K. & Roos, G.(1999) "The Knowledge Toolbox: A Review of The Tools Available to Measure and Manage Intangible Resource", European Management Journal, 17(4), 391-402.

Gwo-Hshiung Tzeng&Jih- jeng Huang, June 22, 2011 "Multiple Attribute Decision Making" Method And Application

Leyva, J. Fernandez, A New Method for Group Decision Support Based on Electre Methodology, 2009

Paavo Ritala, Competitive Advantage in Interfirm Cooperation: Old and New Explanation, Competitiveness Review, An International Business Journal Vol. 20 No. 5, pp 367-383, 2010

Marika Vanttinen, Strategy Process as an Innovative Learning Environment Management Decision, Vol. 47, No. 5, pp 778-791, 2009

مقدمه

تصمیم‌گیری یکی از اساسی‌ترین موضوعاتی است که همواره بشر حتی در زندگی روزمره خود با آن رو به رو است. در واقع تصمیم‌گیری به چگونگی انتخاب بهترین گزینه‌های ممکن می‌پردازد به طوری که گزینه منتخب بتواند بیشترین سود و موفقیت را به همراه داشته باشد. با توجه به محدود بودن منابع سازمانی و فضای رقابتی حاکم بر صنعت در جهان امروز، اتخاذ تصمیم‌های درست و به موقع منجر به تحقق اهداف استراتژیک و در نهایت تحقق چشم‌انداز سازمانی شوند بسیار مهم است. از این رو تصمیم‌گیرندگان در صنعت که تحت عناوین، مدیر عامل، رئیس شرکت، مدیر استراتژیک، مدیر تولید و غیره هستند، به دنبال راهکارهایی می‌گردند که بتوانند کمک کنند تا بهترین تصمیم و گزینه را اتخاذ نمایند. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) از جمله روش‌هایی هستند که هر روزه بر میزان و گستره استفاده از آنها در صنعت افزوده می‌شود. یکی از صنایعی که تصمیم‌گیری می‌تواند نقش مهمی در مدیریت آن داشته باشد حمل و نقل است که مدیریت حمل و نقل فرایندی است که به تصمیم‌گیری درباره سیاستها و برنامه‌های حمل و نقل منجر می‌شود. هدف از فرآیند تصمیم‌گیری در حمل و نقل، تهیه اطلاعات موردنیاز برای تصمیم‌گیری درباره زمان و مکان اصلاحاتی است که باید در سیستم حمل و نقل ایجاد شود تا سفر و الگوهای توسعه زمینی، هماهنگ با اهداف و مقاصد جامد ترفیع و بهبود یابند.

تصمیم‌گیری چند معیاره (Multiple Criteria Decision Making)

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM به دو دسته‌ی عمده مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه MODM و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM تقسیم می‌شود. در حالت کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد :

الف - تبدیل معیارهای کیفی به کمی

ب - بی‌مقیاس کردن معیارها

ج - تعیین وزنهای نسبی معیارها

چگونگی تحلیل

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می‌توان گفت مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می‌باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف

۲. تصمیم‌گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم‌گیران

۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی

۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذینفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود.

مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه "MCDM" منظور از معیار شاخص باشد آنرا به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه یا MODM گویند.

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (Multiple Objective Decision Making)

در این مدل‌ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می‌شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه برنامه‌ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Charns & Cooper ارائه شده است.

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (Multiple Attribute Decision Making)

در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد. در پایان نامه‌های مدیریت بیشتر بر این مدل تاکید می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی AHP و مدل ANP نیز از نوع مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه هستند.

منطق فازی و مدل‌های تصمیم‌گیری چندگانه

برای انجام پروژه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره معمولاً از الگوهای منطق فازی در مدیریت استفاده می‌شود. همچنین روش‌های AHP, ANP و الگوریتم ژنتیک که آموزش آنها نیز در سایت موجود است برگرفته از منطق فازی است. برای مطالعه بیشتر به مباحث مدل کانو و رویکردهای QFD جهت درک کاربرد مدل‌های فازی رجوع کنید.

مدیریت حمل و نقل شهری

نظام حمل و نقل و ترافیک به عنوان بخشی از فعالیت‌های شهری بیان‌کننده پویایی و حیات یک مجموعه شهری است بدون شک بدون جابجایی نمی‌توان شهری را زنده و پویا تصور نمود، این فعالیت امروزه چنان با زندگی بشر عجین شده است که تقریباً نمی‌توان آن را جدا از فعالیت‌های روزمره به شمار آورد، حمل و نقل و ترافیک چون شبکه به هم تنیده‌ای تار عنکبوتی و هزار تو روزانه میلیون‌ها ساعت از وقت شهروندان راتلف می‌کند. امروزه، مهندسان برنامه‌ریزی و حمل و نقل سعی می‌کنند معضل در هم پیچیده ترافیک را حل کنند اما به دلیل بی‌توجهی به اصول برنامه‌ریزی حمل و نقل و ترافیک در تهیه طرح جامع و تفضیلی و سایر طرح‌های کالبدی شهرها بی‌قواره رشد کرده‌اند و هم‌سنگ آن معابر تنگ‌تر شده و خدمات حمل و نقل از این توسعه عقب افتاده است. سال‌هاست مدیران حمل و نقل شهرها در این اندیشه هستند که سیستم پیچیده حمل و نقل را تحت کنترل خود درآورند تا از تغییرات متنوع این سیستم پویا در جریان باشند و پدیده‌هایی را که بر عملکرد سیستم حمل و نقل موثرند شناسایی و تأثیرات حمل و نقل را بر سایر عناصر شهری نیز پیش‌بینی کنند بی‌تردید در سال‌هایی که نبود نیرویی متخصص و فقدان تجهیزات و فناوری روز امکان چنین رویه مدیریتی را از تصمیم‌گیران حمل و نقل شهری سلب کرده بود لاجرم باید به روش آزمون و خطا بسنده می‌شد اما امروز شرایط جدیدی پیش رو است. همه روزه تغییرات مختلفی در سیستم حمل و نقل شهری بروز می‌کند که برخی ناشی از طرح‌های حمل و نقلی و بخشی دیگر نیز عارضه تصمیمات غیر حمل و نقل و ترافیکی است که سیستم حمل و نقل را از خود متاثر می‌سازد. تغییرات و تأثیرات، ویژگی ماهوی سیستم حمل و نقل و ترافیک است سیستم حمل و نقل را از خود متاثر می‌سازد و از آن قابل حذف نیست. اما تأثیر و تأثیرات باید در مسیری هدایت شده و تحت کنترل به وقوع بپیوندد. اگر چنین نباشد شهر که به منزله زیستگاه و سکونت و حیات بشری است به آزمایشگاهی

بدل می‌شود که هر روز به بهایی گران، ایده و سلیقه‌ای را در آن می‌آزمایند. اگر نامطلوب بود عوارض را شهروندان متحمل می‌شوند و اگر در جایگاه پدیده‌ای مثبت جلوه کرد باید با دیگر پدیده‌های نامطلوب (که به خطا در سیستم حمل و نقل حاضرند) دست و پنجه نرم کند. تاریخچه مدیریت شهرها مملو از تجربه تصمیم‌گیری‌های عجولانه‌ای است که نه تنها برای رفع مشکلات تاثیری نداشته‌اند، بلکه خود بانی تحمیل مشکلات افزون‌تر بوده‌اند و چنانچه پیش از اجرا عوارض سنجی نشوند و از حدود اثربخشی آنها اطمینان حاصل نشود خود پدیده‌ای مشکل ساز خواهند بود و برای دستیابی به مدیریت کارآمد حمل و نقل شهری نیازمند توجه بیشتر به طراحی و مهندسی معابر در کنار توجه به برنامه‌ریزی حمل و نقل هستیم. چرا که بسیاری از مشکلات ترافیکی الزاماً به دلیل کمبودهای زیر ساختی نبوده و عملکردها و استفاده‌های نابه جا از تجهیزات و امکانات موجود آن را تشدید می‌کند و باید اذعان کرد که در بهبود سیستم حمل و نقل شهری نمی‌توان نگرش مقطعی و موردی داشت و باید نگرش جامع در تصمیمات ترافیکی لحاظ شود و صرف خرید تجهیزات و گسترش شبکه و ساختن بزرگراه نمی‌توان به این مهم دست یافت و مادامی که سیستم حمل و نقل عمومی کارآمدی مهیا نشود، خودروهای شخصی و مسافربرها سطح شبکه راه‌ها را اشغال خواهند کرد.

نقش تصمیم‌گیری در مدیریت حمل و نقل

تجارت و حمل و نقل دو پدیده‌ی جدا یی ناپذیرند، زیرا خدمات حمل و نقلی کارآمد، شرط لازم برای انجام تجارت موفق است.

شرکتهای حمل و نقلی که عمدتاً عهده دار این وظیفه‌اند، با ارایه خدمات ترابری و جابجایی کالاومسافر از مبادی تولید سفر به مقاصد مورد نظر، چرخه اقتصادی کشور را به جریان می‌اندازند.

هدف اصلی یک بنگاه حمل و نقلی، رسیدن به سود بیشتر و توسعه است. از گامهای اصلی برای دستیابی به این منظور، تصمیم‌گیری درست در انتخاب پروژه‌های حمل و نقل است، بنابراین برای این شرکتها استفاده از روشی که بتوان به وسیله آن گزینه‌های مطلوب را از بین پیشنهادات برگزید حائز اهمیت است. علم تصمیم‌گیری، ابزار

قدرتمندی است که می تواند در این راستا به مدیران و تصمیم گیران یک شرکت در برنامه ریزی و پیشبرد اهدافشان کمک کند.

مدل های بهینه سازی از دوران نهضت صنعتی در جهان و بخصوص از زمان جنگ دوم جهانی همواره مورد توجه ریاضیدانان و دستاندرکاران صنعت بوده است . تأکید اصلی بر مدل های کلاسیک بهینه سازی، داشتن یک معیار سنجش (یا یک تابع هدف) است، به طوری که مدل مذکور می تواند در مجموع به صورت خطی، غیر خطی یا آمیزه از آنها باشد .اما توجه محققین در دهه های اخیر برای تصمیم گیری پیچیده، به مدل های چند معیاره بهینگی (MCDM) جلب شده است .در این تصمیم گیری ها به جای استفاده از یک معیار سنجش ، ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده شود.

در بکارگیری روش های تصمیم گیری چند معیاره و توافق گروهی، پژوهشهای وسیعی طی سالهای اخیر صورت گرفته است و نتیجه این تحقیقات به صورت مدل های ریاضی در حوزه های کاری مختلف مورد استفاده قرار گرفته است، ولی در بهره گیری از این روش در مسائل حمل و نقلی تحقیقات گسترده ای وجود ندارد.در موارد زیر مواردی از این قبیل اشاره می شود.

بنگاههای حمل و نقلی با داشتن امکانات و با توجه به قوانین وضع شده به جابجایی کالاومسافر می پردازند، بنابراین سود ناشی ازاین فعالیت به میزان کالاومسافر حمل شده وابسته است که ارتباط مستقیم با تعداد و نوع ناوگان خودرویی دارد .حال اگر به یک بنگاه حمل و نقل در یک بازه زمانی، پروژه های حمل بار.مسافر پیشنهاد شود، به علت محدودیت های موجود، توان حمل و نقلی بنگاه فقط به تعدادی از گزینه ها تخصیص خواهد یافت .لذا انتخاب اقتصادی ترین حالت از ترکیب پروژه ها برای تصمیم گیران شرکت اهمیت بسزایی دارد.

تعیین معیارها:

به منظور انتخاب پروژه های مطلوب از بین گزینه های مختلف در بنگاههای حمل و نقلی ، نیاز به معیارهای تعریف شده ای است، که در این جا ، بهم منظور تعیین این شاخصها، از متد دلفی که از روشهای کارآمد توافق گروهی است استفاده شده است.

وزن دهی به معیارها:

معیارهای به دست آمده در مرحله قبل دارای اهمیت های متفاوتی هستند و باید درجه اهمیت آنها مشخص شود که با استفاده از قضاوت خبرگان ،اوزان این شاخصها تعیین شده است.

بررسی پروژه های بنگاههای حمل و نقلی

پروژه های حمل بار که به بنگاه پیشنهاد می شوند متنوع بوده و دارای ویژگیهای خاص خود هستند .از آنجا که این مشخصات لازمه ساخت مدل ریاضی هستند، بنابراین به منظور دستیابی به اطلاعات ورودی مدل، باید هر یک از پروژه های پیشنهادی مورد تحلیل قرار گیرند.

در یک سیستم حمل و نقل، انسان یا کالا در زمان معینی فاصله جغرافیایی مشخصی را طی می کنند و ضمن این جابجایی، از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال می یابند .با توجه به این تعریف ارکان اصلی حمل و نقل عبارتند از :کالا (انسان) ، مکان ، وسیله نقلیه و شبکه ارتباطی هر یک از اجزاء، توسط یک پیوند به یکدیگر مربوط می شوند. پیوند بین کالا(انسان) و وسیله نقلیه، محموله ، پیوند بین وسیله نقلیه و شبکه ارتباطی،سفر ، پیوند بین شبکه ارتباطی و مکان، مسیر و پیوند بین مکان و کالا(انسان) ، تقاضا یا عرضه نامیده می شود

بر اساس این مدل، مجموعه محدودیت‌هایی که بر پایه مشخصات اجزاء و پیوند ها شکل می گیرد را میتوان به چهار دسته تقسیم کرد:

- محدودیت هایی که بر اساس ویژگیهای اجزاء مدل شکل می گیرند ؛ مانند ، محدودیت ظرفیت وسایل نقلیه.
- محدودیت هایی که بر اساس خصوصیات پیوندها تعریف می شوند ؛ مانند ، سازگاری بین کالا و وسایل نقلیه.
- محدودیت هایی که بر مبنای سازگاری عضوهای یکی از اجزاء یا پیوندها تعریف می شوند ؛ به عنوان نمونه محدودیت حمل و نقل همزمان دو کالا.

• محدودیت‌هایی که بر مبنای نیازهای مالکین اجزاء تعریف می شوند؛ مانند محدودیت در ساعات کارکرد رانندگان

هر تصمیم ، حداقل برای رسیدن به یک هدف خاص اتخاذ می شود که حصول به این هدف خود بستگی به سایر متغیرهای موثر در مدل تصمیم گیری دارد .از نظر واژه خاص ریاضی هدف تصمیم متغیر وابسته و سایر متغیرهای موثر، متغیرهای مستقل نامیده می شوند

تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) که برای تصمیم گیریهای پیچیده مورد استفاده قرار می گیرد به دو دسته عمده تصمیم گیری چند هدفی (MADM) و تصمیم گیری چند شاخصه (MODM) تقسیم شوند، به طوری که مدل های چند هدفه به منظور طراحی به کار گرفته شده و مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می شوند.

نتیجه گیری

با آنکه اهمیت حمل و نقل در پیشبرد صنعت یک کشور تقریباً بر همگان آشکار است و سرمایه گذاری در آن، چه از دیدگاه سخت افزاری و چه از نظر نرم افزاری موجب توسعه و پیشرفت صنایع تولیدی و خدماتی مختلف می شود، اما متأسفانه در کشور ما به مسائل موجود در حمل و نقل و ویژه از دیدگاه برنامه ریزی و نرم افزاری توجه کمی می شود، به طوری که شرکتهای حمل و نقلی که یکی از ارکان اصلی سیستم حمل و نقل کشورند، اکثراً به صورت سنتی اداره می شوند و عرضه سنتی خدمات حمل و نقل، دیگر قادر به ارضای تقاضای رو به افزایش و پیچیده امروزی نیست که این امر آنها را به طور ناخواسته دچار مشکلات محسوس و نامحسوس می کند.

با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند شاخصه، شرایط لحاظ کردن همزمان معیارهای کمی و کیفی و همچنین محدودیت منابع رami توان ایجادکرد و این فرصت برای شرکتهای حمل و نقلی مهیا شده که سرمایه خود را در پروژه های مناسب بکار گیرند و با نگرش علمی و کاربردی بهمسائل کاری خود، از زمانها و فرصتهای شغلی ایجاد شده، بهره گیری کنند.

امروزه روشهای تصمیم گیری چند شاخصه، به دلیل سادگی و داشتن قابلیت زیاد در مدل سازی مسائل واقعی کاربردهای زیادی در حیطه هایمختلف از فعالیتهای تعریف شده شرکتهای و مؤسسات دارد. درادامه پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی موارد بهره برداری از روشهای تصمیم گیری چندشاخصه گروهی در مباحث برنامه ریزی حمل و نقل مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای مناسب آن ارائه شود.

منابع:

۱- کریم زاده فرد، رحیم. "انتخاب پروژه های مطلوب در بنگاههای اقتصادی حمل و نقلی با استفاده از روش

تصمیم گیری برناردو"

۲- نخعی، عیسی وهمکاران. "ارزیابی سیستم های حمل و نقل پایدار با استفاده روش های تصمیم گیری

چند

معیاره در یک محیط غیر قطعی : مطالعه موردی شهر تهران". یازدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل

و ترافیک.

۳- زبردست، اسفندیار. "کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای"، مجله

هنرهای زیبا. زمستان ۱۳۸۰، شماره ۱۰.

۴- رصافی، امیرعباس "کاربرد تصمیم گیری چند معیاره در شناسایی نقاط پرحادثه : استفاده از روشهای

تحلیل پوششی داده ها و تحلیل همایی"

۵- ضیایی، میثم "مدیریت سیستم حمل و نقل و روشهای کاهش تقاضای سفر". دفتر مطالعات و برنامه ریزی

حمل و نقل

مقدمه

اهمیت مقوله ایمنی در تردد جاده ای با توجه به خسارات فراوانی که به جامعه تحمیل می کند و به طور روز افزون در حال افزایش است کارشناسان امر را بر آن داشته تا با ارائه روش ها و راهکارهایی از میزان خسارات وارده بکاهند. متأسفانه امروزه حوادث رانندگی در کشور به صورت یک اپیدمی درآمدی است و کمتر روزی را شاهدیم که خبری از تصادف به گوش مردم نرسد و این آمار با شروع تعطیلات تابستانی یا نوروزی یا حتی یک تعطیلات چند روزه در سراسر کشور سیر صعودی را طی می کند .

تصادف، این پدیده مهلک، ناشی از سه عامل اصلی انسان، جاده و وسیله نقلیه است. مسلم است که یک رانندگی غیرایده آل در یک جاده فاقد استانداردهای لازم با یک وسیله نقلیه بعضاً فرسوده و اغلب غیرایمن می تواند منجر به وقوع یک تصادف شود که در اثر آن ممکن است تعدادی افراد بیگناه نیز جان خود را از دست بدهند. خسارتهای مالی ناشی از یک تصادف اگرچه بسیار زیاد است ولی این نوع خسارت کم اهمیت ترین اثر حوادث جاده ای است؛ درد و غم و اندوه از دست رفتن جان انسانها یا ایجاد معلولیت های دائمی از اثرات جبران ناپذیر تصادفات جاده ای است که هزینه های آن را نمی توان از بعد مادی محاسبه کرد و بی تردید هر مرگ ناشی از سانحه ترافیکی در حوادث رانندگی داستان غم انگیز زندگی انسانی است که با رفتن خود، غم و اندوه و حیرت و عصبانیت در میان بازماندگان برجای می گذارد.

سالانه هزاران نفر از شهروندان کشور جان خود را در جاده ها از دست می دهند فاجعه ای که در کنار خطاهای انسانی و بی کیفیتی خودروها، غیر استاندارد بودن احداث جاده های کشور از عوامل مهم بروز این حوادث محسوب می شود . با شروع فصل گرما و تعطیلات تابستانی حجم سفرها بیش از پیش افزایش می یابد و جاده های کشور باید شانه هایش را برای تردد سنگین خودروها و برخی سرنشینان و رانندگان عجول چرب کند تا تحمل بار سنگین ترافیکی را داشته باشد که متأسفانه اکثراً این افزایش ترافیک، افزایش سوانح و تصادفات جاده ای را به دنبال دارد؛ اما اینکه آیا این جاده های لاغر و باریک در برخی مناطق می توانند زیر بار این همه فشار خودروی نامحدود در یک مقطع زمانی محدود طاقت بیاورند تا نه خود فرسوده شوند و نه به این همه میهمان ناخوانده خسارت مالی و جانی وارد شود، موضوع مورد بحث ما و استفاده از روشهای MCDM در ایمنی و ترافیک جاده ها می باشد.

در دهه های اخیر توجه محققین معطوف به مدل‌های چند معیاره (MCDM) برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده گردیده است. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای به کارگیری یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است، استفاده گردد. به عبارت دیگر تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه مبحثی است که به فرآیند تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می‌پردازد. در این حالت، MCDM بهترین جواب را، جذاب‌ترین جواب از میان جوابها، با توجه به معیارهای موجود می‌داند. حل این گونه مسائل می‌تواند یا به معنای طراحی بهترین جواب و یا انتخاب بهترین جواب از میان جوابهای موجود باشد. از اینرو، این مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته عمده زیر تقسیم می‌گردند:

۱. مدل‌های چند هدفه (MODM)

در این مدل‌ها بر اساس محدودیتهای سیستم، اهداف متفاوت و نیز مقدار مطلوب مورد نظر تصمیم‌گیرنده با تعداد معینی از گزینه‌ها مواجه است.

۲. مدل‌های چند شاخصه (MADM)

در این مدل‌ها تصمیم‌گیرنده با تعدادی معین از گزینه‌ها مواجه است، و همچنین این مدل به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود به کار می‌رود.

یکی از روشهای حل مدل‌های چند شاخصه (MADM)، روش TOPSIS می‌باشد که در زیر شرح داده می‌شود.

روش TOPSIS

در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه A_i از نقطه ایده آل، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی باشد. الگوریتم حل این مدل مانند زیر است:

الگوریتم:

۱. قدم اول: تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس «بی‌مقیاس شده» با استفاده از

فرمول زیر

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}$$

۲. قدم دوم: ایجاد ماتریس « بی مقیاس » وزین با مفروض بودن بردار W به عنوان ورودی به الگوریتم یعنی:

$$w = \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \approx (DM \text{ از } DM)$$

$$\text{ماتریس بی مقیاس وزین} = V = N_D \cdot W_{n \times n} = \begin{bmatrix} V_{11} & \dots & V_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{m1} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix}$$

۳. قدم سوم: مشخص نمودن ایده آل مثبت (A^+) و ایده آل منفی (A^-)

$$\begin{aligned} \text{گزینه ایده آل} = A^+ &= \{(\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\} \\ &= \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{گزینه ایده آل منفی} = A^- &= \{(\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\} \\ &= \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\} \end{aligned}$$

۴. قدم چهارم: محاسبه فاصله هر گزینه از گزینه ایده آل

$$d_{i+} = \text{فاصله گزینه } i \text{ ام از ایده آل} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad ; i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_{i-} = \text{فاصله گزینه } i \text{ ام از ایده آل منفی} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad ; i = 1, 2, \dots, m$$

۵. قدم پنجم: محاسبه نزدیکی نسبی یا شاخص انتخاب به صورت زیر

$$cl_i^* = \frac{d_{i-}}{(d_{i+} + d_{i-})} \quad ; 0 \leq cl_i^* \leq 1 \quad ; i = 1, 2, \dots, m$$

۶. قدم ششم: رتبه بندی گزینه ها بر اساس ترتیب cl_i^* به صورت نزولی

اولویت بندی عوامل ایمنی جاده ها با روش TOPSIS

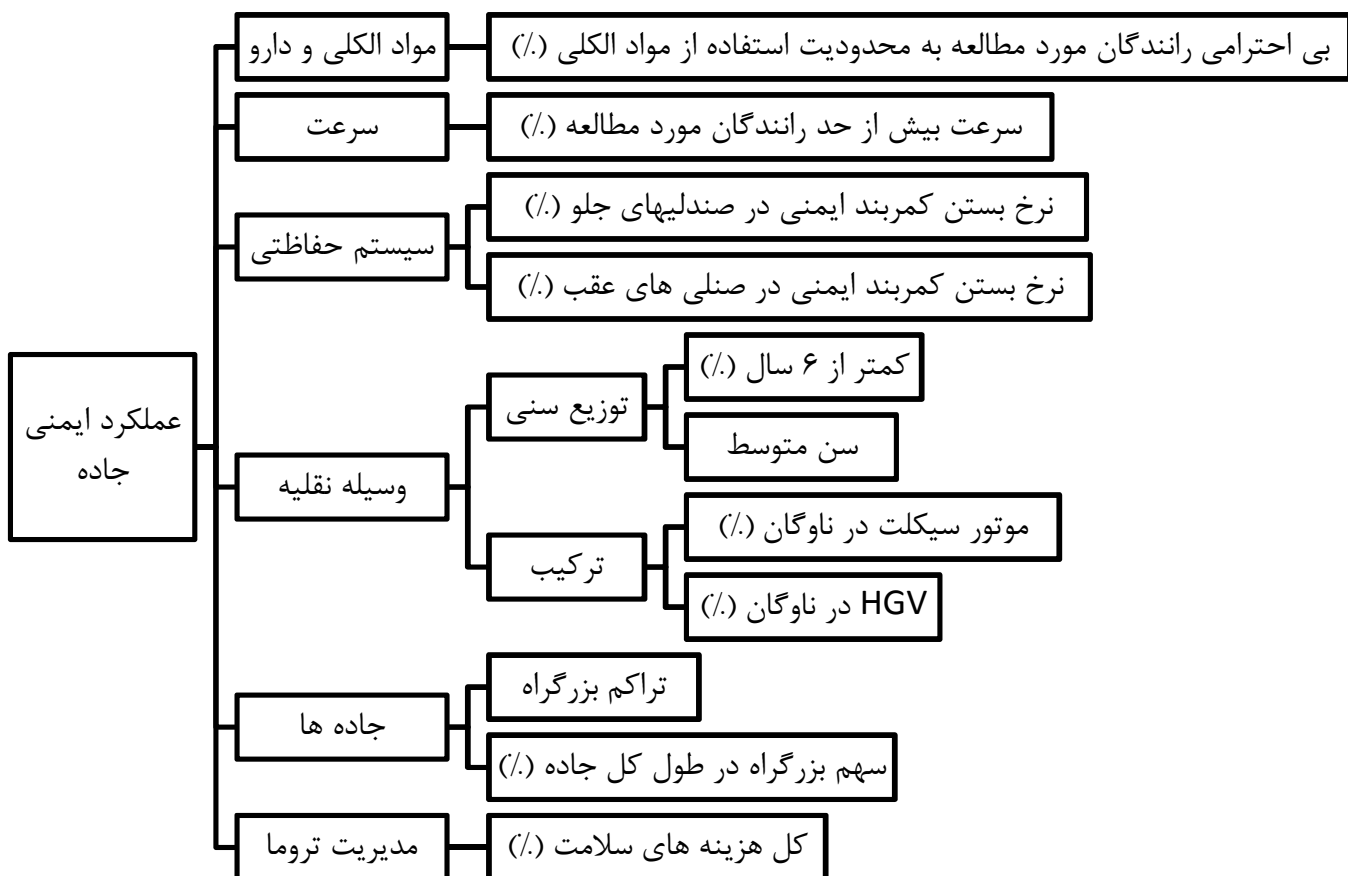
مهندسان در تلاشند تا عوامل ایمنی جاده ها را بررسی کرده و آنها را بر اساس تاثیرشان بر چندین و چند تصادف اولویت بندی کنند. در اینجا ابتدا شاخص ایمنی جاده ها و شاخص ها در کشور های مختلف مورد بررسی و سپس تعدادی از پرسشنامه هایی که تهیه شده است توسط تعدادی از کارشناسان ایمنی جاده ها تکمیل می شود. این پرسشنامه ها بر اساس تاثیر این شاخص ها بر روی چند تصادف جاده ای می باشد. پس از اینکه جمع آوری داده ها با داده کاوی از این پرسشنامه ها انجام شد این شاخص ها با استفاده از روش TOPSIS اولویت بندی شدند. جدول زیر این اولویت بندی را نشان می دهد:

رتبه	شاخص
۱	درصد استفاده از کمربند ایمنی
۲	درصد رانندگان استفاده کننده از سرعت استاندارد
۳	درصد جاده های پوشش داده شده توسط پلیس
۴	متوسط زمان رسیدن پلیس به تصادف
۵	درصد استفاده از ترمز ABS و Airbag
۶	تعداد حذف نقاط حادثه خیز در جاده ها
۷	بودجه تخصیص داده شده به جاده ها
۸	هزینه پروژه های تعمیر و نگهداری و ایمنی
۹	درصد پوشش جاده ها توسط دوربین های مدار بسته
۱۰	درصد آموزش رانندگان و عابران پیاده
۱۱	درصد پوشش جاده توسط اورژانس پزشکی استاندارد
۱۲	تعداد اورژانس های پزشکی و ایستگاههای نجات در هر صد کیلومتر
۱۳	متوسط زمان رسیدن اورژانس و امداد به صحنه تصادف
۱۴	درصد کلی مرگ و میر تصادفات در طول انتقال به مراکز درمانی
۱۵	تعداد وسایل نقلیه نجات در هر صد کیلومتر در جاده ها
۱۶	متوسط زمان آموزش معلمان و دانش آموزان در زمینه ایمنی جاده ها

بهبود TOPSIS فازی برای ارزیابی عملکرد ایمنی جاده ها

برای اندازه گیری مفهوم ایمنی جاده که نمی تواند توسط یک شاخص واحد قابل دستیابی باشد، به دست آوردن یک شاخص عملکرد ایمنی مرکب برای یک تصمیم گیری منطقی در مورد ایمنی جاده ها حیاتی است. در انجام این کار، یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری مناسب مورد نیاز است.

در یک مطالعه موردی که در زیر خواهد آمد، یک مدل TOPSIS فازی بهبود یافته با ترکیب معیارهای عملکرد ایمنی چند لایه به یک شاخص کلی، با ترکیب دانش کارشناسان پیشنهاد می شود. با استفاده از تعداد مرگ و میر جاده به ازای هر میلیون نفر جمعیت به عنوان یک مرجع مربوطه، مدل ارائه شده یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری امیدوار کننده هوشمند برای ارزیابی عملکرد ایمنی جاده، برای یک مطالعه موردی در یک مجموعه از کشورهای اروپایی فراهم می کند. شکل زیر پارامترهای ایمنی جاده را نشان می دهد.



مقایسه نتایج با کسانی که از روش TOPSIS فازی اصلی استفاده کرده اند، نیرومندی مدل پیشنهادی را تایید کرده و حاکی از امکان استفاده از این مدل به تعداد زیادی از ارزیابی عملکرد و تصمیم گیری فعالیت در زمینه های دیگر در محدوده گسترده ای می باشد.

۱. اصغر پور، محمد جواد(۱۳۹۲)"تصمیم گیری های چند معیاره"، انتشارات دانشگاه تهران
 ۲. پیر دوانی، علی (۱۳۸۵)"طراحی مدل تعیین و اولویت بندی نقاط حادثه خیز"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی
 ۳. صفار زاده، محمد و پیر دوانی، علی و عبدی، علی(۱۳۸۶)"شناسایی معیار های موثر در اولویت بندی مقاطع تصادف خیز و میزان اهمیت هر یک از آنها بر اساس روشهای تصمیم گیری گروهی
4. Khorasani, Gholamreza, et al.(2012) "Implementation of MCDM Methods in Road Safety Management." International Conference on Transport, Civil, Architecture and Environment engineering (ICTCAEE'2012) December 26-27, Dubai (UAE),pp.30-35
5. Chen, S.J. and C.L. Hwang, Fuzzy Multiple Attribute Dec Methods and Applications, Lecture Notes in Economics and Systems, No. 375, Sringer-Verlag, Berlin, Germany, 1992.

تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

MCDM چیست؟

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM به دو دسته‌ی عمده مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه MODM و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM تقسیم می‌شود. در حالت کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد :

- تبدیل معیارهای کیفی به کمی
- بی‌مقیاس کردن معیارها
- تعیین وزنهاى نسبى معیارها

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می‌توان گفت مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می‌باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف

۲. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران

۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی

۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذی‌نفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود^۱.

مدیریت بازاریابی

مدیریت بازاریابی تلاش آگاهانه‌ای است برای به دست آوردن نتایج مثبت در مبادله با بازارهای هدف. مدیریت بازاریابی در هر بازاری کاربرد دارد و قابل اجراست. به طور مثال یک مدیر منابع انسانی با بازار نیروی کار یا یک مدیر خرید با بازار مواد اولیه سر و کار دارند. اما به طور کلاسیک، مدیریت بازاریابی به وظایف آن دسته از کارکنان سازمان اطلاق می‌شود که با فروش محصولات و خدمات نهایی سر و کار دارند؛ مانند مدیر فروش، مدیر تبلیغات و فروشندگان.

بر اساس تعریف فیلیپ کاتلر، مدیریت بازاریابی عبارت است از فرآیند برنامه‌ریزی و اجرای پندار توزیع ایده، کالا و خدمات به قصد انجام مبادلاتی که به تامین اهداف انفرادی و سازمانی منجر گردد. برخلاف استنباط سطحی رایج، که مفهوم بازاریابی را ایجاد تقاضا برای محصول می‌داند، بازاریابی به طیف وسیعی از فعالیت‌ها اطلاق می‌گردد که از تحقیقات بازاریابی، برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل تقاضا تشکیل شده است. مدیر بازاریابی، در چارچوب برنامه‌ی بازاریابی، در مورد بازارهای هدف، تولید کالای جدید، قیمت‌گذاری، کانال‌های توزیع کالا، ارتباطات، برندسازی و تبلیغات، فعالیت‌های لازم برای رسیدن به اهداف سازمانی را ساماندهی و هدایت می‌کند. همانطور که از تعریف برمی‌آید، بازاریابی امری است که در جهت برنامه‌ریزی نحوه حضور در بازارهای هدف‌گیری شده برای

۱ - کتاب تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، اصغرپور، انتشارات دانشگاه تهران

محصولات/خدمات نقشی پررنگتر ایفا می کند. اما باید توجه داشته باشیم، امر برنامه ریزی کردن صرفاً نوشتن چند بند از وظایف و مشخص کردن زمان انجام آنها نیست، بلکه وجود یک تیم اجرایی قوی در این زمینه بسیار مهم است. البته می توان به این نکته نیز اشاره کرد که وجود تیم هایی که میزان فاصله سازمان یا یک واحد خاص را با ارائه گزارش های دوره ای و مدیریتی مورد بررسی قرار می دهند نیز حائز اهمیت است. به روشنی از تعاریف بالا مشخص است، واحد بازاریابی کاری فراتر از فروش و جذب مشتری دارد. و این دو بخش کوچکی از کارهای عمده واحد بازاریابی محسوب می شود.

بازاریابی از زمانی آغاز می شود که فرد می خواهد نیازها و خواسته هایش را از طریقی که آن را مبادله می گویند، ارضا کند و بازار عبارت است از محلی برای مبادلات بالقوه. در واقع بازاریابی به معنای کار کردن با بازار است.

معرفی بازاریابی

پایان گرفتن جنگ سرد در دهه 1990 به آزاد شدن منابع و فزونی گرفتن نیاز به محصولات سرمایه ای برای ایجاد زیر ساخت های مناسب اقتصادی انجامید. در این دوران اروپای غربی به ایجاد بازاری مشترک و اروپای شرقی به صورت بازاری آماده برای محصولات غربی درآمد. از سوی دیگر بدهیهای خارجی بسیاری از کشورها را فلج کرد. این کشورها با وجود نیازمندی فراوان، با مشکل قدرت خرید روبرو شدند، از این رو کشورهای پیشرفته برای کسب بازار به رقابت پرداختند. در این زمان استفاده از شیوه ها و فنون بازاریابی مورد توجه قرار گرفت. بررسی ها نشان داده که ناموفق بودن شرکتها از ناتوانی در بهره گیری از فنون بازاریابی است. این شرکت ها تحولات بازار و تغییرات الگوی مصرف را نادیده گرفتند و کسب سود بیشتر را به رضایت مشتری ترجیح دادند. اما موفقیت شرکت های تری ام، و مک دونالدز که از توجه دقیق به نیاز مشتری، بازار و انگیزه کارکنان در راستای افزون بر کیفیت محصولاتشان سرچشمه می گرفت، سبب شد تا تدوین استراتژی کارای بازاریابی در اولویت قرار گیرد و اغلب شرکتهای کوچک و بزرگ رفته رفته از تفاوت بین فروش و بازاریابی آگاه شوند.

برای سازمان های غیر تجاری، مانند موزه ها، دانشگاه ها، مراکز دینی و نهادهای دولتی، بازاریابی به منزله ای روش و وسیله ای برای ارتباط با مردم است.

تحقیقات بازاریابی در گذشته عبارت بود از روش جمع آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات برای کمک به مدیران در اخذ تصمیمات مطلوب بازاریابی.

اما در دهه 1990، تحقیقات بازاریابی یکی از اجزای مکمل مراحل تصمیم گیری تلقی شد. انجمن بازاریابی امریکا جدید ترین تعریف از تحقیقات بازاریابی را به این شرح عرضه کرده است:

تحقیقات بازاریابی عبارت است از فعالیت هایی که ارتباطات لازم را بین مصرف کنندگان، خریداران، عامه مردم و مدیران بازاریابی، از طریق تبدیل اطلاعات برقرار می کند.^۲

ماهیت انتخاب و تصمیم گیری در بازار

۲ - کتاب بازاریابی و مدیریت بازار، داور ونوس، ترجمه احمد روستا و عبدالحمید ابراهیمی

بعضی اوقات در روند حرکت تجاری خود و سازمان خود، در نقطهء عطف می ایستیم. نقطه عطفی که تصمیم گیری مدیران سازمان در آن نقطه، مسیر حرکت و نوع بودن آینده سازمان را مشخص می کند. این که در همان سطحی که کار تجاری و زندگی حرفه ای می کنیم بمانیم و جا باز کنیم و به رشد افقی خود پردازیم یا حرکت کنیم و جلوتر برویم و عمودی پیش برویم و به پله های بالاتری برسیم. این جاست که تصمیم گیری تجاری در نقطهء عطف و انتخاب معنا پیدا می کند، انتخاب موجودیتی برتر یا همین موجودیت با عمق بیش تر.

صاحب نظری از دنیای مدیریت می گوید: «تصمیم گیری یعنی شناسایی و اقدام به یک عمل برای حل یک مسالهء خاص یا بهره برداری از یک فرصت. تصمیم گیری تجاری، حلقهء ارتباط شرایط کنونی بازار به شرایط آینده است و از مجرای عملیاتی که انجام خواهد شد، حال را به آینده وصل می کند. در واقع هنر تصمیم گیری در کانون فعالیت های مدیران بازار قرار دارد. در فرآیند تصمیم گیری تجاری، زمان و روابط انسانی نقش های مهمی ایفا می کنند. در برخی فرهنگ ها هنگام تصمیم گیری روابط انسانی نقش مهم تری ایفا می کنند و در برخی فرهنگ ها حل شدن مساله اولویت دارد.^۳

مدیریت بازار با MCDM

بیاید سال ۲۰۰۵ را تصور کنیم، پیشرفت های بنیادین در فضای بازار سال ۲۰۰۵ چنین است. در سایه گسترش بازرگانی الکترونیکی بسیاری از واسطه ها (عمده فروشان و خرده فروشان) از میان برداشته شده اند. بدون نیاز به حضور در فروشگاه، همه کالاها به صورت نمادین در دسترس هستند و مشتری می تواند هر فرآورده ای را در اینترنت ببیند، بررسی کند، ویژگی های آن را دریابد، از میان عرضه کنندگان و قیمت ها بهترین را برگزیند و با فشردن چند دگمه از راه اینترنت، سفارش و پرداخت را انجام دهد.

بیشتر شرکت ها پایگاه های داده پردازشی خصوصی، با اطلاعات گسترده در باره مشتریان و رفتار و نیاز ویژه هر کدام، برپا ساخته اند. آنان از این اطلاعات برای سازگار کردن پیشنهادهای خود با نیاز گروه بزرگی از مشتریان بهره می گیرند.

تمرکز شرکت ها به جای کوشش در راه افزایش سهم بازار، بر افزایش سهم از هر مشتری است. در این زمینه راه های گوناگونی اندیشیده می شود و با به کارگیری فن آوری های نوین و کاویدن "انبار داده ها" روش های تازه ای برای افزایش فروش و فروش یک فرآورده همراه با دیگر فرآورده ها ابداع می گردد.

نگاه شرکت ها اکنون به جای تمرکز بر داد و ستد، به چشم انداز جلب و نگهداری وفاداری مشتریان دوخته شده است. نیازهای مشتریان را در بخش های مشخص شده ای از بازار بررسی می کنند و می کوشند منابع بازاریابی را در بخش های برگزیده بازار، که از آنها انتظار بازده دراز مدت دارند، به کار اندازند.^۴

بازاریابی یک عمل حیاتی است که به شرکت ها در نجات یافتن از بحران ها کمک می کند. برای ۲۰ سال، تاکیدهای زیادی به نقش بررسی های بازار در فرایند مدیریت گذاشته شد، با تاکید بر اهمیتی که بازاریابی در موفقیت یک سازمان ایفا می کند. این مطلب که عمل بازاریابی باید در فرایند مدیریت وارد شود بطور گسترده ای مورد قبول واقع شد.

^۳ - روزنامه سرمایه، مهندس فریبرز خدایاری

^۴ - کتاب کانلر در مدیریت بازار، فیلیپ کانلر، ترجمه دکتر عبدالرضا رضایی نژاد

برای درک همزمان ارزش های افزوده و سودها، تصمیم گیران باید یکی از روش های مختلف راهبرد بازاریابی را انتخاب کنند. موقعیت های راهبردی گوناگونی بر نیاز به اجرای معقولانه و فعالیتهای کنترلی در یک مجموعه گوناگون از واحدهای عملیاتی دلالت می کنند. یک تصمیم راهبرد بازاریابی می تواند بعنوان یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره طبقه بندی گردد. راهبرد های بازاریابی می تواند تعداد زیادی از فاکتورهای پیچیده را مورد بررسی قرار دهد هنگام ارزیابی و انتخاب راهبرد های بازاریابی. روش های **MCDM** پیشنهاد می شود در رسیدن به تصمیمات مهمی که نمی توانند در یک روش مستقیم مورد تشخیص واقع شود. اصول اصلی **MCDM** این است که تصمیمات باید بر اساس چند معیار اتخاذ شود. بنابراین بهتر است که روش های **MCDM** را برای حل مسائل قطعی بطور موثری بکار گرفت.^۵

منابع:

- اصغرپور، محمدجواد، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران
- داور ونوس، بازاریابی و مدیریت بازار، احمد روستا و عبدالحمید ابراهیمی، انتشارات سمت
- فیلیپ کاتلر، کاتلر در مدیریت بازار، عبدالرضا رضایی نژاد، انتشارات فرا
- شیشه بری، امیر و خسروپور، امیر، راهبرد بازاریابی بهینه، ششمین همایش فرامنطقه ای پیشرفتهای نوین در علوم مهندسی

^۵ - راهبرد بازاریابی بهینه، امیر شیشه بری و امیر خسروپور

مقدمه:

تصمیم‌گیری در دنیای پیچیده امروز به چالشی برای مدیران و سازمان‌ها تبدیل شده است. تعداد شاخص‌های تصمیم‌گیری، تنوع معیارهای کمی و کیفی و لزوم در نظر گرفتن همزمان آنها، اهمیت اثرات و پیامدهای تصمیم و عواملی نظیر آن بر پیچیدگی تصمیم‌ها می‌افزاید. از این رو بالاخص در دو دهه اخیر، روش‌های ریاضی و دانش کامپیوتر در حل مسائل تصمیم‌گیری به یاری آنان شتافته و تکنیک‌ها و فنون تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری را ایجاد نموده‌اند. در این مقاله فرایند و روش‌های تصمیم‌گیری را تشریح کرده و طبقه‌بندی انواع مدل‌های مسائل تصمیم‌گیری را آورده‌ایم.

فرایند تصمیم‌گیری بستگی به وجود اطلاعات لازم و کافی دارد. هرچه این اطلاعات کامل‌تر، جدیدتر و به روزتر باشد، امکان تصمیم‌گیری‌درست و به جا بیشتر خواهد بود. در این میان، نقش تصمیم‌گیری مدیران را در عرصه سازمان‌ها نباید انکار کرد زیرا تصمیم‌گیری آنان خواه ناخواه با مسائل اقتصادی، فنی، اداری، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی در سطوح خرد و کلان، ارتباط تنگاتنگی دارد. از این رو نقش آنان در فرایند تصمیم‌گیری، بسی حساس‌تر و خطیرتر است.

تشریح موضوع:

تصمیم‌گیرندگان در انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد، غالباً چندین معیار را هم‌زمان در تصمیم‌گیری مدنظر قرار می‌دهند. معیارها گاه هم راستا و بعضاً متقابل و متضاد می‌باشند. مدل‌های کلاسیک تحقیق در عملیات مانند برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی غیرخطی و مانند آن مدل‌های تصمیم‌گیری هستند که بهینه‌سازی را فقط براساس یک معیار به انجام می‌رسانند. لذا این مدل‌ها در زمره مدل‌های تک‌هدفه طبقه‌بندی می‌گردند. هدف انتخاب شده این‌گونه مدل‌ها عموماً اولی‌ترین و مهم‌ترین هدف بوده و سایر اهداف در سایه این هدف به فراموشی سپرده می‌شوند. تصمیم‌گیری انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های مختلف است و

این انتخاب هنگامی هوشیارانه و حساب شده است که بیش از یک معیار در گزینش آن به کار گرفته شود. تصمیم گیری با یک معیار فرایندی ساده و یک بعدی می باشد .

فرایند تصمیم گیری: فرایند تصمیم گیری، شامل ۳ مرحله است:

۱. شناسایی و درک محیط
۲. حالت‌های ممکن برای پاسخ به محیط
۳. تبدیل کردن به یک مسئله قابل حل

زمانی که برای رسیدن به هدفی چندین راه مختلف را در نظر می گیریم، باید در هنگام بررسی این راهها روابط متقابلی که بین آنها است را در نظر بگیریم چون ممکن است کم یا زیاد شدن عاملی بر عوامل دیگر تاثیرگذار باشد. در نظریه تصمیم گیری، راههای مختلف تصمیم گیری را ، با توجه به روابط متقابل آنها به یک مدل تبدیل می کنیم. به عنوان مثال ممکن است سهمیه بندی کردن بنزین موجب کاهش استفاده مردم از خودروهای شخصی شود اما از طرف دیگر سبب تورم در جامعه شود.

یکی از مهم ترین بخش ها تعریف یک مسئله ، شناسایی متغیرهاست. ممکن است برای موضوعی خاص ، متغیرهای مختلفی را بتوانیم تعریف کنیم اما باید بینیم هدفمان چیست و سپس بر اساس آن هدف برای مسئله متغیر تعریف کنیم. سپس باید پیامدهای جواب های متغیرها را هم بررسی کنیم. مفهوم بهینه، یک مفهومی است که به هدف ما مربوط می شود و ممکن است جوابی که برای یک مسئله بهینه باشد، برای مسئله ای دیگر بهینه نباشد. به عنوان مثال فرض کنید سهمیه بندی کردن بنزین، بهینه ترین تصمیم برای کم کردن مصرف سوخت باشد اما مطمئنا این جواب با توسعه گردشگری در تناقض است و اصلا نمی تواند بهترین تصمیم برای این موضوع باشد.

مراحل حل یک مسئله تصمیم گیری به شرح زیر است:

- (۱) تعریف مسئله
- (۲) شناسایی متغیرها
- (۳) شناسایی عامل های اصلی
- (۴) راه حل های شدنی

تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) شامل تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) و تصمیم گیری چند هدفه (MODM) می شود.

MCDM چیست؟

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدلهای تصمیم‌گیری چند هدفه MODM و مدلهای تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM تقسیم می‌شود. در حالت کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند.

یکی از مباحث اخیر که دانشجویان مدیریت در داخل کشور به آن اهمیت می‌دهند مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. در این گونه تصمیم‌گیریها چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می‌شوند. در زمینه مسایل سازمانی، در انتخاب استراتژی یک سازمان معیارهایی از قبیل درآمد سازمان در طی یک دوره، قیمت سهام سازمان، سهم بازاری، تصویر سازمان در جامعه و ... اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM منظور از معیار شاخص باشد آنرا به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه MODM گویند.

تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود. مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می‌روند. در MADM معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند.

تصمیم‌گیری چند شاخصه با یک هدف: (MADM)

مدل‌های تصمیم‌گیری با یک تابع هدف را از نظر پارامترها و ضرایب می‌توانیم به ۳ قسمت تقسیم کنیم:

۱. حالت قطعیت: در این حالت تمام پارامترها و ضرایب مشخص و قطعی هستند.

۲. حالت ریسک: در این حالت ضرایب مشخص و قطعی نیستند اما مقادیرشان از توابع توزیع احتمالی مشخصی پیروی می کنند. که به این ترتیب می توانیم مقدار آنها را برآورد کنیم.

۳. حالت غیر قطعیت: در این حالت ضرایب مشخص و قطعی نیستند، ضمن آنکه از توزیع احتمالی آنها نیز اطلاعی نداریم.

در دو حالت ۲ و ۳ مفهوم یافتن جواب بهینه به این معناست که جواب هایی که بهینه نیستند را پیدا کرده و از گزینه های قابل انتخاب حذف کنیم. بنابراین در این حالت به جای اینکه بگوییم چه جوابی خوب است می گوییم چه جواب هایی بد است و آنها را حذف می کنیم .

در این مدلها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می گردد. در پایان نامه های مدیریت بیشتر بر این مدل تاکید می شود. مدل های تصمیم گیری سلسله مراتبی AHP و مدل ANP نیز از نوع مدل تصمیم گیری چندشاخصه هستند .

تصمیم گیری با چند هدف: (MODM)

گاهی در تصمیم گیری ها چند تصمیم گیرنده داریم. چند تصمیم گیرنده داشتن با بیش از یک هدف داشتن در ارتباط است. زمانی که چند تصمیم گیرنده وجود داشته باشد، هرکدام ممکن است دارای هدف های متناقضی با دیگر افراد باشند. ممکن است با سود بردن یکی دیگری ضرر کند و بالعکس. در این حالت باید طوری تصمیم گیری شود که همه راضی شوند.
روش های حل در این مسائل به صورت زیر طبقه بندی می شوند

- I. روش های حل مدل با گرفتن اطلاعات اولیه از تصمیم گیرنده: شامل روش های محدودیت توافقی، بهینه سازی تقدمی، برنامه ریزی آرمانی خطی و ...
- II. روشهای حل مدل با گرفتن اطلاعات از تصمیم گیرنده هنگام حل: شامل روش های جنوفرین، زیونتر- والنیوس، STEM, SEMOPS
- III. روشهای حل مدل با گرفتن اطلاعات از تصمیم گیرنده بعد از حل: شامل روش های پارامتریک و سیمپلکس چند معیاره
- IV. روشهای حل مدل بدون نیاز به کسب اطلاعات از تصمیم گیرنده: شامل روش های : معیار جامع، حداقل انحراف، برنامه ریزی تجدیدپذیر

سایر روشهای حل به طور کلی عبارتند از AHP, TOPSIS, SAW, SWT و...

در این مدلها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر سود است که بر حسب پول سنجش می شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می کنند. مثلاً تصمیم گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می خواهد هزینه های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم گیری چند هدفه برنامه ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Charns & Cooper ارائه شده است.

تصمیم گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه حل های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه حل ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می نماید. در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم گیرنده است که تصمیم گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم گیری چند معیاره که در دهه های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

- ✓ تبدیل معیارهای کیفی به کمی
- ✓ بی مقیاس کردن معیارها
- ✓ تعیین وزنهاى نسبی معیارها

مدل های جبرانی

مدل هایی که از شاخص هایی تشکیل شده اند که با یکدیگر در تعامل اند، به این معنی که مقادیر نامطلوب یک شاخص می تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله مدل های جبرانی به موارد زیر می توان اشاره کرد.

AHP

فرایند تحلیل سلسله مرتبی با به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی ناسازگاری در قضاوت ها می تواند در بررسی موضوعاتی همچون برنامه ریزی شهری و منطقه ای، بهینه سازی ترکیب تولید محصولات در یک واحد صنعتی، بودجه بندی دستگاههای دولتی، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی تخصیص منابع انرژی، اولویت بندی در صنعت برق، اولویت بندی پروژه های تحقیقات انرژی و محیط زیست و... کاربرد

مطلوبی داشته باشد. همچنین این روش زمینه ای را برای تحلیل و تبدیل مسایل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی ساده تر فراهم می آورد که در چارچوب آن برنامه ریز بتواند ارزیابی گزینه ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام داد.

Fuzzy AHP

تئوری فازی برای مواجهه با اکثر پدیده های جهان واقع که در آنها عدم قطعیت وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد و بسیاری از مجموعه ها، اعداد و اتفاق های دنیای واقعی را می توان با منطق فازی توجیه کرد. در Fuzzy AHP با تعمیم مفاهیم فازی در تعیین ماتریس های مقایسه زوجی دخالت داده می شود .

ANP

(Analytic Network Process)

روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی توان از روش AHP استفاده کرد ANP. شکل کلی تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد و تعاملات و بازخورد های میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می گیرد .

SAW

(Simple Additive Weighted)

در روش (SAW) سعی به برآورد تابع مطلوبیتی به ازای هر گزینه است تا گزینه ای با بیشترین مطلوبیت انتخاب شود. در این روش فرض بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص ها از یکدیگر است. در این روش با محاسبه اوزان اهمیت شاخص ها می توان به راحتی به ارجحیت گزینه ها دست یافت.

LINMAP

(Linear-programming for Multidimensional Analysis of Preference)

این روش به دنبال یافتن گزینه ایست که کمترین فاصله را با ایده آل ترین حالت ممکن داشته باشد. در این روش m گزینه و n شاخص از یک مسئله مفروض به صورت m نقطه برداری در یک فضای n بعدی مورد توجه است که از طریق یافتن فاصله اقلیدسی گزینه ها با بهترین گزینه هف ارجح ترین گزینه انتخاب می شود .

TOPSIS

(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

این روش بر این مفهوم تکیه دارد که بهترین گزینه، گزینه ایست که نزدیکترین فاصله به گزینه ایده آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده آل منفی را داشته باشد .

VIKOR

(VIšekriterijumsko KOMPromisno Rangiranje)

در این روش به منظور رتبه بندی و یافتن بهترین گزینه از مفهوم بپذیرترین گزینه استفاده می کند و میزان سازش میان فاصله گزینه ها نسبت به بهترین گزینه و به این علت جزء روش های برنامه ریزی سازشی طبقه بندی می شود. این روش در مقایسه با روش تاپسیس، در محاسبه فواصل گزینه ها میزان اهمیت فاصله مطلوب نسبت به بهترین حالت و بدترین حالت را در نظر می گیرد .

ELECTRE

(Elimination et Choice in Translating to Reality)

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می شود. به طور مثال ممکن است از نظر ریاضی گزینه ای هیچ ارجحیتی به دیگر گزینه نداشته باشد اما تصمیم گیرنده و تحلیلگر بهتر بودن آن گزینه به دیگری را بپذیرد. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه های غیرموثر حذف می شوند. کلیه مراحل اجرای این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه غیرهماهنگ پایه ریزی می شوند که به این دلیل این روش معروف به آنالیز هماهنگی هم می باشد .

PROMETHEE

(Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)

این روش بر دو مفهوم ترجیح و بی تفاوتی استوار است به این معنی که گزینه A بر گزینه B ترجیح و برتری دارد اگر از نظر توابع ترجیح - که میزان ارجحیت گزینه A بر گزینه B از نظر تصمیم گیرنده را ارائه می دهد- مقدار تابع ترجیح گزینه A بیشتر از تابع ترجیح گزینه B باشد. همینطور گزینه A نسبت به گزینه B بی تفاوت است اگر مقدار تابع ترجیح گزینه A با تابع ترجیح گزینه B برابر باشد. پس از تعیین وضعیت دو به دوی گزینه ها نسبت به هم در یک گراف رتبه بندی نمایش

SMART

(Simple Multi Attribute Ranking Technique)

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کیفی و کمی را برای رتبه بندی گزینه های مورد بررسی استفاده کرد. ابتدا به منظور محاسبه وزن و سطح بندی شاخص ها از نظر هر گزینه، محدوده انتخابی برای هر کدام از شاخص ها

تعریف می شود و از طریق فرمول های تعریف شده شاخص ها به تفکیک هر گزینه رتبه بندی می شوند. در مرحله بعدی وزن و اهمیت هر شاخص نسبت به هم سنجیده می شود. در پایان وزن و اولویت نهایی گزینه ها از تلفیق اوزان فوق به دست می آید.

REGIME

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کمی و کیفی را به کار برد در حالی که نیازی به تبدیل شاخص های کیفی به کمی نباشد. با ساخت ماتریس REGIME که حاصل مقایسات زوجی گزینه ها از نظر تمامی شاخص هاست، شاخص های راهنما را محاسبه می کنیم و از این طریق گزینه ها را رتبه بندی کرد.

SIR

(Superiority and Inferiority Ranking)

این روش جزء روش های جدید و به نسبت پیچیده تصمیم گیری چندمعیاره طبقه بندی می شود. در این روش مانند روش PROMETHEE توابع ترجیحی وجود دارند که پس از محاسبه ارجحیت هر کدام از گزینه ها نسبت به شاخص ها و یافتن مقدار توابع ترجیح زوجی گزینه ها از نظر شاخص ها، ماتریس superiority و inferiority را تشکیل داد. در مرحله بعد مانند روش های SAW و TOPSIS ماتریس وزین جریان را تشکیل می دهیم. با محاسبه جریان ها می توان گزینه ها را رتبه بندی کرد.

EVAMIX

(Evaluation and Mixed criteria)

در این روش شاخص ها به دو دسته کیفی (اوردینال) و کمی (کاردینال) تفکیک می شوند و محاسبات مربوط به هر دسته از شاخص ها به صورت مجزا انجام می شود. مقدار غلبه نیز برای ماتریس های تفاضلی محاسبه میشود و در پایان پس از محاسبه امتیاز ارزیابی گزینه ها، گزینه ها رتبه بندی می شوند.

مدل های غیر جبرانی

در این مدل تعامل و مبادله میان شاخص ها مجاز نیست یعنی به طور مثال نقطه ضعف موجود در یک شاخص ها توسط مزیت موجود در یک شاخص دیگر جبران نمی شود. مطلوبیت این مدل ها زمانی روشن می شود که تحلیلگر با محدود بودن اطلاعات مواجه و یا دسترسی به تصمیم گیرندگان محدود باشد.

از جمله روش های غیر جبرانی می توان به روش تسلط، روش حذف، روش لکسیکوگراف، روش رضایت بخش شمول، روش رضایت بخش خاص، روش Max-Min و روش Min-Min اشاره کرد.

مدل هایی که در مرز جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرند

PERMUTATION

در این روش تعداد حالات رتبه بندی گزینه ها (جایگشت ها) مشخص می شود و هر رتبه بندی مورد آزمایش قرار می گیرد و نهایتاً مناسب ترین آنها برای رتبه بندی انتخاب می گردد.

QUALIFLEX

(Qualitative Flexible assessment)

در این روش ابتدا جایگشت های مختلف گزینه ها تشکیل می شود. در مرحله بعدی گزینه ها براساس شاخص ها رتبه بندی می شوند به این ترتیب که اگر گزینه ای در شاخصی از بقیه بهتر است عدد ۱ و به همین ترتیب سایر گزینه ها طبقه بندی می شود. مقادیر غالب و غیر غالب از طریق مقایسه جایگشت و رتبه بندی به دست می آیند. براینده مراحل فوق را با داشتن اطلاعات شاخص ها و جایگشت ها در ماتریسی گرد آورده و جمع مقادیر مربوط به هر جایگشت را که مشخص کننده اولویت جایگشت هاست محاسبه می کنیم.

چگونگی تحلیل

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه ای از اهداف
۲. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران
۳. مجموعه ای از معیارهای ارزیابی
۴. مجموعه ای از گزینه های تصمیم
۵. مجموعه ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم
۶. مجموعه ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه ای از سطرها و ستونهاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه ای از گزینه ها و معیارهای ارزیابی بیان می کند.

مسائل تصمیم گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه های ذی نفع نیز گفته می شود. تصمیم گیرنده می تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با

اولویت‌های منحصربه‌فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود.

منطق فازی و مدل‌های تصمیم‌گیری چندگانه

برای انجام پروژه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره معمولاً از الگوهای منطق فازی در مدیریت استفاده می‌شود. همچنین روش‌های ANPAHP، والگوریتم ژنتیک که آموزش آنها نیز در سایت موجود است برگرفته از منطق فازی است.

منطق خاکستری

یکی از مفاهیم ریاضی است که کاربرد گسترده‌ای در تصمیم‌گیری چندمعیاره پیدا کرده است. این تئوری روشی بسیار موثر در مواجهه با مشکلات عدم اطمینان همراه با اطلاعات ناشناخته و ناکامل است. عموماً، اطلاعات مربوط به ترجیحات تصمیم‌گیرندگان در مورد معیارها و به دلایل مختلف بر اساس قضاوت کیفی آنها، بیان می‌شود و همچنین در عمل نیز قضاوت تصمیم‌گیرندگان اغلب نامطمئن بوده و به وسیله مقادیر عددی دقیق قابل بیان نیستند. تئوری خاکستری یکی از روش‌هایی است که برای مطالعه عدم اطمینان و ناکامل بودن اطلاعات به کار می‌رود و استفاده از آن در تحلیل ریاضی سیستم‌های با اطلاعات ناقص، روند رو به رشدی را دارد. اجزا اصلی تحلیل خاکستری عبارتند از پیش‌بینی خاکستری، تحلیل رابطه خاکستری (GRA)، تصمیم‌گیری خاکستری، برنامه‌ریزی خاکستری و کنترل خاکستری.

سیستم خاکستری (grey system)

سیستم‌های دارای اطلاعات کاملاً معلوم را «سیستم سفید»، سیستم‌های دارای اطلاعات ناشناخته و یا بدون داده را «سیستم سیاه» و سیستم‌های دارای اطلاعات بخشی معلوم و بخشی ناشناخته را «سیستم خاکستری» می‌نامند. تئوری سیستم‌های خاکستری از جمله تئوری‌های ریاضی است که برای حل مسائل در شرایط عدم اطمینان، با داده‌های گسسته و اطلاعات ناکافی، بسیار کارآمد هستند.

اگر اطلاعات واضح و شفاف یک سیستم را با رنگ سفید و اطلاعات کاملاً ناشناخته یک سیستم با رنگ سیاه تجسم شود، در این صورت اطلاعات مربوط به بیشتر سیستم‌های موجود در طبیعت اطلاعات سفید (کاملاً شناخته شده) و یا سیاه (کاملاً ناشناخته) نیستند بلکه مخلوطی از آن دو یعنی به رنگ خاکستری هستند. این گونه سیستم‌ها را سیستم‌های خاکستری می‌نامند که اصلی‌ترین مشخصه آن‌ها، کامل نبودن اطلاعات مربوط به آن سیستم است.

در حوزه ارزیابی، مدل‌سازی، پیش‌بینی، تصمیم‌گیری و کنترل کاربرد دارد، مجموعه خاکستری مجموعه ای از داده های غیرقطعی که به وسیله اعداد خاکستری، معادلات خاکستری، ماتریس های خاکستری و غیره تعریف می شود. راه حلی برای غلبه بر نیاز به حجم انبوه داده ها و محاسبات طولانی و پیچیده می باشد.

I. اکثر سیستمها در جهان واقعی ماهیت انتزاعی دارند، که فقط از طریق منطق قابل توضیح اند.

II. ایده های معین هوشیاری و معیارهای قضاوت برای نتیجه گیری از ساختار چنین سیستم هایی استخراج می شوند، و از طریق مدل‌هایی به تصویر کشیده می شوند.

به سیستم هایی با چنین ساختار انتزاعی سیستم خاکستری گویند.

رویکرد سیستم خاکستری از دو مزیت نسبت به سایر روش ها برخوردار است :

۱. نیاز به داده های کم در مقایسه با سایر روش های آماری

۲. توانایی مواجهه با ابهام در داده ها می باشد.

تحلیل منطق خاکستری (Grey Relational Analysis (GRA))، نخستین بار توسط دنگ مطرح گردیده است. این تئوری برای حل مسائل مبهم و مسائلی که داده های گسسته و اطلاعات ناقص دارد به کار می رود. این تئوری با استفاده از اطلاعات نسبتاً کم و با تغییر پذیری بسیار در معیارها، خروجی های رضایت بخش و مطلوبی را تولید می کند. منطق خاکستری، همچون منطق فازی یک مدل ریاضی اثربخش برای حل مسائل نامشخص و مبهم است. این منطق در زمینه های بسیاری بکار گرفته شده و در زمینه حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره تحت عنوان تحلیل منطق خاکستری بکار گرفته شده است. تحلیل منطق خاکستری جزئی از منطق خاکستری است که برای حل مسائلی که از روابط پیچیده ای بین عوامل و متغیرهایشان برخوردارند، مورد استفاده قرار می گیرد. منطق سیستم های خاکستری الگوریتمی است که روابط غیرقطعی اعضای یک سیستم را با یک عضو مرجع تحلیل نموده و قابلیت استفاده در حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره را داراست.

فرآیند تحلیل منطق خاکستری به این شرح می باشد

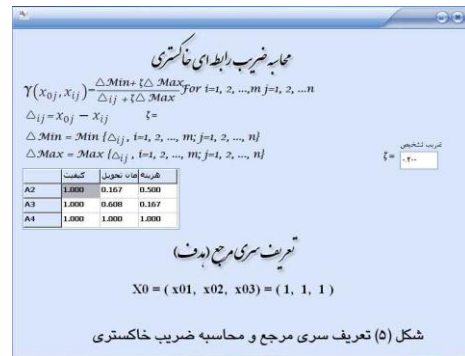
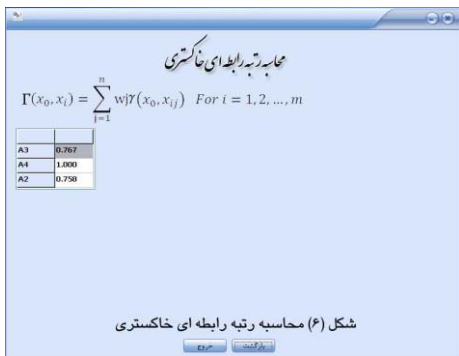
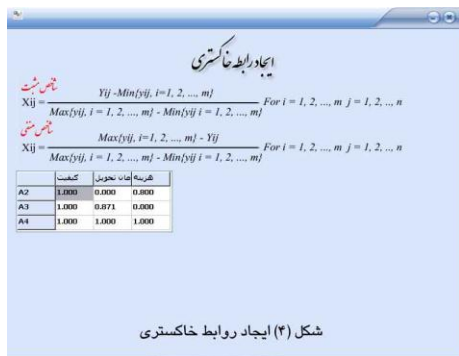
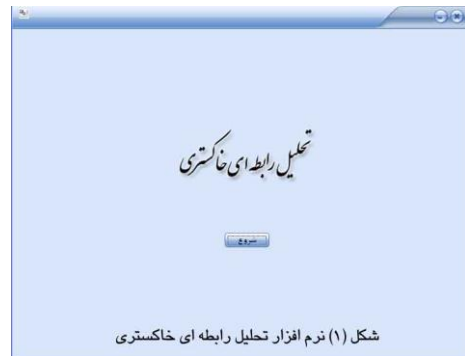
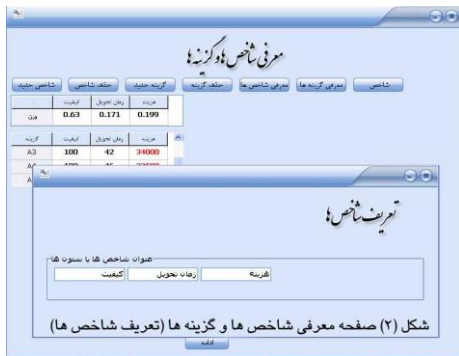
۱. ایجاد منطق خاکستری

۲. تعریف سری های هدف مرجع

۳. محاسبه ضریب منطق خاکستری

نرم افزار تحلیل منطق خاکستری

نرم افزار طراحی شده تحلیل رابطه ای خاکستری قادر به انجام کلیه محاسبات و ارائه خروجی می باشد مراحل ورود اطلاعات (معرفی شاخص ها و گزینه ها)، ایجاد رابطه خاکستری، تعریف سری مرجع و محاسبه رتبه رابطه ای خاکستری به ترتیب در اشکال (۱) الی (۶) مشاهده می گردد.



تفاوت اعداد خاکستری و اعداد فازی

اعداد خاکستری

عدد خاکستری، به عددی اطلاق می‌شود که مقدار دقیق آن مشخص نیست بلکه محدوده‌ای که در آن قرار می‌گیرد مشخص است.

هر سیستم خاکستری به وسیله اعداد خاکستری، معادلات خاکستری و ماتریس‌های خاکستری توصیف می‌شود که در این میان اعداد خاکستری به مثابه اتمها و سلول‌های این سیستم هستند. عدد خاکستری می‌تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود. مثلاً رتبه معیارها در یک تصمیم‌گیری، به صورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند که می‌توان آنها را با بازه‌های عددی بیان نمود. این بازه‌های عددی شامل اطلاعات نامطمئن خواهد بود. به عبارت دیگر عدد خاکستری به عددی اطلاق می‌شود که مقدار دقیق آن نامشخص است اما بازه‌ای که مقدار آن را در بر می‌گیرد شناخته شده است. یک عدد خاکستری می‌تواند به صورت زیر تعریف شود:

• عدد خاکستری عددی است که مقدار دقیق آن نامشخص است.

• اما بازه‌ای که مقدار آن را در بر می‌گیرد مشخص است.

• $\otimes \in [\underline{a}, \infty)$: اعداد خاکستری فقط با کران پایین

• $\otimes \in (-\infty, \underline{a}]$: اعداد خاکستری فقط با کران بالا

• $\otimes \in [\underline{a}, \underline{a}]$: هم دارای کران پایین وهم دارای کران بالا

• $\otimes 1 \in [a, b], a < b$;

• $\otimes 2 \in [c, d], c < d$;

• $\otimes 1 + \otimes 2 \in [a + c, b + d]$;

• $-\otimes = [-b, -a]$;

• $\otimes 1 - \otimes 2 = \otimes 1 + (-\otimes 2) \in [a - d, b - c]$;

• $\otimes^{-1} \in [1/b, 1/a]; .ab > 0$

ضرب دو عدد خاکستری

• $\otimes 1 \cdot \otimes 2 \in [\min\{ac, ad, bc, bd\}, \max\{ac, ad, bc, bd\}]$;

• $K \cdot \otimes \in [Ka, Kb], K \in \mathcal{R}^+$

دیگر قواعد جمع‌پذیری و بخش‌پذیری برای اعداد حقیقی نیز برای مجموعه‌های بازه‌های خاکستری، قابل تعمیم است.

تحلیل رابطه خاکستری از اجزا مهم نظریه سیستم خاکستری است. ایده اصلی تحلیل رابطه خاکستری بعنوان روش آنالیز کمی به این نکته بنا شده است که مقدار نزدیکی و همبستگی رابطه بین دو عامل مختلف در یک فرآیند پویای در حال رشد است، باید بر اساس میزان شباهتهای منحنی آنان سنجیده شود. هرچه قدر میزان این شباهتها بیشتر باشد یعنی درجه بالاتری از رابطه بین سریها وجود دارد.

ضریب تحلیل خاکستری

$$\gamma_{0i} = \gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

درجه تحلیل خاکستری

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$$

✓ تمایز ضریب $\xi \in (0, 1)$

✓ درجه رابطه خاکستری $\gamma(x_0, x_i)$

✓ ضریب رابطه خاکستری $\gamma(x_0(k), x_i(k))$

مراحل تحلیل رابطه خاکستری



اعداد فازی

تئوری مجموعه‌های فازی اولین بار توسط پروفیسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح گردید. در سال ۱۹۸۳ دو محقق هلندی به نامهای لارهون و پدریک، روشی را برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پیشنهاد کردند که بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا نهاده شده بود. پیچیدگی مراحل این روش باعث شده این روش چندان مورد استفاده قرار نگیرد. در سال ۱۹۹۶ روش دیگری تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای توسط یک محقق چینی به نام چانگ ارایه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. مفاهیم و تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس روش تحلیل توسعه‌ای تشریح می‌گردد. اعداد فازی مثلثی بوسیله سه عدد حقیقی که به صورت (l, m, u) بیان می‌شوند، تعریف می‌گردد. یک عدد فازی مثلثی در شکل نشان داده شده است. مقدار m محتمل ترین مقدار یک عدد فازی است. آنها دارای تابع عضویتی هستند که شامل دو بخش خطی چپ و راست است که در راس $(l$ و $m)$ به هم متصل می‌شوند. نکته بسیار مهم آن است که اعداد فازی مثلثی بر اساس اطلاعات اندک ساخته می‌شوند و انجام عملیات چهارگانه نیز بر روی این اعداد آسان است و اغلب در مواردی مانند کنترلرهای فازی، تصمیم گیری های مدیریتی، بازرگانی و مالی، مقایسات و ارزیابی ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. همانطور که عملیات جبری جمع، ضرب، تفریق و تقسیم در مجموعه‌های کلاسیک بر روی اعداد صورت می‌پذیرد، در مجموعه‌های فازی نیز این عملیات چهارگانه بر روی اعداد فازی مثلثی صورت می‌گیرد. عملیات جبری متفاوتی

را می‌توان برای اعداد فازی تعریف کرد. سه عمل مهم بر روی اعداد فازی که در این تحقیق بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، در زیر تعریف شده‌اند. عملیات ریاضی روی اعداد فازی مانند $F1$ و $F2$ به صورت زیر به سادگی قابل انجام است:

$$F1 = (l1, m1, u1) \checkmark$$

$$F2 = (l2, m2, u2) \checkmark$$

$$F1 + F2 = (l1+l2, m1+m2, u1+u2) \checkmark$$

$$F1 \times F2 = (l1 \times l2, m1 \times m2, u1 \times u2) \checkmark$$

$$F1^{-1} = (1/u1, 1/m1, 1/l1) \checkmark$$

جدول ۱: متغیرهای زبانی خاکستری

[8,10]	کاملاً مرتبط	GN1
[6,8]	ارتباط زیاد	GN2
[4,6]	ارتباط معمولی	GN3
[2,4]	ارتباط کم	GN4
[0,2]	کاملاً بی ارتباط	GN5

مثال:

انتخاب جنس پره های توربین بادی

جنس ماده	(GPA)سختی	توانایی انبساط (Mpa)	چگالی (g/cm ³)	کشیدگی در هنگام شکستن	ماکزیمم دما
فولاد	[25,35]	[180,200]	[6, 9]	[10, 20]	[530, 580]
آلومینیوم	[5,15]	[80,100]	[1.2,4.2]	[10, 15]	[380, 420]
شیشه	[67,78]	[3400,3600]	[1, 4]	[1, 5]	[330, 380]
کربن	[345,355]	[3900,4100]	[0.5, 3]	[1, 2]	[470, 530]
پلیمر	[115,125]	[3500,3700]	[0.5,2]	[9, 12]	[220, 280]

در این مثال علاوه بر اینکه رتبه هر گزینه خاکستری است وزن هر معیار نیز خاکستری است.

- 1) $w_1 \in [0.10, 0.10]$
- 2) $w_2 \in [0.20, 0.20]$
- 3) $w_3 \in [0.20, 0.20]$
- 4) $w_4 \in [0.30, 0.30]$
- 5) $w_5 \in [0.40, 0.40]$

۱. ایجاد ماتریس تصمیم

شاخص/گزینه	سختی	مقاومت کششی	چگالی	کشیدگی در توقف	حداکثر دما
فولاد	[۲۵,۳۵]	[۱۸۰,۲۰۰]	[۶,۹]	[۱۰,۲۰]	[۵۳۰,۵۸۰]
آلومینیوم	[۵,۱۵]	[۸۰,۱۰۰]	[۱,۲,۴,۲]	[۱۰,۱۵]	[۳۸۰,۴۲۰]
شیشه	[۶۷,۷۸]	[۳۴۰۰,۳۶۰۰]	[۱,۴]	[۱,۵]	[۳۳۰,۳۸۰]
کربن	[۳۴۵,۳۵۵]	[۳۹۰۰,۴۱۰۰]	[۰,۵,۳]	[۱,۵]	[۴۷۰,۵۳۰]
پلیمر	[۱۱۵,۱۲۵]	[۳۵۰۰,۳۷۰۰]	[۰,۵,۲]	[۹,۱۲]	[۲۲۰,۲۸۰]
||Ai||	۳۵۵	۴۱۰۰	۹	۲۰	۵۸۰

$$\|x\| = \max(\max(|a_1^-|, |a_1^+|), \max(|a_2^-|, |a_2^+|), \dots, \max(|a_3^-|, |a_3^+|))$$

۲. نرمال سازی ماتریس

شاخص/گزینه	سختی	مقاومت کششی	چگالی	کشیدگی در توقف	حداکثر دما
فولاد	[۰,۰۷۰۴, ۰,۰۹۸۶]	[۰,۰۴۳۹, ۰,۰۴۸۷]	[۰,۶۶۶۶, ۱,۰۰۰۰]	[۰,۵۰۰۰, ۱,۰۰۰۰]	[۰,۹۱۳۸, ۱,۰۰۰۰]
آلومینیوم	[۰,۰۱۴۱, ۰,۰۴۲۳]	[۰,۰۱۹۵, ۰,۰۲۴۴]	[۰,۱۳۳۳, ۰,۴۶۶۶]	[۰,۵۰۰۰, ۰,۷۵۰۰]	[۰,۶۵۵۲, ۰,۷۲۴۱]
شیشه	[۰,۱۸۸۷, ۰,۲۱۹۷]	[۰,۸۲۹۳, ۰,۸۷۸۱]	[۰,۱۱۱۱, ۰,۴۴۴۴]	[۰,۰۵۰۰, ۰,۲۵۰۰]	[۰,۵۶۸۹, ۰,۶۵۵۲]
کربن	[۰,۹۷۱۸, ۱,۰۰۰۰]	[۰,۹۵۱۲, ۱,۰۰۰۰]	[۰,۰۵۵۵, ۰,۳۳۳۳]	[۰,۰۵۰۰, ۰,۱۰۰۰]	[۰,۸۱۰۳, ۰,۹۱۳۸]
پلیمر	[۰,۳۲۳۹, ۰,۳۵۲۱]	[۰,۸۵۳۶, ۰,۹۰۲۴]	[۰,۰۵۵۵, ۰,۲۲۲۲]	[۰,۴۵۰۰, ۰,۶۰۰۰]	[۰,۳۷۹۳, ۰,۴۸۲۷]
Wi	[0.1,0.1]	[0.2,0.2]	[0.2,0.2]	[0.3,0.3]	[0.4,0.4]

به عنوان نمونه برای محاسبه $X_{3,2}$ داریم:

$$X_{3,2} = [4100/3400, 4100/3600] = [0.8293, 0.8781]$$

$$\|x\| = \max(\max(180, 200), \max(80, 100, \max(3400, 3600), \max(3900, 4100)), \max(3500, 3700))$$

۳. محاسبه ماتریس نرمالیز موزون

شاخص/گ زینه	سختی	مقاومت کششی	چگالی	کشیدگی در توقف	حداکثر دما
فولاد	[۰,۰۰۷۰, ۰,۰۰۹۸]	[۰,۰۰۸۸, ۰,۰۰۹۷]	[۰,۱۳۳۳, ۰,۲۰۰۰]	[۰,۱۵۰۰, ۰,۳۰۰۰]	[۰,۳۶۵۰, ۰,۴۰۰۰]
آلومینیوم	[۰,۰۰۱۴, ۰,۰۰۴۲]	[۰,۰۰۳۹, ۰,۰۰۴۸]	[۰,۰۲۶۶, ۰,۰۹۳۳]	[۰,۱۵۰۰, ۰,۲۲۵۰]	[۰,۲۶۲۱, ۰,۲۸۹۶]
شیشه	[۰,۰۱۸۸, ۰,۰۲۱۹]	[۰,۱۶۵۸, ۰,۱۷۵۶]	[۰,۰۲۲۲, ۰,۰۸۸۸]	[۰,۰۱۵۰, ۰,۰۷۵۰]	[۰,۲۲۷۶, ۰,۲۶۲۱]
کربن	[۰,۰۹۷۲, ۰,۱۰۰۰]	[۰,۱۹۰۲, ۰,۲۰۰۰]	[۰,۰۱۱۱, ۰,۰۶۶۶]	[۰,۰۱۵۰, ۰,۰۳۰۰]	[۰,۳۲۴۱, ۰,۳۶۵۵]
پلیمر	[۰,۰۳۲۴, ۰,۰۳۵۲]	[۰,۱۷۰۷, ۰,۱۸۰۵]	[۰,۰۱۱۱, ۰,۰۴۴۴]	[۰,۱۳۵۰, ۰,۱۸۰۰]	[۰,۱۵۱۷, ۰,۱۹۳۱]
Wi	[0.1,0.1]	[0.2,0.2]	[0.2,0.2]	[0.3,0.3]	[0.4,0.4]

به عنوان نمونه برای محاسبه $X_{3,2}$ داریم:

$$X_{3,2} = [0.8293 * 0.2, 0.8781 * 0.2] = [0.1658, 0.1756]$$

۴. تعیین نقاط ایده آل

شاخص/گ زینه	سختی	مقاومت کششی	چگالی	کشیدگی در توقف	حداکثر دما
فولاد	[۰,۰۰۷۰, ۰,۰۰۹۸]	[۰,۰۰۸۸, ۰,۰۰۹۷]	[۰,۱۳۳۳, ۰,۲۰۰۰]	[۰,۱۵۰۰, ۰,۳۰۰۰]	[۰,۳۶۵۰, ۰,۴۰۰۰]
آلومینیوم	[۰,۰۰۱۴, ۰,۰۰۴۲]	[۰,۰۰۳۹, ۰,۰۰۴۸]	[۰,۰۲۶۶, ۰,۰۹۳۳]	[۰,۱۵۰۰, ۰,۲۲۵۰]	[۰,۲۶۲۱, ۰,۲۸۹۶]
شیشه	[۰,۰۱۸۸, ۰,۰۲۱۹]	[۰,۱۶۵۸, ۰,۱۷۵۶]	[۰,۰۲۲۲, ۰,۰۸۸۸]	[۰,۰۱۵۰, ۰,۰۷۵۰]	[۰,۲۲۷۶, ۰,۲۶۲۱]
کربن	[۰,۰۹۷۲, ۰,۱۰۰۰]	[۰,۱۹۰۲, ۰,۲۰۰۰]	[۰,۰۱۱۱, ۰,۰۶۶۶]	[۰,۰۱۵۰, ۰,۰۳۰۰]	[۰,۳۲۴۱, ۰,۳۶۵۵]
پلیمر	[۰,۰۳۲۴, ۰,۰۳۵۲]	[۰,۱۷۰۷, ۰,۱۸۰۵]	[۰,۰۱۱۱, ۰,۰۴۴۴]	[۰,۱۳۵۰, ۰,۱۸۰۰]	[۰,۱۵۱۷, ۰,۱۹۳۱]
نقاط ایده	[۰,۰۹۷۲, ۰,۱۰۰۰]	[۰,۱۹۰۲, ۰,۲۰۰۰]	[۰,۱۳۳۳, ۰,۲۰۰۰]	[۰,۱۵۰۰, ۰,۳۰۰۰]	[۰,۳۶۵۰, ۰,۴۰۰۰]

آل

۰,۱۰۰۰]

۰,۲۰۰۰]

۰,۲۰۰۰]

۰,۲۲۵۰]

۰,۴۰۰۰]

۵. ماتریس فاصله گزینه ها

	G1	G2	G3	G4	G5	$\min_k \Delta_i(k)$	$\max_k \Delta_i(k)$
$\Delta_1(k)$	0.180 4	0.371 7	0	0	0	0	0.3717
$\Delta_2(k)$	0.192 6	0.381 5	0.217 4	0.07 5	0.213 8	0.075	0.3815
$\Delta_3(k)$	0.156 5	0.048 8	0.223 1	0.36	0.275 8	0	0.36
$\Delta_4(k)$	0	0	0.255 6	0.40 5	0.075 9	0	0.405
$\Delta_5(k)$	0.129 6	0.039	0.277 5	0.13 5	0.420 7	0	0.4207
$\min_i \min_k \Delta_i(k)$						0	
$\max_i \max_k \Delta_i(k)$							0.4207

به عنوان مثال فاصله بین گزینه مطلوب و گزینه X3,2:

$$\Delta_{3,2} = (r_{o2} - r_3, 2) = (0.1902 - 0.1658) + (0.2 - 0.1756) = 0.0488$$

۶. محاسبه ضریب رابطه خاکستری

$\gamma(x_0(k), x_1(k))$	0.538 3	0.36 14	1.00 00	1.00 0	1.00 00
$\gamma(x_0(k), x_2(k))$	0.523 3	0.35 54	0.49 18	0.73 72	0.49 59
$\gamma(x_0(k), x_3(k))$	0.573 4	0.81 16	0.48 53	0.36 88	0.43 27
$\gamma(x_0(k), x_4(k))$	1.000 0	1.00 00	0.45 14	0.34 18	0.73 48
$\gamma(x_0(k), x_5(k))$	(0.61 87)	0.84 36	0.43 09,	0.60 91	0.33 33

$$\gamma(x_0(2), x_3(2)) = (0 + 0.5 * (0.4207)) / (0.0488 + (0.5) * (0.4207)) = 0.8116$$

۷. محاسبه درجه خاکستری

$$y(x_0, x_1) = 1/5 * (0.5383, 0.3614, 1.0000, 1.0000, 1.0000) = 0.7799$$

$$y(x_0, x_1) = 1/5 * (0.5233, 0.3554, 0.4918, 0.7372, 0.4959) = 0.5187$$

$$y(x_0, x_1) = 1/5 * (0.5734, 0.8117, 0.4853, 0.3688, 0.4327) = 0.5344$$

$$y(x_0, x_1) = 1/5 * (1.0000, 1.0000, 0.4514, 0.3418, 0.7348) = 0.7056$$

$$y(x_0, x_1) = 1/5 * (0.6187, 0.8436, 0.4309, 0.6091, 0.3333) = 0.5671$$

نتیجه گیری:

تصمیم گیری، به خصوص در سطح مدیریت از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو به این امر به عنوان فرایند یک مبحث علمی نگریسته می شود که با حل مدل‌های ریاضی در ارتباط است.

منابع:

- <http://e-mba.blogfa.com/cat-28.aspx>
- <http://www.parsmodir.com/thesis/mcdm.php>
- اصغریور، محمدجواد، تصمیم گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران
- احمدرضا ناظمی-حامد نامی، جزوه تحلیل خاکستری، دانشگاه علوم اقتصادی دانشکده مدیریت نهادهای اقتصادی گروه مهندسی دانش و علوم تصمیم
- جزوه تصمیم گیری های چند معیاره، پیام نور، مرکز تهران

تصمیم‌گیری چند شاخصه

MADM

❁ در این مدلها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است.

❁ در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد.

❁ انواع مختلفی از مسائل MADM وجود دارند که تمامی آنها در خصوصیات زیر مشترکند: -

الف - گزینه‌ها

❁ در این مسائل گزینه‌های مشخص باید مورد بررسی قرار گرفته و در مورد آنها اولویت‌گذاری، انتخاب و یا رتبه‌بندی صورت گیرد.

❁ تعداد گزینه‌های مورد نظر می‌تواند محدود و یا خیلی زیاد باشند. برای مثال، یک تولیدکننده اتومبیل ممکن است فقط چند گزینه محدود برای انتخاب محل تولید اتومبیل داشته باشد، ولی یک دانشگاه درجه یک انتخاب دانشجوی خود را از بین هزاران متقاضی می‌تواند انجام دهد.

❁ گاهی بجای گزینه مترادف‌های آن مانند انتخاب، استراتژی، اقدام، کاندیدا و غیره بکار می‌رود

ب - شاخص‌های چندگانه

❁ هر مساله MADM چندین شاخص دارد که تصمیم‌گیرنده، باید در مساله آنها را کاملاً مشخص کند و تعداد شاخصها بستگی به ماهیت مساله دارد.

❁ برای مثال، در یک مساله خرید اتومبیل اگر قرار به ارزیابی چند اتومبیل باشد شاخصهای مختلف قیمت، میزان سوخت مصرفی، نحوه ضمانت و ساخت ممکن است مد نظر باشند .

❁ در یک مساله جایابی برای طرح کارخانه ۱۰۰ شاخص و یا بیشتر می‌توانند مد نظر باشند.

❁ واژه شاخص به صورت واژگان دیگری از قبیل اهداف یا معیارها قابل بیان است.

ج - واحدهای بی‌مقیاس

❁ هر شاخص نسبت به شاخص دیگر دارای مقیاس اندازه‌گیری متفاوتی است. لذا جهت معنا دار شدن محاسبات و نتایج از طریق روشهای علمی اقدام به بی‌مقیاس کردن داده‌ها می‌شود به گونه‌ای که اهمیت نسبی داده‌ها حفظ گردد.

د- وزن شاخصها

❁ تمامی روشهای MADM مستلزم وجود اطلاعاتی هستند که بر اساس اهمیت نسبی هر شاخص بدست آمده باشند.

❁ این اطلاعات معمولاً دارای مقیاس ترتیبی یا اصلی هستند.

❁ وزنه‌های مربوط به شاخصها می‌تواند مستقیماً توسط تصمیم‌گیرنده و یا به وسیله روشهای علمی موجود به معیارها تخصیص داده شود. این وزنها اهمیت نسبی هر شاخص را بیان می‌کنند.

مراحل تصمیم‌گیری چند شاخصه

❁ تعیین هدف تصمیم‌گیری

❁ تهیه فهرست شاخصهای تصمیم

❁ خلاصه کردن شاخصهای تصمیم

❁ شناسایی گزینه‌ها/ راهکارها

❁ تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

❁ تعیین اوزان شاخصهای تصمیم

❁ مقایسه گزینه‌ها با شاخصهای تصمیم

تعیین محل کارخانه یکی از کلیدی‌ترین گام‌های تأسیس کارخانه است چرا که نتایج این تصمیم در درازمدت ظاهر شده و اثرات بسزایی از بعد اقتصادی، محیط زیست، مسایل اجتماعی و ... دارد. یکی از جنبه‌های تاثیرهای درون سازمانی، تاثیر مستقیم آن در سوددهی کارخانه خواهد بود و از بُعد برون سازمانی، ساخت کارخانه‌های بزرگ در یک منطقه می‌تواند شرایط مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیط زیست و غیره را تحت تاثیر خود قرار دهد. تعیین محل کارخانه از نظر اقتصادی نقش مهمی در میزان سرمایه گذاری اولیه به هنگام تأسیس کارخانه دارد. همچنین هنگام بهره برداری طرح، این تصمیم‌گیری، تاثیر کلیدی در قیمت تمام شده کالا/خدمت دارد. (منبع شماره ۱)

احداث یک یا چند واحد صنعتی در مکانهای بهینه و در بهترین وضعیت ممکن، نه تنها گردش مواد و خدمات به مشتریان را بهبود می‌بخشد، بلکه کارخانه را در یک وضعیت مطلوب قرار می‌دهد. تصمیم‌های مرتبط با انتخاب و فراگیری ویژگیهای مکان‌یابی یک مرکز، می‌تواند اثر بزرگی بر توانایی کسب و حفظ مزیت رقابتی باشد. (Choo & Mazzrol, 2003) در بررسی مشاغل زود بازده مشخص شده است که بیش از پنجاه درصد آنها در سال اول و حدود سی درصد آنها پس از دو سال ورشکسته می‌شوند و به شغل دیگری رو می‌آورند. با اینکه در آغاز راه‌اندازی این مشاغل، تمام جوانب ارایه خدمات بررسی می‌شود ولی بی‌توجهی به مساله مهم مکان سبب می‌شود تا واحد تولیدی به سوددهی موردنظر نرسد و از رسیدن به هدف خود باز ماند (Melaniphy, 1999).

انجام مطالعات مکان‌یابی درست و مناسب، علاوه بر تاثیر اقتصادی بر عملکرد واحد صنعتی، اثرات اجتماعی، محیط زیستی، فرهنگی و اقتصادی در منطقه محل احداث خود خواهد داشت. در ضمن ویژگیهای منطقه ای نیز به عنوان عوامل کلیدی موثر در تعیین محل در مسایل مکان‌یابی محسوب می‌شوند.

اهداف مسایل مکان‌یابی

مسایل مکان‌یابی، هدفهای مختلفی را دربردارند. هدفها در شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری در یک مساله مکان‌یابی و زیر معیارهای آنها، اهمیت و نقش مهمی دارند. در یک تقسیم‌بندی (Drenzer, 1995)، هدفهای مسایل مکان‌یابی با رویکرد برنامه ریزی ریاضی و برحسب انواع تابع هدف، به سه دسته تقسیم شده‌اند:

1. اهداف کششی: (Pull) این هدفها اشاره به نزدیکی هر چه بیشتر محل استقرار کارخانه به مشتریان و کمتر کردن مسافت دارند که شامل قدیمی ترین مسایل مکان‌یابی می‌شوند. در واقع مسایلی که تابع هدف آنها به صورت کمینه‌سازی است، هدفهای کششی دارند.

2. اهداف فشاری (Push): این هدفها مسایل مکان‌یابی مراکز نامطلوب را در بر می‌گیرند و از اوایل دهه ۱۹۷۰ بوجود آمدند. هدف در این مسایل، حداکثر کردن فاصله مراکز جدید از مراکز موجود است. مدل‌هایی که برای این نوع هدفها ارائه شدند بعدها به مدل‌های مکان‌یابی مضر (Noxious Location Models) معروف شدند. مثال برای این هدفها، یافتن مکان مناسب برای دفن زباله است که در آن، یکی از هدفها بیشینه کردن فاصله این مکان از مناطق مسکونی است.

3. اهداف متعادل (Balancing): هدفهایی هستند که تلاش در متعادل ساختن مسافت بین مراکز و مشتریان دارند. این هدفها پیوسته‌ترین نوع هدفها هستند و هدف اصلی آنها دستیابی به برابری است. این هدفها بیشتر در تصمیم‌گیری‌های عمومی کاربرد دارند؛ جایی که هدف برقراری عدالت بین افراد است. مانند متعادل کردن حجم کاری مراکز پلیس که سبب متعادل شدن ارائه خدمات به متقاضیان می‌شود.

انواع مسایل مکان‌یابی

مسایل مکان‌یابی دارای تنوع بسیار زیادی هستند؛ از این رو برای سهولت در بیان، این مسایل را به راه‌های مختلفی دسته‌بندی کرده‌اند، اما به طور کلی مسایل تحلیل مکان در یکی از دسته‌های زیر قرار می‌گیرند:

1. مساله P-Median (مساله وبر): این قبیل مسایل برای مکان‌یابی P مرکز، در P مکان انجام می‌شود و یک معیار هزینه‌ای را مینیمم می‌کند. اگر $P=1$ باشد مساله 1-MP خواهد بود. هزینه ممکن است بر حسب زمان، پول، تعداد سفر، مسافت کل یا هر مقیاس دیگری بیان شود. به علت اینکه در این‌گونه مسایل، هدف حداقل کردن هزینه کل است، با نام مسایل حداقل مجموع (Mini Sum) یا مساله وبر نیز مطرح می‌شوند.

2. مساله P-Center: این مسایل برای تعیین مکان P مرکز به منظور حداقل کردن حداکثر فاصله هر مرکز، تا نقطه تقاضایی که برای خدمت‌دادن به آن نقطه مورد تقاضا تعیین شده است، استفاده می‌شوند. در واقع این‌گونه مسایل برای استقرار خدمات اورژانس مانند آتش‌نشانی، خدمات آمبولانس و مراکز پلیس در جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مسایل تعداد مراکز از پیش مشخص است. این مسایل به دو دسته تقسیم می‌شوند P-Center. محدب که مساله را به مجموعه‌ای از مکان‌های کاندید برای استقرار مراکز محدود می‌کنند و P-Center مطلق که در آن مراکز می‌توانند در هر جایی از مکان مستقر شوند.

3. مساله مکان‌یابی مراکز با ظرفیت نامحدود (UFLP): این مسایل در دسته مسایل حداقل مجموع قرار می‌گیرند اما در این مسایل هزینه، هزینه ثابت را نیز شامل می‌شود و هزینه ثابت به مکانی بستگی دارد که مرکز در آن قرار می‌گیرد. تعداد مراکزی که باید استقرار یابند از پیش مشخص شده نیست، اما به‌گونه‌ای معین می‌شوند که هزینه را کمینه کنند. به علت اینکه در این‌گونه مسایل ظرفیت هر مرکز نامحدود در نظر گرفته می‌شود، تخصیص یک تقاضا به بیش از یک نقطه تامین، هرگز سودبخش نخواهد بود.

4. مساله مکان یابی مراکز با ظرفیت محدود (UFLP): این مسایل شبیه به مسایل UFLP هستند فقط در این مسایل ظرفیت هر کدام از مراکز محدود است. ممکن است در این مورد جواب بهینه به گونه‌ای باشد که یک مشتری به بیش از یک منبع تأمین، ارجاع داده شود. در واقع ممکن است پس از تخصیص مشتری به یک مرکز، پس از برآوردن بخشی از تقاضای مشتری، ظرفیت مرکز به پایان برسد و برای برآوردن باقی مانده تقاضای مشتری مجبور به اختصاص آن به دیگر مراکز که هزینه بیشتری نیز دربر دارند، شویم. البته گاهی ممکن است با وجود اینکه اختصاص یک مشتری به یک مرکز ویژه کمترین هزینه را در بردارد، به دلیل اینکه ظرفیت آن مرکز توسط مشتریان دیگر پر شده است، مجبور به اختصاص کل تقاضای آن مشتری به مراکز دیگر شویم.

5. مسایل تخصیص نمایی: مساله‌ای را بیان می‌کند که n مرکز مانند n ماشین که بین آنها جریان برقرار است به گونه‌ای در n مکان قرار داده شوند تا هزینه کل مینیمم شود. اگر چهار ماشین داشته باشیم که بخواهیم مستقر کنیم، چهار ترکیب ممکن وجود خواهد داشت. برای مساله بیست ماشین، بیست جواب ممکن وجود دارد که در حدود $2 * 10^{18}$ ارزیابی نیاز خواهد داشت که این کار حتی برای کامپیوترهای پرسرعت امروزی دشوار است. از این رو این مسایل در دسته مسایل بسیار پیچیده (Dileep, 2001) قرار دارند و حل دقیق آنها بسیار مشکل و یا غیر ممکن است.

برخی از عناصر در دسته بندی مسایل مکان‌یابی نقش مهمی دارند. در واقع مسایل مکان‌یابی علاوه بر قرار گرفتن در دسته‌بندی یادشده می‌توانند به صورتهای مختلفی دسته بندی شوند، مانند مساله P-Median با محدودیت تقاضا و مساله P-Median بدون محدودیت تقاضا. از این رو در حین دسته بندی مسایل مکان‌یابی باید عناصری مانند انواع مراکز جدید، مکان مراکز موجود، برهم‌کنش مراکز موجود و جدید، مشخصات فضای جواب، اندازه فاصله، تلفیق با سایر مسایل، تقاضا، ظرفیت، نوع مراکز، قطعی و احتمالی بودن داده‌ها، تواتر اجرا، تنوع محصول و تابع هدف مورد توجه قرار گیرند.

اشتباهات متداول در مطالعات مکان‌یابی

اشتباه در تعیین محل ضررهای جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت و گاهی منجر به تغییر محل کارخانه با صرف هزینه‌های زیادشده، یا به رکود و تعطیلی کامل کارخانه می‌انجامد. عموماً اشتباه در تعیین محل، هنگامی پیش می‌آید که تعریف درستی از آنچه از ما خواسته می‌شود در دست نباشد. ولی اشتباههای دیگری نیز وجود دارد که حتی مدیران زیرک نیز دچار آن می‌شوند. برخی از این نوع اشتباهها برای توجه بیشتر مدیران، محققان و افراد کلیدی و تصمیم‌گیری در مسایل مکان‌یابی به این شرح بیان می‌شود:

1. فقدان بازرسی و شرح دقیق عوامل و نیازمندی‌ها.

2. چشم پوشی از بعضی شرایط مورد نیاز و بررسی ناقص نیازمندیهای طرح.

3. علایق شخصی یا تعصبات مسئولان در پذیرش حقایق و دلایل منطقی و علمی.

4. مقاومت مدیران اجرایی در انتقال به محل جدید.
5. توجه بیش از اندازه به نواحی شلوغ و صنعتی و در نتیجه نادیده گرفتن ناحیه‌هایی که به تازگی صنعتی شده و یا در شرف صنعتی شدن قرار دارند.
6. توجه بیش از اندازه به هزینه‌های زمین و در نتیجه انتخاب زمینهای ارزان یا رایگان.
7. بی‌توجهی به هزینه حمل و نقل و عدم برآورد درست آن.
8. قضاوت در مورد نیروی انسانی بالقوه بر مبنای نرخ دستمزد و بدون توجه به کارایی، مهارت، سابقه و تاریخچه کارگری و سایر عوامل مؤثر در انتخاب نیروی انسانی.
9. انتخاب جامعه‌ای با سطح فرهنگ و تحصیلات پایین به گونه‌ای که جذب نیروی متخصص بسیار مشکل باشد.
10. پافشاری در منافع آنی و کوتاه‌مدت و بی‌توجهی به آینده.
11. کافی نبودن اطلاعات و یا نادرست بودن آنها در مورد بازار، شیوه‌های حمل و نقل، مواد خام و سایر عوامل که در برآورد هزینه‌ها تأثیر دارند.
12. عوامل محیطی از جمله فشارهای سیاسی.
13. خطا در به کارگیری روشها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری مکان‌یابی.
14. عدم اولویت بندی (وزن دهی) مناسب به معیارهای تصمیم‌گیری.
15. نبود اطلاعات دقیق و کافی در زمینه معیارهای مورد نظر.
16. بی‌توجهی به استراتژیک بودن و اثرات بلندمدت تصمیم‌های مکان‌یابی.
17. بی‌توجهی به تغییر و تحولات آینده (تهدیدها، فرصتها، رشد تقاضا، به هم خوردن توازن مناطق و...)...
18. در نظر نگرفتن تغییرات سازمانی لازمه مکان‌یابی.

گفتنی است که عوامل یادشده بر اساس تجربه‌های مؤلفان در انجام پروژه‌های متعدد مکان‌یابی و تحلیل عوامل

شکست برخی از مراکز صنعتی به دست آمده است. توجه کافی به این عوامل ، ریسک تصمیم گیری در پروژه‌های مکان‌یابی را کاهش خواهد داد.

نتیجه گیری

مطالعات مکان‌یابی یکی از اقدامهای کلیدی در فرایند احداث واحدهای صنعتی یا خدماتی محسوب می شود که توجه به این مهم در موفقیت مراکز، نقش بسزایی دارد. اهمیت این مطالعات به اندازه‌ای است که به تازگی در مورد مراکز فعال نیز این مطالعات دوباره صورت می گیرد و در برخی از موارد منجر به تغییر محل واحد صنعتی نیز می شود .

مسایل مکان‌یابی از تنوع بسیار زیادی برخوردارند و در هر یک از آنها، هدفهای ویژه‌ای دنبال می‌شود. برای دستیابی به هدف هر مساله، باید از روشی ویژه برای حل آن مساله استفاده کرد و هنگام مطالعات نیز از درستی اطلاعات مورد استفاده اطمینان حاصل کرد .

معیار های مکان یابی واحدهای صنعتی (Location)

✿ ارتباط واحد با بیرون کارخانه از نظر جاده (Transportation System)

✿ نزدیکی به منبع مواد اولیه (Proximity To Source Of Raw)

✿ نزدیکی به بازار فروش (Proximity To Customers)

✿ انرژی (برق - سوخت - گاز و ...) (Cost & Availability Of Energy & Utilitties)

✿ نیروی انسانی (Cost,Availability,Skill & Productivity Of Labor)

✿ در مغایرت با فرهنگ جامعه نباشد.

✿ مقررات مالیاتی حکومتی (Taxes At The Federal,State,Country & Local Levels)

✿ دسترسی به زمین و توسعه آینده زمین مورد نیاز (Construction Costs & Land Price)

✿ ایمنی و حفاظت (Security & Safty)

۱- مقدمه

پیشبرد عالمانه و آگاهانه فعالیت های زنجیره تامین در راستای ایجاد و حفظ و مزیت های رقابتی پایدار، برای بقاء و توسعه در بازارهای جهانی، امری مهم و شایان توجه میباشد که بدون عنایت به آن، فعالیت های مدیریت لجستیک اثر بخشی لازم را دربر نخواهد داشت. براین اساس توسعه چهارچوب ها و الگوهای جهت شناسایی و اتخاذ رویکردهای صحیح و اثربخش در حوزه مدیریت زنجیره تامین از فاکتورهای کلیدی موفقیت می باشد. [31]

گونه های مختلفی از زنجیره تامین وجود دارد که هر یک در راستای احراز قابلیت های خاص برای انجام امور ویژه به صورت مطلوب طراحی شده است. آن چه که در توفیق استراتژیک یک زنجیره تامین با استراتژی رقابتی حاکم، اصلی است که می بایست در طراحی یک زنجیره تامین مدنظر قرار گیرد و از آن به عنوان تناسب استراتژیک در زنجیره تامین تعبیر شود. [1].

براین اساس در این تحقیق ابتدا چارچوبی برای ساختار دهی اهداف زنجیره تامین ارائه میگردد و سپس مبتنی بر چارچوب اهداف مذکور، اولویت های زنجیره تامین براساس استراتژی رقابتی مشخص گردیده و در نهایت استقرار اولویت های احصا شده از مجرای تعریف شاخص های عملکردی و محاسبه مقدار آن ها توسط یک مدل چند هدفه (modm) صورت می پذیرد.

۲- مرور مفاهیم مورد استفاده در تحقیق

منظور از زنجیره تامین شبکه ای از سازمان ها است که با ارتباطی بالا دستی به پایین دستی در فرایندها و فعالیت هایی درگیر می شوند و به صورت محصولات و خدمات ارائه شده به مشتری نهایی، تولید ارزش می کنند [2]. چپرا و مندل عنوان نموده اند که یک زنجیره تامین شامل همه اجزائی است که به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم در برآوردن یک نیاز مشتری درگیر هستند. یک زنجیره تامین تنها در برگیرنده تولید کننده و تامین کنندگان نیست، بلکه شامل حمل کنندگان، انبارها، خرده فروشان و حتی خود مشتریان می باشد [1]. مدیریت زنجیره تامین، فرایندهای زنجیره تامین را ارتباط داده، جهت دهی نموده و هماهنگ می نماید و موجب جریان مواد و اطلاعات

بین تامین کنندگان و مشتریان می گردد. بر این اساس، مدیریت زنجیره تامین عبارت است از هماهنگی و همکاری های استراتژیک و بلند مدت بین تولیدکنندگان مرتبط در شبکه لجستیک جهانی، برای توسعه و تولید محصولات، هم در تولید و تدارک و هم در محصول و فرایند نوآوری [3].

از سوی دیگر استراتژی عبارت است از یک طرح بلند مدت از اعمال طراحی شده جهت دستیابی به یک آرمان و هدف ویژه، که غالباً « پیروزی » است. استراتژی از تاکتیک ها یا اعمال فوری با منابع در اختیار از حیث طبیعت از پیش طراحی شده و اغلب تمرین شونده تمایز می گردد. استراتژی ها جهت آسان کردن مسائل برای فهم و حل مورد استفاده قرار می گیرد [4]. استراتژی در استفاده عمومی اخیر به طرحی جهت رسیدن به موقعیت انتخاب شده اطلاق می گردد و در شرایط اقتصادی، استراتژی به مفهوم چگونگی دستیابی به اهداف می باشد [5]. استراتژی می تواند در سطوح مختلف اعم از سطح سازمانی، سطح کسب و کار، سطح وظیفه ای و سطح عملیاتی تدوین می گردد.

براین اساس مدیریت استراتژیک زنجیره تامین ناظر به فهم و ادراک چشم انداز scm از طریق کمک گرفتن از یک استراتژی زنجیره تامین، که در آن قابلیت های موفقیت لجستیک ایجاد شده و حوزه های هدف اولویت بندی شده است می باشد [6]. یا به تعبیر دیگر، مدیریت زنجیره تامین استراتژیک این امر را که چه مشتریانی توسط زنجیره تامین و با چه محصولاتی و با چه شریکان و فرایندهایی خدمت دهی می شوند را تعیین می کند. چپرا چپرا و مندل قائل به سه منظر در تصمیم گیری در یک زنجیره تامین هستند: استراتژی زنجیره تامین یا طراحی، برنامه ریزی زنجیره تامین و عملیات زنجیره تامین. بر این اساس در سطح استراتژی زنجیره تامین، با در نظر گرفتن طرح های بازاریابی و قیمت دهی برای یک محصول، شرکت در خصوص این که چگونه زنجیره تامین را در طول چند سال آینده ساختار بندی نماید تصمیم می گیرد. در این مرحله در خصوص اینکه چه زنجیره چه آرایش و ترکیبی خواهد داشت، منابع چگونه تخصیص داده خواهند شد و هر کدام از مراحل زنجیره تامین چه فرایندهایی را عهده دار خواهند شد تصمیم گیری می شود.

لذا با توجه به مفاهیم مذکور، می توان استراتژی زنجیره تامین را به عنوان اصول راهنمایی جهت ارتباط اهداف، طرح ها و سیاست ها در طول همه سطوح زنجیره تامین عنوان نمود [7] و یا به عبارت دیگر استراتژی زنجیره تامین را به عنوان مجموعه ای از SCM اولویت بندی شده به معنی اولویت های استراتژیک، و یک راه جهت عملیاتی نمودن آنها به معنی تعیین شاخص های مطلوب و مناسب، به منظور تقویت و سرمایه گذاری بر روی آنچه پتانسیل های موفقیت لجستیک که به صورت بالفعل می تواند منتج به عملکرد موفق و کسب و کار گردد تعریف کرد [8].

از سوی دیگر مفهوم تناسب استراتژیک در ادبیات عمومی مدیریت استراتژیک به مفهوم کلی تناسب استراتژی مدنظر با استراتژی های سطوح بالاتر و استراتژی های هم سطح به کار رفته است. موضوع تناسب استراتژیک به طور خاص در زمینه ایجاد تناسب بین استراتژی های وظیفه ای با استراتژی رقابتی مورد توجه قرار گرفته و مقالات

متعددی با رویکردهای مختلف به این همخوانی استراتژی زنجیره تامین با استراتژی رقابتی است که در مراجعه مختلف مورد بحث قرار گرفته و چارچوب ها و ابزارهای متنوعی برای دستیابی به آن توسعه داده شده است که در بخش بعدی این فصل به آنها پرداخته خواهد شد [1].

۲-۱- MODM

فرم کلی مدل های MODM^۱ به صورت زیر است [۱۵].

$$\text{Opt } F(x) = \{f_1(x), \dots, f_k(x)\} ; x = (x_1, \dots, x_n) \quad (1)$$

$$\text{s. t. } g_i(x) \leq 0 ; i = 1, \dots, m \quad (2)$$

این مدل ها به دلیل اینکه معمولاً راه حل بهینه ندارند، نیازمند انتخاب راه حل مفید و موثر مناسب به کمک تصمیم گیرنده اصلی یعنی DM^۲ می باشند. بنابراین روش های حل این مدل ها به ۴ دسته تقسیم بندی می شود که عبارتند از [۱۵]:

- روش هایی که بدون گرفتن اطلاعات از DM قابل استفاده اند: مانند روش L-P متریک
 - روش هایی که با گرفتن اطلاعات اولیه از DM قابل استفاده اند: مانند روش های اهداف حددار، لکسیکوگراف، برنامه ریزی آرمانی، دسترسی به مقصد
 - روش هایی که با گرفتن اطلاعات تعاملی (میان کنشی)^۳ از DM قابل استفاده اند، مانند روش های گفرین، <SEMOP و STEM، زیونتر، SWT, SIMOLP
 - روش هایی که با گرفتن اطلاعات نهایی از DM قابل استفاده اند، مانند روش های پارامتریک و سیمپلکس چند معیاره
- با توجه به اینکه معمولاً DM در تصمیم گیری ها کمتر در دسترس بوده و تا حد امکان بهتر است کمتر مورد استفاده قرار گیرد، ولیکن راه حل به دست آمده بیشترین رضایت DM را نیز جلب نماید، از اینرو روش هایی که به DM نیاز چندانی ندارند و یا در ابتدا یا انتهای کار فقط از او نظرخواهی می کنند، بیشتر مورد استقبال مدلسازان قرار می گیرد.

مدل های MODM در سال های ابتدایی ظهورشان بیشتر مورد استقبال قرار می گرفتند و روش هایی مختلف و متنوع برای حل اینگونه مدل های ارائه می گردید و همچنان نیز روش ها و الگوریتم هایی ارائه می گردد که هر یک دارای معایب و مزایای خاص خود هستند برخی محققین مدل های تصمیم گیری چند هدفه را در تحقیقات خود معرفی نموده و یا در زمینه هایی مانند تولید به کاربردند [۱۶-۱۷]. برخی دیگر نیز ترکیب مدل های چند

¹ - Multiple Objective Decision Making

² - Decision Maker

³ - Interactional

هدفه را با مباحث فازی در زمینه های مختلف به کار برده و یالگوریتم هایی برای حل آنها ارائه دادند [۲۱-۱۸]. همانطور که در مدل های چند هدفه پارامترها می توانست فازی باشد ، مدل های چند هدفه احتمالی نیز در تحقیقات محققین گاهاً دیده می شود [۲۲، ۱۹].

با توجه به اینکه اگر تعداد توابع هدف ، محدودیتها و یا متغیرها زیاد باشد ، حل چنین مدلهایی به سادگی و به طور مستقیم مقدور نیست ، در این حالات از روش های فراابتکاری^۴ استفاده می گردد. روش هایی مانند شکل های عصبی و الگوریتم ژنتیک بیش از سایر الگوریتم ها مورد استفاده محققین در حل مدل های چند هدفه بوده است [۲۴-۲۳، ۲۰].

بسیاری از محققین نیز برای حل مدل های تصمیم گیری چند هدفه الگوریتم هایی را ارائه داده اند که برخی از آنها فقط در کاربردهای خاصی قابل استفاده است. به عنوان مثال هو و همکاران الگوریتمی را برای حل مدل های MODM با پارامترهای فازی ارائه دادند [۲۱]. نیومن و همکاران یک روش تعاملی^۵ جهت حل مدل های MODM پیشنهاد دادند [۲۵]. ساساکی و همکاران نیز برای حل مدل های MODM صفر و یک با پارامترهای فازی روشی ارائه دادند [۲۶]. هو و همکاران نیز برای حل مدل های MODM فازی یک روش تعاملی پیشنهاد کردند [۲۷]. جهت ارائه الگوریتم های حل دیگر در زمینه مدل های MODM می توان مراجع دیگری را نیز مشاهده نمود [۲۹-۲۸].

برخی از معایب روش های موجود جهت حل مدل های MODM به قرار ذیل است:

- پیاده سازی آنها دشوار است.
- برخی از آنها قابلیت کدنویسی کامپیوتری به طور صحیح را ندارند
- به DM زیاد رجوع می کنند
- یادگیری و به خاطر سپاری آنها برای استفاده های بعدی به سختی صورت می گیرد.

۳- ساختار دهی اهداف زنجیره تامین

لیست اولیه اهداف ممکن است شامل مواردی که واقعا هدف نیستند. این لیست غالباً شامل گزینه ها، محدودیت ها و معیارها برای ارزیابی گزینه ها می باشد. که می بایست با تعمق و استدلال به اهداف تبدیل شوند. پس از آن لیست اهداف پیشنهادی دربرگیرنده اهداف ابزاری و اهداف بنیادی خواهد بود. تفکیک این دو نوع هدف و تبیین ارتباط آنها به صورت مستدل و منطقی امری مهم است. در این راستا دو مفهوم اساسی مکرراً مورد استفاده قرار می گیرد. مفهوم اول عبارت است از اتصال اهداف از طریق ارتباطات ابزاری- غایت؛ مفهوم بعدی عبارت است از تعیین اهداف بنیادی.

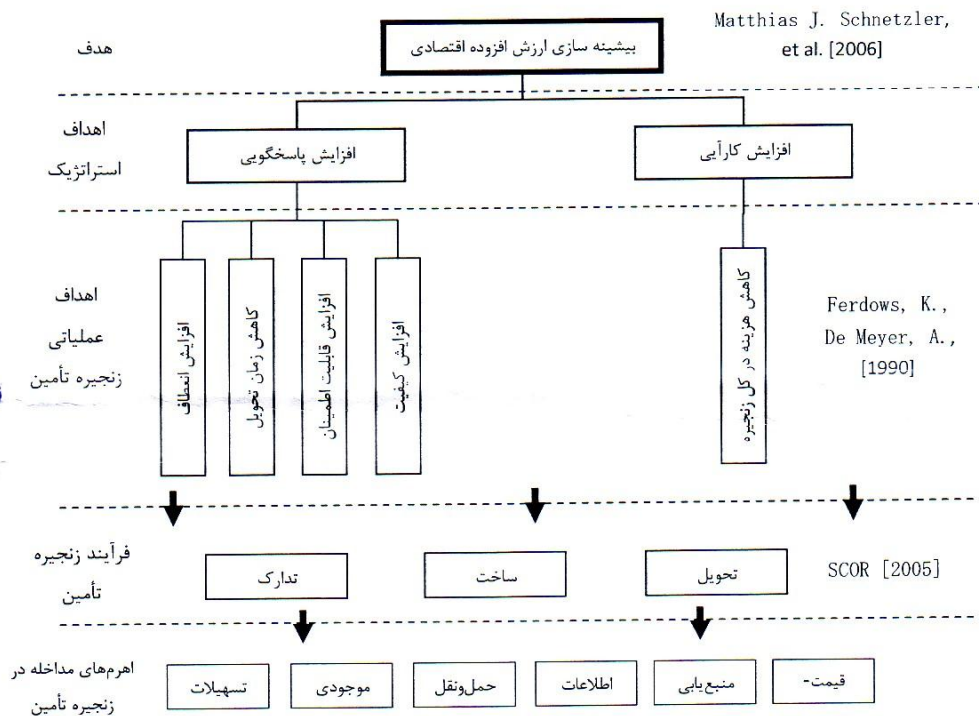
⁴ - Meta Heuristic

⁵ - Interactive

رهگیری اهداف غایی از اهداف ابزاری مشخص می‌بایست منجر به حداقل یک هدف بنیادی در حوزه تصمیم مدنظر گردد. برای هر هدف، بپرسید که « چرا این هدف در تصمیم و مسئله مدنظر مهم است؟ » دو پاسخ به این پرسش می‌توان در نظر گرفت: پاسخ اول این که هدف یکی از دلایل حیاتی در حوزه تصمیم مدنظر است که در این صورت هدفی، هدف بنیادی خواهد بود. پاسخ بعدی این که هدف به علت دلالت به یک هدف دیگر مهم است که در این صورت چنین هدفی یک هدف ابزاری خواهد بود [31].

مفهوم مهم دیگر در تعیین اهداف بنیادی عبارت از مشخص سازی است. مقصود شکستن یک هدف به اجزاء منطقی آن می‌باشد که خروجی این رویه سلسله مراتب اهداف بنیادی خواهد بود در سلسله مراتب اهداف بنیادی، نظم روشن و ساده ای به چشم می‌خورد. هر هدف رده پایین تنها مستقیماً به هدف رده بالاتر ارتباط دارد. آنچه که هنگام ساختار دهی اهداف بنیادی بایست مدنظر قرار گیرد این است که تعیین شناسه‌هایی برای سنجش میزان تحقق اهداف مفید واقع می‌شود. این شناسه‌ها بر غنای تعاریف و فهم ما از اهداف می‌افزاید. بنابراین موشکافی سلسله مراتب اهداف تا اهداف رده پایین تر، تا آنجا ادامه می‌یابد که به سطحی از شناسه‌های معقول برسیم.

بر این اساس، ما در این پژوهش ابتدا به تدوین شبکه اهداف مقطعی - نهایی پرداخته و سپس براساس خروجی حاصل از آن در خصوص اهداف بنیادی زنجیره تامین، سلسله مراتب اهداف و چهارچوب مداخلات زنجیره تامین را ترسیم نمودیم که در شکل ۱ نشان داده شده است. چهارچوب مذکور بستری برای تصمیم‌گیری ساختاریافته در خصوص احصا اولویت‌های استراتژیک زنجیره تامین تمهید می‌نماید [31].



شکل ۱- سلسله مراتب اهداف زنجیره تامین

۴- تعیین شاخص ها در قالب سلسله مراتب اهداف تدوین شده

پس از ترسیم سلسله مراتب و چارچوب مداخلات در زنجیره تامین، به تبیین شاخص های مرتبط می پردازیم. هدف از تعریف شاخص های مذکور، ترجمه عملیاتی اولویت های استراتژیک زنجیره تامین به شاخص های عملکردی است که قابلیت عملیاتی شدن در سطح اجرایی زنجیره تامین را دارند. به تعبیر دیگر استقرار استراتژی ها و اولویت های استراتژیک زنجیره تامین از مجرای تعیین نشانگه برای شاخص های تعریف شده محقق می گردد [31].

۵- گردآوری اطلاعات در خصوص شاخص های تعیین شده جهت تصمیم گیری

پس از تعریف شاخص های عملکردی زنجیره تامین، در این بخش به احصاء اطلاعات مربوط به آنها جهت تعیین حوزه تمرکز استراتژیک زنجیره تامین می پردازیم. به این منظور مقدار بالفعل شاخص در زنجیره تامین، مقدار بالقوه شاخص در زنجیره تامین، حداقل مقدار رقابتی شاخص در گستره رقابتی مد نظر، بهترین مقدار شاخص در فضای رقابتی و میزان هزینه لازم برای ایجاد یک واحد بهبود در شاخص را تعیین می کنیم. مقدار بالفعل شاخص ناظر به میزان فعلی شاخص در زنجیره تامین است و قابلیت ها و ویژگی ها موجود آن را نمایش می دهد. مقدار بالقوه شاخص در زنجیره تامین نشان دهنده مقداری از شاخص است که با فرض هیچ گونه محدودیت حاکم و با توجه به قابلیت های بالقوه زنجیره تامین شاخص می تواند به این مقدار برسد. حداقل مقدار رقابتی شاخص در

فضای رقابتی ناظر به حداقل مقداری از شاخص است که زنجیره تامین می بایست حائز آن باشد تا بتواند در فضای رقابتی به بقا خود ادامه دهد. شایان ذکر است در تعیین مقدار مذکور فرض را بر استقلال شاخص ها می گذاریم و به تعیین حداقل مقدار رقابتی با توجه به ثابت بودن میزان همه شاخص های دیگر می پردازیم. برای تعیین میزان هزینه لازم برای ایجاد یک واحد بهبود در شاخص از تحلیل هزینه های زنجیره تامین استفاده می کنیم. بر این اساس با توجه به چارچوب ارائه شده و تحلیل اهداف قید شده، هزینه ها را در سه دسته عمده هزینه های عملیاتی، هزینه های دارایی های ثابت و هزینه دارایی های در گردش بررسی خواهیم نمود. هزینه های عملیاتی دربرگیرنده فرایندهای گردش اطلاعات و مواد، فرایندهای مدیریت لجستیک و فرایندهای انبارش می باشد [12].

۶- توسعه مدل تصمیم گیری و اولویت بندی اهداف و تعیین نشان گاه شاخص های عملکردی مبتنی بر اولویت های احصا شده

۶-۱- تنظیم مدل تصمیم گیری

در این بخش، به توسعه مدلی جهت تصمیم گیری در خصوص پارامترهای کلان و عملیاتی زنجیره تامین خواهیم پرداخت. به تعبیر دیگر با توجه به موضوع پژوهش، در این بخش به دنبال آن هستیم که حوزه های تمرکز زنجیره تامین را با توجه به استراتژی رقابتی مفروض تعیین نموده و سپس آنها را از مجرای شاخص های تعریف شده و تعیین نشان گاه برای آنها پیاده سازی نماییم. به این منظور و با توجه به ماهیت سلسله مراتب اهداف تعیین شده در بخش قبلی، بایست با توجه به استراتژی های رقابتی حاکم بین دو هدف استراتژیک کارایی و پاسخ گویی تعادل و توازن ایجاد گردد. این تعادل بایست به نحوی باشد که با استراتژی رقابتی تناسب داشته باشد. به تعبیر دیگر اگر استراتژی رقابتی ناظر به تمایز باشد، توازن مذکور به سمت افزایش پاسخگویی در زنجیره تامین سنگینی خواهد کرد و در صورتی که استراتژی رقابتی ناظر رهبری کاهش هزینه باشد، توازن به سمت کارایی گرایش پیدا خواهد کرد. میزان گرایش زنجیره تامین به سمت هر یک از این اهداف استراتژیک، با توجه به استراتژی رقابتی، توسط نظر خبرگی احصاء می شود. در گام بعدی با توجه به اطلاعات فضای رقابتی که در بخش قبلی احصاء گردیده است، تصمیم گیری در خصوص مقدار نشان گاه هر یک از شاخص ها بایست صورت پذیرد [31].

ما در این پژوهش برای شکل دهی مدل تصمیم، با توجه به ماهیت مسئله پیشه رو از یک مدل تصمیم گیری چند هدفه (MODM) استفاده می کنیم. در این مدل هدف اول ناظر به افزایش پاسخگویی و هدف دوم ناظر به افزایش کارایی خواهد بود. وزن هر یک از این اهداف، همانگونه که بیان گردید، با توجه به استراتژی رقابتی مفروض و مبتنی بر نظر خبرگی احصاء می گردد. به این منظور از متغیرهای زبانی فوق العاده خیلی مهم، مهم؛ نسبتا مهم و

کم اهمیت استفاده می شود. برای کمی کردن متغیرهای زبانی مذکور از طیف لیکرتی به صورت زیر استفاده می شود.

تعیین میزان اهمیت هر یک از شاخص ها در هدف عملیاتی مربوطه نیز به همین منوال صورت می پذیرد. برای تعیین وزن نرمال هر یک از اهداف عملیاتی از رابطه زیر استفاده می نماییم:

$$v_i = \frac{t_i}{\sum_{j=1}^5 t_j} \quad (1)$$

که در آن t_i مقدار کمی اظهار نظر خبره در خصوص وزن هدف مذکور است. همچنین برای تعیین میزان اهمیت هر یک از شاخص ها در هدف عملکردی مربوطه نیز به طور مشابه از رابطه زیر استفاده می کنیم که در آن i, j مقدار کمی میزان اهمیت شاخص که توسط خبره در قالب متغیرهای زبانی بیان شده است می باشد:

$$w_{ij} = \frac{i_{ij}}{\sum_{j=1}^{m_i} i_{ij}} \quad (2)$$

با توجه به اوزان به دست آمده برای اهداف، مدل چند هدفه تصمیم گیری مسئله به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{Max } z_1 = \sum_{i=1}^4 v_i \sum_{j=1}^{m_i} w_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

$$\text{min } z_2 = v_5 \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{m_i} c_{ij} (x_{ij} - a_{ij}) \quad (4)$$

St:

$$l_{ij} \leq x_{ij} \leq b_{ij}$$

x_{ij} : شاخص زام هدف عملیاتی i ام.

w_{ij} : میزان اهمیت زام در هدف عملیاتی i ام.

v_i : وزن هدف عملیاتی i ام که از مجرای نظر خبرگی با در نظر گرفتن استراتژی رقابتی به دست می آید.

m_i : تعداد شاخص های عملکردی مرتبط با هدف عملکردی i ام.

v_5 : وزن هدف عملیاتی کاهش هزینه که از مجرای نظر خبرگی و از مقایسه زوجی اهداف با در نظر گرفتن استراتژی رقابتی به دست می آید.

c_{ij} : هزینه تغییر یک واحد مقدار شاخص x_{ij}

b_{ij} : مقدار فعلی شاخص x_{ij} در زنجیره تامین

b_{ij} : مقدار بالقوه شاخص x_{ij} در زنجیره تامین

l_{ij} : حداقل مقدار رقابتی شاخص x_{ij} در محیط رقابتی حاکم بر زنجیره تامین.

۶-۲- حل مدل تصمیم گیری

بسیاری از روش های ابتکار و فراابتکاری مثل الگوریتم ژنیک برای حل مدل های MODM مورد استفاده قرار گرفته اند [13]. اما با توجه به ابعاد مسئله و تعداد پارامترها و محدودیت های مسئله از نرم افزار LINGO8 می توان برای حل مدل مذکور استفاده نمود روش ها و رویکردهای مختلفی در ادبیات برای حل این مدل ها توسعه یافته و مورد استفاده قرار گرفته است. ماهیت مسائل MODM وجود اهداف متعارض است که نیل به یک هدف در تعارض با دستیابی به هدف دیگر است. در مدل مذکور و با توجه به ماهیت اهداف قید شده این خصوصیت کاملاً صادق است و افزایش پاسخگویی که در هدف اول قید شده است موجب افزایش هزینه خواهد شد که متناقض با مطلوب هدف دوم که کمینه کردن هزینه است می باشد.

یک راه حل ایده آل برای یک مسئله MODM، راه حلی است که نقه بهینه برای هر دو هدف را به دست می دهد. اما ممکن است چنین نقطه ای در فضای شدنی مسئله محقق نگردد. یک راه حل کارا، نقطه ای است که در آن هیچ یک از اهداف بدون این که موجب کاهش مطلوبیت هدف بعدی شوند امکان بهبود ندارند. یک حل مرجح (که به عنوان بهترین حل نیز شناخته می شود) یک راه حل کارا است که توسط تصمیم گیر به عنوان تصمیم نهایی انتخاب می شود. با توجه به این که ماهیت مسئله ما به گونه ای است که اولویت اهداف ما ترتیبی نیست، لذا نمی توانیم از روش های ترتیبی مانند روش لکسیکوگراف که در آن ملزم به رتبه بندی اهداف براساس نظر تصمیم گیر هستیم استفاده کنیم. ما برای حل مدل مذکور از روش « تابع مطلوبیت » مبتنی بر روش معیار عمومی استفاده می کنیم [31].

روش معیار عمومی برای یک مسئله MODM، مسئله را براساس تابع هدف زیر و در نظر گرفتن محدودیت های مسئله حل می کند [14]. توجه کنید که در تابع مطلوبیت ذیل عبارت اول مربوط به تابع هدف کمینه سازی و عبارت دوم مربوط به تابع هدف بیشینه سازی است:

$$\min U_p = \left(\frac{Z_1^* - Z_1}{Z_1^*} \right)^p + \left(\frac{Z_2 - Z_2^*}{Z_2^*} \right)^p \quad (6)$$

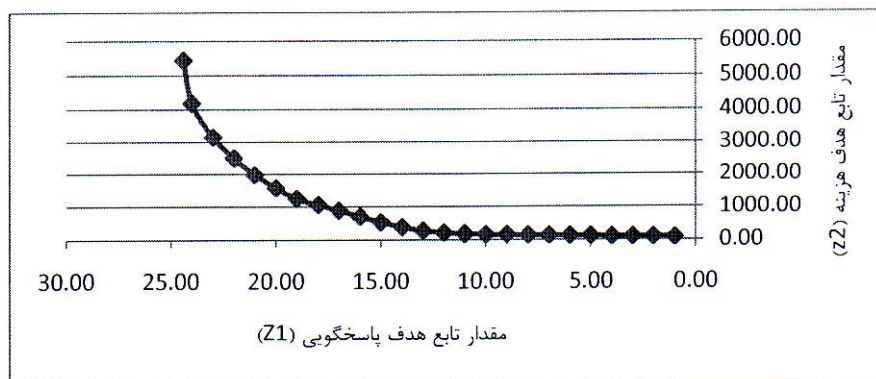
بویچوک و اوچینیکوف [15] پیشنهاد داده اند در عبارت اخیر $P=1$ قرار گیرد و سالوکوآدزه [16] پیشنهاد داده است $P=2$ قرار داده شود. با این حال، مقادیر دیگری را نیز می توان در عبارت فوق مورد استفاده قرار داد و این دو مقدار قید شده محدود کننده نیستند. ما در مطالعه موردی که مورد بررسی قرار خواهیم داد از هر دو مقدار $P=1$ و $P=2$ استفاده خواهیم کرد.

با توجه به اینکه در مدل پیشنهادی همه توابع هدف و محدودیت های مسئله خطی هستند، از این رو با قرار دادن $P=1$ عبارت (۱) یک مسئله برنامه ریزی خطی خواهد بود که همه نرم افزارهای حل کننده مسائل LP قادر به حل آن هستند. زمانی که همه توابع هدف و محدودیت ها خطی هستند و $P=2$ در نظر گرفته می شود، در این صورت مسئله یک مسئله برنامه ریزی محدب خواهد بود که این مسئله نیز می تواند با استفاده از نرم افزارهای

مربوطه و یا روش های دستی حل شده و نقطه بهینه محلی آن محاسبه گردد که این نقطه بهینه محلی، نقطه بهینه عمومی نیز خواهد بود [31].

۷- مطالعه موردی

نمونه مطالعاتی مذکور مربوط به زنجیره تامین رادیو داریو تکنسیوم است. این رادیو دارو در حوزه پزشکی هسته ای و توسط مراکز ارائه دهنده خدمات پاراکلینکی پزشکی هسته ای مورد استفاده قرار می گیرد. در زنجیره تامین این محصول با توجه به کوتاه بودن طول عمر این محصول زمان از اهمیت بالایی برخوردار است. ما در این نمونه مطالعاتی برای گردآوری اطلاعات مربوطه در قالب متدولوژی بیان شده از نظر خبرگی بهره گرفته ایم و سعی کردیم مقادیر مورد نیاز برای تصمیم گیری را که شامل میزان اهمیت و تاثیر شاخص در راستای افزایش پاسخگویی و یا کاهش هزینه، مقدار بالفعل شاخص در زنجیره تامین، مقدار بالقوه شاخص در زنجیره تامین که در بازه زمانی میان مدت قابل دسترسی است، حداقل مقدار شاخص و مقدار بهینه شاخص در صنعت مربوطه را احصاء نماییم. براین اساس، حل ایده آل مدل مذکور برای نمونه مطالعاتی به صورت $Z_1^* = 24.40$, $Z_2^* = 125.7$ می باشد که به صورت همزمانی شدنی نمی باشد و این مدل جواب ایده آل ندارد. بنابراین می بایست با توجه به شرایط حاکم و نقطه نظرات تصمیم گیران، یک جواب کارا به عنوان جواب مرجع انتخاب گردد. شکل ۲ نمودار نحوه تغییر تابع هدف مربوط به کمینه کردن هزینه را نسبت به تغییر مقدار تابع هدف پاسخگویی نشان می دهد.



شکل ۲- نمودار نحوه تغییرات مقادیر توابع هدف در حل های کارا

ما برای انتخاب راه حل مرجع از روش معیار عمومی استفاده کردیم که براساس آن در حالت $P=1$ ، میزان پاسخگویی مطلوب برای زنجیره تامین برابر ۱۰,۷۵ خواهد بود که این سطح از پاسخگویی مستلزم صرف ۱۷۰ واحد هزینه است. در حالت $P=2$ مقدار پاسخگویی مطلوب زنجیره تامین برابر ۱۱,۱ خواهد بود که این میزان از پاسخگویی مستلزم صرف ۲۳۳ واحد هزینه است [31].

- [1] Chopra and Meindl, Supply Chain Management, 3rd ed., Pearson Education, 2007.
- [2] Christopher, M., Logistic and supply Chain Management strategies for reducing cost improving service, 2nd ed., London 1998.
- [3] Schonsleben, P., Integral Logistics Management-Planning and Control of Comprehensive supply Chains, second ed. St. Lucie Press, Boca Raton, 2003.
- [4] ELLIS JONES, KAREN; et al, The strategy Reader. Milton Keynes MK7 6AA, UK: The Open University, 10-73, 1998.
- [5] Hines, T., Supply Chain Strategies, First Edition, Published by Elsevier Ltd, 2004.
- [6] Stevens, G., "Integrating the supply chain", International Journal Distribution & Materials management 19 (8) 3-8, 1989.
- [7] Harrison, A., New, C, The role of coherent supply chain strategy and performance management in achieving competitive advantage: An international study. Journal of the Operational Research Society 53 (3), 263-271, 2002.
- [8] Matthias J. Schnetzler, Andreas Sennheiser, Paul Schonsleben, A decomposition –based approach for the development networks. International Journal of Production Economics 90 (1), 47-58, 2007
- [9] Machand, D., Kettinger, W., & Rollins J., Information orientation: people, technology and the bottom line. Sloan Management Review 41 (4), 69-80, 2000.
- [10] Hadamitzky, M.C., Analyse und Erfolgsbeurteilung logistischer Reorganisationen, Gabler, Wiesbaden, 1995.
- [11] Aickelin, U., An indirect genetic algorithm for set covering problem, Journal of the Operations Research Society 53(10), 1118-1126, 2003.
- [12] Hwang, C.L., Lin, M.L., Group Decision Making Under Multiple Criteria. Springer, New York, 1987.
- [13] Boychuk, L.M., Ovchinnikov, V.O., Principal methods for multicriterial optimization problems (suevey), Soviet Automatic Control 6(3), 1-4, 1973.
- [14] Salukvadze, M.E., Optimization of vector functionals II the analytic construction of optimal controls. Automation and Remote Control 32 (9, part 1), 1347-1357, 1971.
- [15] اصغر پور، م.ج. تصمیم گیری های چند معیاره، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۷۷
- [16] Homburg, C., "Hierarchical multi-objective decision making", European Journal of Operational Research, Vol. 105, No. 1, pp. 155-161, 1998.
- [17] wwnng, C.L., .d d, RRR., on, ..., nnd aasud, AMMM, "Mathematical programming with multiple objectives: A tutorial, Computers & Operations Research, Vol. 7, No. 1-2, pp. 5-31, 1980.
- [18] Osman, M. S., Abo-ninn, .. A., Amrr, A. ..., nnd Emmm, .. E., "A multi-level non-linear multi-objective decision-making under fuzziness, Applied Mathematics and Computation, Vol. 153, No. 1, pp. 239-252, 2004.
- [19] Xu, J., nnd L u, ..., "Multi-objective decision making model under fuzzy random environment and its application to inventory problems, Information Sciences, Vol. 178, No. 14, pp. 2899-2914, 2008.

- [20] ssskki .., nnd nnnΔ .., "Fuzzy multiple objective optimal system design by hybrid genetic algorithm((rApplied Soft Computing, Vol. 2, No. 3, pp. 189-196, 2003.
- [21] eu, ,, Lu, J., nnd Zhnng, .., "A new approximate algorithm for solving multiple objective linear programming problems with fuzzy parameters,, Applied Mathematics and Computation, Vol. 174, No. 1, pp. 524-544, 2006.
- [22] Xu, J., and Zhou, X., "Making model with birandom coefficients and its application to flow shop scheduling problem,, Information Sciences, Vol. 179, No. 17, pp. 2997-3017, 2009.
- [23] ningh, R..., Choudhury, A.TT, Twwoopp...h bbu ssaarhh approcImproved Decision Neural Network (IDNN) based consensus method to solve a multi-objective group decision making problemhhJAdvanced Engineering Informatics, Vol. 21, No. 3, pp. 335-348, 2007.
- [24] hhorbnni ,, nnd Rbbbnni .., "A new multi-objective algorithm for a project selection problem,, Advances in Engineering Software, Vol. 40, No. 1, pp. 9-14, 2009.
- [25] uuumn, PPP., BBd vv ennn lgooorhm foAn iterative algorithm for interactive multiobjective programmingrr Advances in Water Resources, Vol. 1, No. 1, pp. 1-14, 1977.
- [26] Sasaki, M., Nakahara, Y., and Gen, .., "Kenichi Ida An efficient algorithm for solving fuzzy multiobjective 0–1 linear programming problem,, Computers & Industrial Engineering, Vol. 21, No. 1-4, pp. 647-651, 1991.
- [27] uu, C., hhnn, .., nnd Li ,, "An interactive satisficing method based on alternative tolerance for fuzzy multiple objective optimization,, Applied Mathematical Modelling, Vol. 33, No. 4, pp. 1886-1893, 2009.
- [28] Chuudhur ,, nnd Dbb, .., "An interactive evolutionary multi-objective optimization and decision making procedure,, Applied Soft Computing, Vol. 10, No. 2, pp. 496-511, 2010.
- [29] hhmminn, ..R. mmtmmtmhhomi MMM.T, nnd hhzznnfi .., "A hybrid system for multiobjective problems – A case study in NP-hard problems,, Knowledge-Based Systems, Vol. 20, No. 4, pp. 426-436, 2007.
- [۳۱] رسولی بیرامی، احمدوند. ۱۳۸۹، " دستیابی به تناسب استراتژیک در زنجیره تامین با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند هدفه"، هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک تکنیک جستجویی در علم رایانه برای یافتن راه حل تقریبی برای بهینه سازی و مسائل جستجو است. الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتم های تکامل است که از تکنیک های زیست شناسی فرگشتی مانند وراثت و جهش استفاده می کند. در واقع الگوریتم های ژنتیک از اصول انتخاب طبیعی داروین برای یافتن فرمول بهینه جهت پیش بینی یا تطبیق الگو استفاده می کنند. الگوریتم های ژنتیک اغلب گزینه خوبی برای تکنیک های پیش بینی بر مبنای تصادف هستند. مختصراً گفته می شود که الگوریتم ژنتیک یک تکنیک برنامه نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان یک الگوی حل مسئله استفاده می کند. مسأله ای که باید حل شود ورودی است و راه حل ها طبق یک الگو کد گذاری میشوند که تابع $fitness$ نام دارد هر راه حل کاندید را ارزیابی می کند که اکثر آنها به صورت تصادفی انتخاب می شوند.

بسیاری از دانشمندان و اندیشمندان، میل به تکامل را مهترین عامل پیشرفت دستگاه آفرینش وانسان می دانند. از این دیدگاه هر پدیده ای را که بنگرید، یک مسأله جستجو است. انسان همواره می کوشد تا به تکامل برسد، از این رو می اندیشد، می پژوهد، می کاود، می سازد، می نگارد و همواره می کوشد تا باقی بماند. حتی می توان گفت که میل به زادن فرزند، گامی در برآوردن این نیاز و البته دیگر جانداران است. می توان این تلاش در راه رسیدن به تکامل را یک مسأله جستجو تعبیر کرد.

ایده اصلی استفاده از الگوریتم ژنتیک

در دهه 70 میلادی دانشمندی از دانشگاه میشیگان به نام جان هلند ایده استفاده از الگوریتم ژنتیک را در بهینه سازی های مهندسی مطرح کرد. ایده اساسی این الگوریتم انتقال خصوصیات موروثی توسط ژن هاست. (ژنها قطعاتی از یک کروموزوم هستند که اطلاعات مورد نیاز برای یک مولکول DNA یا یک پلی پپتید را دارند. علاوه بر ژنها، انواع مختلفی از توالی های مختلف تنظیمی در روی کروموزوم ها وجود دارد که در همانندسازی، رونویسی و... شرکت دارند). فرض کنید مجموعه خصوصیات انسان توسط کروموزوم های او به نسل بعدی منتقل می شوند. هر ژن در این کروموزوم ها نماینده یک خصوصیت است. بعنوان مثال ژن 1 می تواند رنگ چشم باشد، ژن 2 طول قد، ژن 3 رنگ مو و الی آخر. حال اگر این کروموزوم به تمامی، به نسل بعد انتقال یابد، تمامی خصوصیات نسل بعدی شبیه به خصوصیات نسل قبل خواهد بود. بدیهیست که در عمل چنین اتفاقی رخ نمی دهد. در واقع بصورت

همزمان دو اتفاق برای کروموزوم ها می افتد. اتفاق اول موتاسیون (جهش) است. موتاسیون به این صورت است که بعضی ژن ها بصورت کاملاً تصادفی تغییر می کنند. البته تعداد اینگونه ژن ها بسیار کم می باشد اما در هر حال این تغییر تصادفی همانگونه که بیشتر دیدیم بسیار مهم است. مثلاً ژن رنگ چشم می تواند بصورت تصادفی باعث شود تا در نسل بعدی یک نفر دارای چشمان سبز باشد، در حالی که تمامی نسل قبل دارای چشم قهوه ای بوده اند. علاوه بر موتاسیون اتفاق دیگری که می افتد و البته این اتفاق به تعداد بسیار بیشتری نسبت به موتاسیون رخ می دهد چسبیدن ابتدای یک کروموزوم به انتهای یک کروموزوم دیگر است. این همان چیز است که مثلاً باعث می شود تا فرزند تعدادی از خصوصیات پدر و تعدادی از خصوصیات مادر را با هم به ارث ببرد و از شبیه شدن تام فرزند به تنها یکی از والدین جلوگیری می کند.

الگوریتم ژنتیک به دلیل تقلید نمودن از طبیعت دارای چند اختلاف اساسی با روش های جستجوی مرسوم می باشد که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می کنیم:

- الگوریتم ژنتیک با رشته های بیتی کار می کند که هر کدام از این رشته ها کل مجموعه متغیرها را نشان می دهد حال آنکه بیشتر روش ها به طور مستقل با متغیرهای ویژه برخورد می کنند.
- الگوریتم ژنتیک برای راهنمایی جهت جستجو، انتخاب تصادفی انجام می دهد که به این ترتیب به اطلاعات مشتق نیاز ندارد.
- در الگوریتم ژنتیک روش های جستجو بر اساس مکانیزم انتخاب و ژنتیک طبیعی عمل می نمایند.

عملگرهای الگوریتم ژنتیک

به طور خلاصه الگوریتم ژنتیک از عملگرهای زیر تشکیل شده است:

کدگذاری :

این مرحله شاید مشکلترین مرحله حل مسأله به روش الگوریتم باشد. الگوریتم ژنتیک به جای اینکه بر روی پارامترها یا متغیرهای مسأله کار کند، با شکل کد شده آنها سروکار دارد. یکی از روشهای کد کردن، (کد کردن دودویی می باشد که در آن هدف تبدیل جواب مسأله به رشته ای از اعداد باینری در مبنای ۲ است).

ارزیابی :

تابع برازندگی را از اعمال تبدیل مناسب بر روی تابع هدف یعنی تابعی که قرار است بهینه شود به دست می آورند. این تابع هر رشته را با یک مقدار عددی ارزیابی می کند که کیفیت آن را مشخص می نماید. هر چه کیفیت رشته جواب بالاتر باشد مقدار برازندگی جواب بیشتر است و احتمال مشارکت برای تولید نسل بعدی نیز افزایش خواهد یافت.

ترکیب

مهمترین عملگر در الگوریتم ژنتیک، عملگر ترکیب است. ترکیب فرآیندی است که در آن نسل قدیمی کروموزوم ها با یکدیگر مخلوط و ترکیب می شوند تا نسل تازه ای از کروموزوم ها بوجود بیاید. جفت هایی که در قسمت انتخاب به عنوان والد در نظر گرفته شدند در این قسمت ژن هایشان را با هم مبادله می کنند و اعضای جدید بوجود می آورند. ترکیب در الگوریتم ژنتیک باعث از بین رفتن پراکندگی یا تنوع ژنتیکی جمعیت می شود زیرا اجازه می دهد ژن های خوب یکدیگر را بیابند.

جهش

جهش نیز عملگر دیگری هست که جواب های ممکن دیگری را متولد می کند. در الگوریتم ژنتیک بعد از اینکه یک عضو در جمعیت جدید بوجود آمد هر ژن آن با احتمال جهش، جهش می یابد. در جهش ممکن است ژنی از مجموعه ژن های جمعیت حذف شود یا ژنی که تا به حال در جمعیت وجود نداشته است به آن اضافه شود. جهش یک ژن به معنای تغییر آن ژن است و وابسته به نوع کدگذاری روش های متفاوت جهت استفاده می شود.

رمزگشایی

رمزگشایی، عکس عمل رمزگذاری است. در این مرحله بعد از اینکه الگوریتم بهترین جواب را برای مسأله ارائه کرد لازم است عکس عمل رمزگذاری روی جواب ها یا همان عمل رمزگشایی اعمال شود تا بتوانیم نسخه واقعی جواب را به وضوح در دست داشته باشیم.

کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدیریت

از الگوریتم ژنتیک می توان در مدیریت بازاریابی نیز استفاده کرد. برای نمونه استفاده از الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی درختان تصمیم گیری برای اعتبارسنجی مشتریان بانکها یکی از موارد کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدیریت بازاریابی است که می تواند برای پایان نامه استفاده شود. مدل های برنامه ریزی یکپارچه تولید و توزیع نیز با الگوریتم ژنتیک قابل طراحی است.

اصولاً تمام الگوریتم های تصادفی بر مبنای نمونه برداری از فضای جواب ها شروع به کار می کنند. الگوریتم ژنتیک مانند هر الگوریتم بهینه سازی دیگر با تعریف متغیرهای بهینه سازی شروع می شود و با آزمایش همگرایی پایان می یابد. این الگوریتم یک تکنیک جستجو است که از طبیعت الهام گرفته شده و برای اکتشاف در یک فضای جستجو به کار برده می شود. الگوریتم ژنتیک بدون داشتن هیچ گونه اطلاعی از مسأله، نوع تابع هدف و روند محاسبات و هیچ محدودیتی بر نوع و مقدار متغیرهای آن، برای هرگونه مسأله ای قابل اعمال است و دارای کارایی ثابت شده ای در یافتن جواب بهینه فراگیر می باشد. به عبارت دیگر اکثر روش های سنتی بهینه یابی دارای این اشکال عمده است که به محض رسیدن به اولین نقطه بهینه موضعی متوقف شده و توانایی خروج از این نقطه و حرکت به سوی نقطه بهینه مطلق را ندارند. تلاش مستمر در برآورد جواب بهینه با دقت بیشتر و زمان کوتاه تر بود که موجب یافتن

روش‌های ابتکاری گردید. یکی از این روش‌ها الگوریتم ژنتیک می‌باشد. الگوریتم‌های ژنتیک، تکنیک‌های جستجوگر نیرومندی هستند که بر اساس مکانیسم انتخاب و ژنتیک طبیعی فرموله شده‌اند. آنالیز، با انتخاب تصادفی خانواده-ای از جواب‌های ممکن شروع می‌شود. هر یک از جواب‌ها توسط یک ساختار رشته‌ای از بیت‌ها که مقدار کدگذاری شده متغیرهای تصمیم‌گیری را در بر دارند، نشان داده می‌شوند. سپس با تشکیل خانواده اولیه و ارزیابی هر یک از رشته‌ها، افراد مناسب برای تشکیل خانواده بعدی انتخاب می‌شوند. جواب‌های جدید (زاده‌ها) از خانواده جواب‌های اولیه (خانواده والدین) با تغییر دادن ساختار رشته‌ها توسط عملگرهای الگوریتم ژنتیک تولید می‌شوند. رشته‌های جدید توسط روند طراحی الهام گرفته از مکانیزم ژنتیک طبیعی تولید می‌شوند. سپس مقدار برازندگی رشته‌های جدید با توجه به تابع هدف مسأله مورد نظر، ارزیابی می‌شود. این روند موجب بهبود مداوم برازندگی خانواده حل‌ها شده و تا زمانی که حل‌ها همگرا شوند تکرار می‌شود. دو جنبه مهم در GA وجود دارند که دائماً گروه جواب‌ها را آشفته کرده و مجال خروج از بهینه‌های موضعی را فراهم می‌آورند. یکی از این جنبه‌ها عملگر تقاطع است که GA از آن برای تولید زاده‌هایی از خانواده جواب‌ها استفاده می‌کند. جنبه دیگر که عملگر جهش نامیده می‌شود، قادر است مقادیر جدیدی به بیت‌ها بدهد که در گروه والدین وجود نداشته است. عملگر جهش کمک می‌کند که تنوع ژنتیک باقی بماند و جستجو به نواحی جدیدی از فضای پارامتر برسد. طراحان سیستم‌های مصنوعی نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری چه در سیستم‌های مهندسی و کامپیوتری و چه در سیستم‌های تجاری، از مقاومت، صلاحیت و انعطاف‌پذیری سیستم‌های زیستی شگفت زده‌اند. خصوصیات خودترمیمی، هدایت و تولید مثل که در سیستم‌های زیستی حکم‌فرما هستند به‌ندرت در سیستم‌های هوشمند مصنوعی وجود دارد و مهندسان در صددند تا در سیستم‌های مصنوعی از آنها تقلید کنند. الگوریتم ژنتیک یکی از این سیستم‌های مصنوعی است. روش الگوریتم ژنتیک تنها به‌واسطه گرایش آن به مباحث سیستم‌های طبیعی و بیولوژیک پذیرفته نشده است، بلکه توانایی الگوریتم ژنتیک در انجام جستجوی نیرومند در فضاها پیچیده از طریق تئوری و تجربی ثابت شده است. الگوریتم ژنتیک، یک رویکرد معتبر برای مسائلی است که به جستجوی کافی و سودمند نیاز دارد. همچنین این الگوریتم، دامنه کاربرد وسیعی در تجارت، علوم و مهندسی یافته است. دلیل افزایش کاربرد آن، محاسبات ساده و در عین حال قدرت جستجو برای یافتن بهترین است. به‌علاوه محدودیت‌های بنیادی ایجاد شده توسط فرض‌های محدود-کننده فضای جستجو را ندارد. با توجه به مطالب فوق به‌طور خلاصه می‌توان گفت، در میان روش‌های بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت جانداران، الگوریتم ژنتیک که بر اساس اصول تکامل طبیعی، پایه‌ریزی شده از تکامل یافته-ترین‌ها به‌شمار می‌آید. همچنین الگوریتم ژنتیک یک روش بهینه‌سازی غیرکلاسیک و جستجوی مستقیم است که فقط با خود تابع و نه مشتقات آن سرو کار دارد و بر اساس مکانیسم بقای اصلح و علم ژنتیک طبیعی بنا شده است.

مدلهای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

یکی از مباحث اخیر که دانشجویان مدیریت در داخل کشور به آن اهمیت می‌دهند مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. در این گونه تصمیم‌گیریها چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می‌شوند. در زمینه مسایل سازمانی، در انتخاب استراتژی یک سازمان معیارهایی از قبیل درآمد سازمان در طی یک دوره، قیمت سهام سازمان، سهم بازاری، تصویر سازمان در جامعه و ... اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM منظور از معیار شاخص باشد آنرا به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه MODM گویند.

تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود. مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می‌روند. در MADM معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند.

تعریف مسأله بهینه‌سازی

مسأله بهینه‌سازی در واقع یافتن جواب یا جواب‌هایی بر روی یک مجموعه از گزینه‌های امکانپذیر (رعایت قیود مسأله) با هدف بهینه‌کردن معیار یا معیارهای مسأله است.

تعریف مسأله بهینه‌سازی چند هدفه

مسأله بهینه‌سازی چندهدفه زیر شاخه‌ای از مجموعه تصمیم‌گیری‌های چند معیاره (MCDM) است که در میان مجموعه نامحدودی از جواب‌های محتمل صورت می‌گیرد. مسأله بهینه‌سازی چند هدفه برخاسته از روش‌های تصمیم‌گیری دنیای واقعی است که از شخص تصمیم‌گیرنده با مجموعه‌ای از اهداف و معیارهای متضاد و متعارض روبروست. در این گونه مسائل بر خلاف مسائل بهینه‌سازی تک هدفه و بخاطر وجود چند هدف متعارض به جای تنها یک جواب، مجموعه‌ای از جواب‌ها حاصل می‌شود. مسأله کلی بهینه‌سازی چندگانه مقید را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

تعدادی تابع مطلوبیت که همزمان باید همراه با تعدادی قید تساوی یا نامتساوی بهینه‌سازی شوند:

$$\text{Min}(\text{Max})f_j(x) \quad i = 1 \dots N$$

$$g_j(x) \leq 0 \quad j = 1 \dots M$$

$$h_k(x) = 0 \quad k = 1 \dots K$$

که در آن f_i توابع مطلوبیت، N تعداد توابع مطلوبیت و X بردار حاوی p متغیر طراحی می‌باشد.

در مسایل بهینه‌سازی معمولاً منظور از بهینه‌سازی تعیین نقطه بهینه (کمینه یا بیشینه) یک تابع مطلوبیت می‌باشد. اما حالاتی نیز رخ می‌دهد که بایستی به طور همزمان چندین تابع را بهینه‌سازی نمود که معمولاً در تضاد با هم نیز می‌باشند. در این حالات عموماً تعریف تابع بهینه را ترکیب خطی وزن دار از توابع مطلوبیت در نظر گرفته و مساله را مانند قبل حل می‌نمایند. اما این کار سه مشکل اساسی دارد:

الف: چگونگی تعریف تابع مطلوبیت ترکیبی

ب: چگونگی تعیین وزن های مناسب در آن

ج: از دست رفتن بخشی از پاسخ های بهینه.

گذشته از این مشکلات گاهی اصولاً "نمی‌توان تابع مطلوبیت ترکیبی فوق را تعریف نمود زیرا توابع مطلوبیت اولیه قابلیت ترکیب با هم را ندارند. به همین منظور بایستی تعریف جدیدی از نقطه بهینه را ارائه داد به طوری که همزمان تمامی معیارها را تأمین نماید. مفهوم بهینه پارتو بیان می‌دارد اگرچه نمی‌توان یک نقطه بهینه را همزمان برای تمامی توابع مطلوبیت به دست آورد (یعنی تمامی توابع مطلوبیت را کمینه یا بیشینه نماید) اما می‌توان یک مجموعه از پاسخ‌ها را طوری پیدا نمود که در فضای جستجو از پاسخ‌های دیگر بهتر باشد. به این مجموعه پاسخ‌ها مجموعه پاسخ‌های بهینه پارتو و نقاط دیگر فضای جستجو را مجموعه پاسخ‌های مغلوب می‌نامند. انتخاب پاسخ بهینه نهایی از میان پاسخ‌های بهینه پارتو به میزان آگاهی ما از مساله و شرایط مرزی و محیطی آن بستگی دارد. در این جا تصمیم‌گیرنده که همان طراح شبکه در مساله می‌باشد نقش اساسی را ایفا می‌نماید

مفهوم غلبه (Dominance)

در مساله کمینه‌سازی بردار X^1 را قسمتی کمتر از X^2 می‌نامند به شرطی که:

$$\forall i \quad f_i(x^1) \leq f_i(x^2) \quad i = 1 \dots N$$

$$f_i(x^1) < f_i(x^2) \quad \text{و حداقل برای یک } i$$

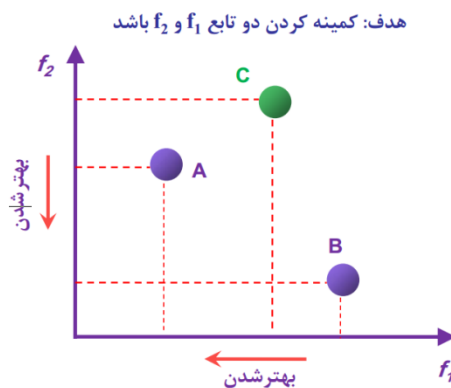
در این حالت اصطلاحاً گفته می‌شود x^1 غالب بر x^2 شده است. برای مثال در حالتی که دو تابع مطلوبیت در کمینه‌سازی شرکت دارند x^1 غالب بر x^2 است اگر و فقط اگر:

$$f_1(x^1) < f_1(x^2) \text{ and } f_2(x^1) < f_2(x^2)$$

Or

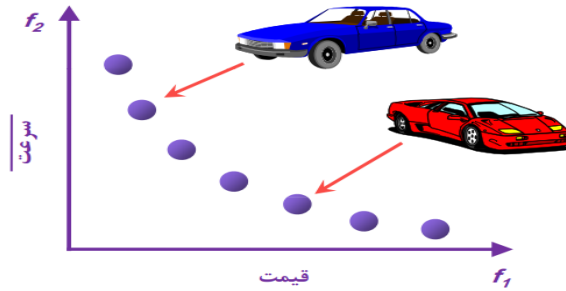
$$f_1(x^1) \leq f_1(x^2) \text{ and } f_2(x^1) \leq f_2(x^2)$$

از بیان دیگر میتوان گفت A بر C غلبه دارد اگر در هیچ تابعی بدتر از C نباشد و حداقل در یک تابع بهتر از C باشد.

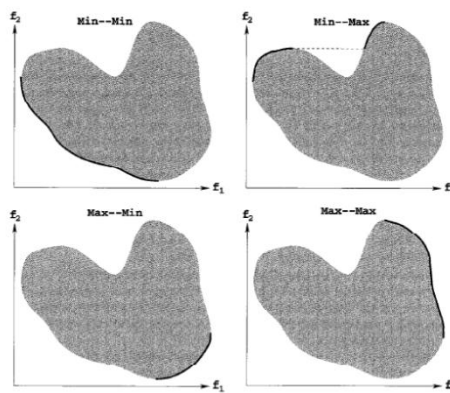


فضای جستجو دارای چندین معیار یا تابع مطلوبیت می‌باشد نمی‌توان مستقیماً از روش‌های تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک برای تعیین نقطه بهینه استفاده نمود. برای این منظور لازم است ابتدا یک تابع مطلوبیت ساختگی (Dummy) بر اساس جبهه پرتو ایجاد گردد. به این ترتیب شماره جبهه هر نقطه در فضای جستجو مبنای تکثیر آن نقطه در نسل بعد خواهد بود.

جواب‌های مجموعه پارتو

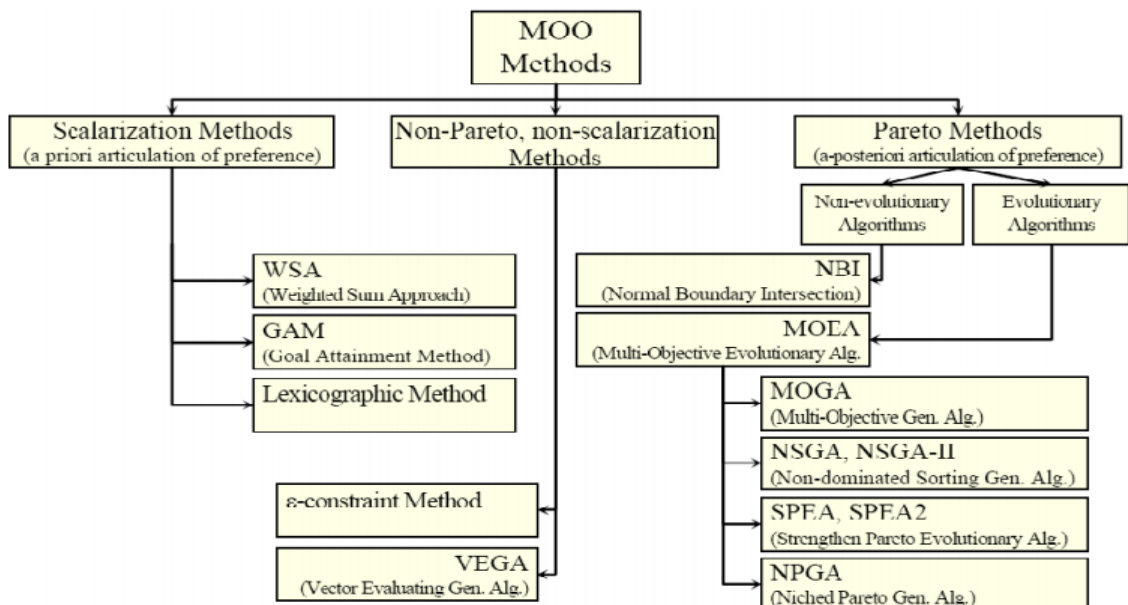


جواب‌های مجموعه پارتو



هدف از بهینه سازی چند هدفه یافتن مجموعه جواب‌های پارتو (نامغلوب) مسأله مورد نظر است.

دسته بندی روش‌های بهینه سازی چند هدفه:



الگوریتم های تکاملی نسل دوم از روش های بهینه سازی چند هدفه نامیده شده و سایر روش ها را نسل اول و یا روش های کلاسیک می نامند.

روش های کلاسیک بهینه سازی چند هدفه:

در زیر تعدادی از روش های کلاسیک بهینه سازی چند هدفه مشروح گردیده است.

۱) روش رزن دهی (weighting Approach)

$$\min F(x) = \{f_1(x), \dots, f_n(x)\}$$

$$g_j(x) \leq 0$$

$$h_k(x) = 0$$



$$\min w_1 f_1 + w_2 f_2 + \dots + w_n f_n$$

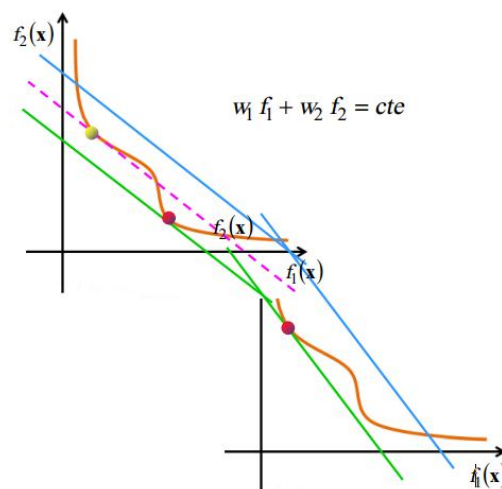
$$g_j(x) \leq 0$$

$$h_k(x) = 0$$

مشخصه های روش وزن دهی:

روشی ساده به لحاظ فهم و پیاده سازی که در عین حال سؤالاتی را در ذهن ایجاد می کند:

- ✓ مقادیر ضرایب وزنی اهداف چگونه تعیین می شود؟
- ✓ نیاز به نرمالیزه کردن اهداف با توجه به اینکه ممکن است اهداف دارای مقیاس های مختلفی باشند.
- ✓ مفید بودن کاربرد این روش تنها برای مسائل بهینه سازی محدب



مزایا:

- ✓ ساده بودن فهم و پیاده سازی آن
- ✓ کاربرد مناسب برای مسائل بهینه سازی محدب

معایب

- ✓ در مسائلی که در آن به طور همزمان برخی اهداف باید کمینه و برخی اهداف باید بیشینه شوند، همه اهداف باید به یک نوع تبدیل شود.
- ✓ عدم امکان یافتن یک توزیع یکنواخت در میان مجموعه جواب‌های پارتو
- ✓ از آنجایی که اکثر مسائل بهینه سازی تک هدفه جهت یافتن جوابی که معیار بهینگی مرتبه اول را برآورده می‌سازند، تدوین شده‌اند، لزوم بررسی‌های بیشتر جهت اطمینان از صحت جواب بدست آمده به عنوان جواب مینیمم ضروری است.
- ✓ اطمینان از محدب بوند فضای حل دشوار است.

روش قیود نامحدود ($\varepsilon - constraint$)

این روش هم مبتنی بر تبدیل مسأله بهینه سازی چند هدفه به یک مسأله بهینه سازی تک هدفه است. در این روش یکی از اهداف مسأله به عنوان هدف اصلی نسبت به اهداف دیگر به عنوان قید بهینه می‌شود.

$$\min F(x) = \{f_i(x), \dots, f_n(x)\}$$

$$g(x) \leq 0$$

$$h(x) = 0$$



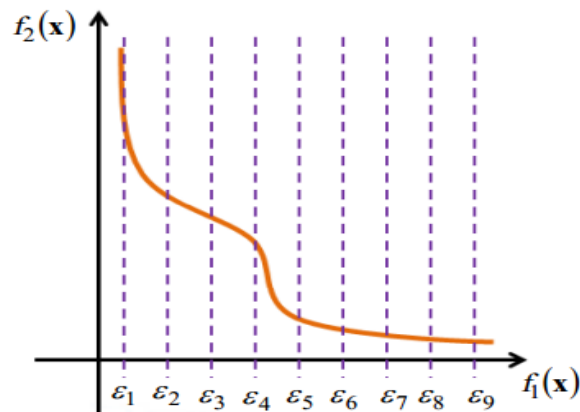
$$\min F(x) = f_i(x)$$

$$f_j(x) \leq \varepsilon_j \quad i \neq j \quad j = 1 \dots n$$

$$h_k(x) = 0$$

مثال:

$$\begin{aligned} & \min f_2(\mathbf{x}) \\ & \text{s.t. } f_1(\mathbf{x}) \leq \varepsilon_j, \quad f_1^{\min}(\mathbf{x}) \leq \varepsilon_j \leq f_1^{\max}(\mathbf{x}) \\ & \quad g(\mathbf{x}) \leq 0, \quad h(\mathbf{x}) = 0 \end{aligned}$$



مزایا

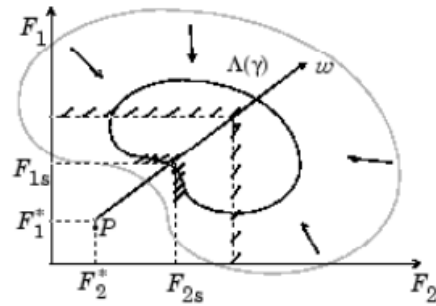
- ✓ با تغییر مقدار ε می توان جواب های بهینه مختلف یافت
- ✓ تفاوت مقیاس اهداف در این روش همانند روش وزن دهی مشکل ساز نمی باشد.
- ✓ این روش نسبت به روش وزن دهی قادر است تا مجموعه متنوع تری از جواب های بهینه پارتو را بدست می آورد.

معایب

- ✓ جواب های بدست آمده به شدت به مقدار انتخابی ε بستگی دارد. این مقادیر باید به گونه ای انتخاب شوند که بین مقادیر حداقل و حداکثر هر تابع هدف مقید شده قرار گیرند.
- ✓ با افزایش تعداد اهداف اطلاعات بیشتری از کاربر باید کسب شود.

روش میل به مقصود (Goal Attainment)

ایده اصلی در این روش یافتن جواب هایی است که یک هدف از پیش تعیین شده را برآورد می سازد. اگر در فضای هدف جوابی وجود نداشته باشد که نقطه هدف از پیش تعیین شده را برآورد سازد (در مسائل بهینه سازی چند هدفه این مسأله به طور طبیعی برقرار است)، هدف یافتن جواب هایی است که کمترین میزان انحراف را از هدف مطلوب داشته باشد.



$$\min \gamma$$

$$f_i - \omega_i \gamma_i \leq f_i^*$$

$$i = 1, 2, \dots, p$$

روش بهینه سازی میل به مقصود در مورد مسائل بهینه سازی چند هدفه کاربرد داشته و در این حالت سناریوهای مختلفی امکان پذیر است.

- ✓ اهداف کوچکتر و یا مساوی مقدار هدف مطلوب باشد. $f(x) - p \leq t$
- ✓ اهداف بزرگتر یا مساوی مقدار هدف مطلوب باشد $f(x) + n \geq t$
- ✓ اهداف دقیقا برابر هدف مطلوب از پیش تعیین شده باشد $f(x) - p + n \geq t$
- ✓ اگر هدف در یک بازه مطلوب تعریف شده باشد $f(x) - p \leq t$

$$f(x) + n \geq t$$

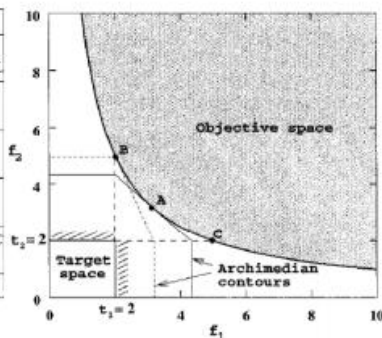
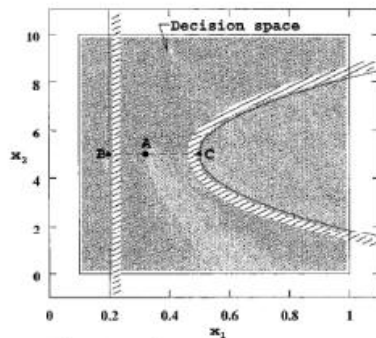
مثال:

$$\text{goal } f_1(x) = 10x_1 \leq 2$$

$$\text{goal } f_2(x) = \frac{10 + (x_2 - 5)^2}{10x_1} \leq 2$$

$$\text{s.t. } 0.1 \leq x_1 \leq 1,$$

$$0 \leq x_2 \leq 10$$



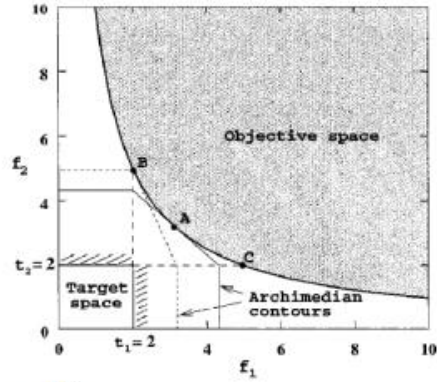
$$\min \alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2$$

$$\text{s.t. } 10x_1 - p_1 \leq 2$$

$$\frac{10 + (x_2 - 5)^2}{10x_1} - p_2 \leq 2$$

$$\text{s.t. } 0.1 \leq x_1 \leq 1, 0 \leq x_2 \leq 10$$

$$p_1 \geq 0, p_2 \geq 0$$



$$x_1 = 0.3162, x_2 = 5.0 \quad \alpha_1 = \alpha_2 = 0.5 \quad \text{نقطه (A):}$$

$$p_1 = p_2 = 5, f_1 = f_2 = 1.162$$

$$x_1 = 0.2, x_2 = 5.0 \quad \alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0 \quad \text{نقطه (B):}$$

$$p_1 = 0, p_2 = 3.0$$

$$x_1 = 0.5, x_2 = 5.0 \quad \alpha_1 = 0, \alpha_2 = 1 \quad \text{نقطه (C):}$$

$$p_1 = 3.0, p_2 = 0$$

انتخاب جواب مناسب از میان مجموعه جواب‌های بهینه پارتو:

روش اول: روش حداقل-حداکثر

پس از به‌هنجارسازی مقادیر توابع هدف، ابتدا حداقل مقدار توابع هدف یه‌هنجار شده هر یک از جواب‌های نامغلوب محاسبه شده و پس از گزینه مطلوب (جواب نهایی) با حداکثر مقدار انتخاب می‌شود.

$$\max \left\{ \min_k \{f_{1,k}, f_{2,k}, \dots, f_{Np,k}\} \right\}$$

مثال:

k	$f_{1,k}$	$f_{2,k}$	$f_{3,k}$	Max-min
6	0	1	1	0
20	0.7021	0.0628	0.3666	0.0628
31	0.5494	0.9742	0.5522	0.5494
53	0.1971	1	0.9149	0.1971
77	0.8237	0.2032	0.2155	0.2032
104	0.9382	0	0.0799	0
131	0.5895	0.8721	0.4893	0.4893
158	0.6303	0.5148	0.4545	0.4545
180	0.7578	0.2206	0.2997	0.2206
203	0.0197	1	0.9991	0.0197
227	0.8585	0.0475	0.177	0.0475
252	0.5416	0.9829	0.5626	0.5416
281	0.7259	0.1882	0.3347	0.1882
306	0.629	0.3066	0.4571	0.3066
337	0.908	0	0.1175	0
366	0.8096	0.6833	0.2336	0.2336
393	0.8503	0.3732	0.1827	0.1827
418	0.6631	0.2875	0.4157	0.2875
440	0.5729	0.5948	0.5217	0.5217
745	0.7678	0.9231	0.2848	0.2848

روش دوم: روش رتبه بندی تابع عضویت:

نرمالیزه کردن توابع صعودی:

$$\mu_i^k = \frac{f_i^{max} - f_i^k}{f_i^{max} - f_i^{min}}$$

نرمالیزه کردن توابع نزولی:

$$\mu_i^k = \frac{f_i^k - f_i^{min}}{f_i^{max} - f_i^{min}}$$

تابع عضویت نرمالیزه شده

$$\mu^k = \frac{\sum_{i=1}^{Np} \mu_i^k}{\sum_{k=1}^{Nk} \sum_{i=1}^{Np} \mu_i^k}$$

مثال:

Normalized objective function value			Normalized membership function ($\times 10^{-3}$)	Rank
Profit function	Technical function	Environmental function		
0.8462	0.7916	0.6329	2.442	1
0.6922	0.7927	0.7828	2.439	2
0.8326	0.7685	0.6452	2.416	3
0.7759	0.7801	0.6872	2.412	4
0.4685	0.9490	0.8246	2.411	5
0.3072	1.0	0.9124	2.387	6
0.755	0.7427	0.7085	2.373	7
0.4098	0.8509	0.8976	2.321	8
0.2314	0.5173	1.0	1.881	348
1.0	0.2760	0.366	1.776	405

نسل دوم روش‌های بهینه‌سازی چند هدفه

اسرینیاس و دب در سال ۱۹۹۵ روش بهینه‌سازی NSGA را برای حل مسائل بهینه‌سازی چند هدفه معرفی نمودند. نکات برجسته‌ای که در مورد این روش بهینه‌سازی وجود دارند، عبارتند از: جوابی که هیچ جواب دیگری، به طور قطع بهتر از آن نباشد، دارای امتیاز بیشتری است. جواب‌ها بر اساس این که چند جواب بهتر از آن‌ها وجود داشته باشند، رتبه بندی و مرتب می‌شوند.

- شایستگی (برازندگی) برای جواب‌ها بر حسب رتبه آن‌ها و عدم غلبه سایر جواب‌ها، اختصاص می‌یابد.
- از شیوه اشتراک‌برازندگی (Fitness Sharing) برای جواب‌های نزدیک استفاده می‌شود تا به این ترتیب پراکندگی جواب‌ها به نحو مطلوبی تنظیم شود و جواب‌های به‌طور یکنواخت در فضای جستجو پخش شوند.

با توجه به حساسیت نسبتاً زیادی که نحوه عملکرد و کیفیت جواب‌های الگوریتم NSGA به پارامترهای اشتراک‌برازندگی و سایر پارامترها دارند، نسخه دوم الگوریتم NSGA با نام NSGA-II توسط دب و همکارانش در سال ۲۰۰۰ معرفی گردید. ویژگی‌های عمده این الگوریتم عبارتند از:

تعریف فاصله تراکمی (Crowding Distance) به عنوان ویژگی جایگزین برای شیوه‌هایی مانند اشتراک‌برازندگی

- استفاده از عملگر انتخاب تورنمنت دو-دویی
- ذخیره و آرشیو کردن جواب‌های نامغلوب که در مراحل قبلی الگوریتم به دست آمده‌اند (نخه‌گرایی).

در الگوریتم NSGA-II از میان جواب‌های هر نسل، تعدادی از آن‌ها با استفاده از روش انتخاب تورنمنت دو-دویی انتخاب می‌شوند. در روش انتخاب دو-دویی، دو جواب به تصادف از میان جمعیت انتخاب می‌شوند و سپس میان این دو جواب، مقایسه‌ای انجام می‌شود و هر کدام که بهتر باشد، نهایتاً انتخاب می‌شود. معیارهای انتخاب در الگوریتم NSGA-II در درجه اول، رتبه جواب و در درجه دوم فاصله تراکمی مربوط به جواب است. هر چه قدر رتبه جواب کمتر باشد و دارای فاصله تراکمی بیشتری باشد، مطلوب‌تر است.

با تکرار عملگر انتخاب دو-دویی بر روی جمعیت هر نسل، مجموعه‌ای از افراد آن نسل برای شرکت در تقاطع (Crossover) و جهش (Mutation) انتخاب می‌شوند. بر روی بخشی از مجموعه افراد انتخاب شده، عمل تقاطع و بر روی بقیه، عمل جهش انجام می‌شود و جمعیتی از فرزندان و جهش‌یافتگان ایجاد می‌شود. در ادامه، این جمعیت با جمعیت اصلی ادغام می‌شود. اعضای جمعیت تازه تشکیل یافته، ابتدا بر حسب رتبه و به صورت

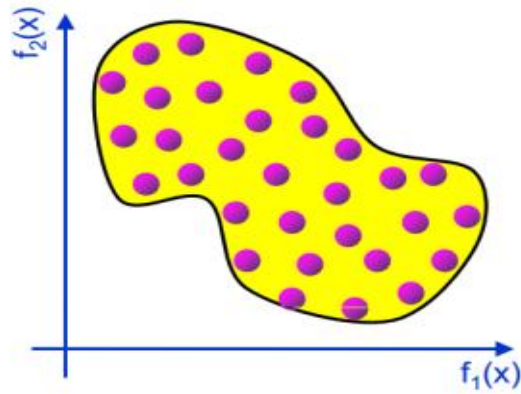
صعودی مرتب می شوند. اعضای از جمعیت که دارای رتبه یکسانی هستند، بر حسب فاصله تراکمی و به صورت نزولی مرتب می شوند. حال اعضای جمعیت در درجه اول بر حسب رتبه، و در درجه دوم بر حسب فاصله تراکمی مرتب سازی شده اند. برابر با تعداد افراد جمعیت اصلی، اعضای از بالای فهرست مرتب شده انتخاب می شوند و بقیه اعضای جمعیت دور ریخته می شوند. اعضای انتخاب شده جمعیت نسل بعدی را تشکیل می دهند. و چرخه مذکور در این بخش، تا محقق شدن شرایط خاتمه، تکرار می شود. جواب های نا مغلوب به دست آمده از حل مسأله بهینه سازی چندهدفه، غالباً به نام جبهه پارتو شناخته می شوند. هیچ کدام از جواب های جبهه پارتو، بر دیگری ارجحیت ندارند و بسته به شرایط، می توان هر کدام را به عنوان یک تصمیم بهینه در نظر گرفت.

با توجه به مطالب بیان شده می توان این چنین نتیجه گرفت که هدف اصلی رویکرد بهینه سازی چند هدفه، دسترسی هر چه بیشتر به نقاط (جواب های) بهینه سراسری یا پارتو می باشد. بهینه سازی چند هدفه به معنای یافتن یک مجموعه بردار از متغیرهای طراحی است که قیود را برآورده ساخته و بردار هدف را که نشان دهنده مقادیر توابع هدف مسئله می باشد بهینه می کند، در این گونه مسائل هدف یافتن جواب های قابل قبولی است که مقادیر کلیه توابع هدف آنها در تعارض با یکدیگر هستند. از آنجا که الگوریتم ژنتیک مبتنی بر جمعیت می باشد و دارای کاربرد گسترده ا در حل مسائل بهینه سازی است گزینه مناسبی برای حل اینگونه مسائل می باشد. طبق مطالعات صورت گرفته شده در زمینه الگوریتم های ژنتیک چند هدفه، الگوریتم NSGA-II که در سال ۲۰۰۲ توسط دب معرفی گردید یکی از سریع ترین و توانمندترین الگوریتم های بهینه سازی است که نسبت به سایر روش ها از پیچیدگی عملیاتی کمتری برخوردار بوده و با استفاده از اصل غیر مغلوب بودن و محاسبه فاصله ازدحام نقاط بهینه پارتو را به دست می آورد. در این روش به محض مشاهده بروز چندین کپی از یک فرد "خوب" در جمعیت، مقادیر تابع مطلوبیت آنها در جهت منفی تغییر می نماید تا امکان تکثیر این اعضا در نسل بعد کمتر شده و احتمال بروز اعضای جدیدتر یا تنوع بیشتر در نسل افزایش یابد که به آن تکنیک "به اشتراک گذاری می گویند. این امر نه تنها از همگرایی زود هنگام جلوگیری خواهد نمود بلکه نتیجه نهایی در نسل تکامل یافته آخر، حاوی تعداد بیشتری از اعضای مجموعه جبهه پارتو خواهد بود.

الگوریتم ژنتیک با رتبه بندی نامغلوب غیر نخبه گرا (NSGAI)

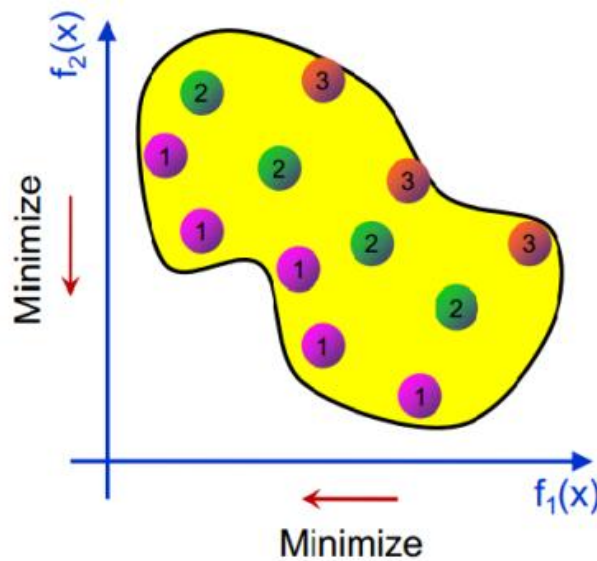
گام اول: تولید جواب اولیه بر مبنای مقیاس و قیود مسأله

گام دوم: ارزیابی جمعیت تولید شده از دید توابع هدف تعریف شده



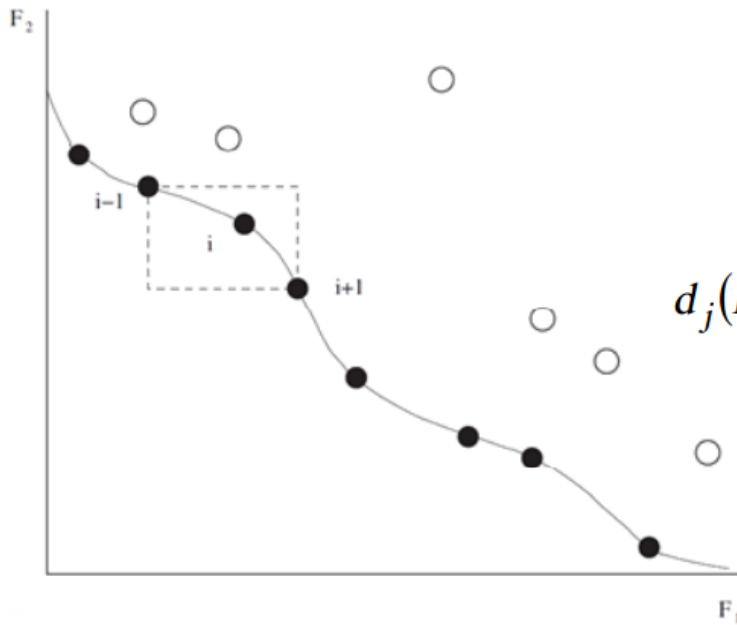
گام سوم: اعمال روش مرتب سازی نامغلوب

اعضای جمعیت در داخل دسته‌های قرار گرفته به گونه‌ای که اعضای موجود در دسته اول، یک مجموعه کاملاً غیر مغلوب توسط دیگر اعضای جمعیت فعلی می‌باشند. اعضای موجود در دسته دوم نیز بر همین مبنا تنها توسط اعضای دسته اول مغلوب شده و این روند به همین صورت در دسته‌های دیگر ادامه یافته تا به تمام اعضای موجود در هر دسته، یک رتبه بر مبنای شماره دسته اختصاص داده شود.



گام چهارم: محاسبه پارامتر کنترلی به نام فاصله جمعیت (Crowding Distance)

این پارامتر برای هر عضو در هر گروه محاسبه می‌شود و بیانگر اندازه‌ای از نزدیکی نمونه مورد نظر به دیگر اعضای جمعیت آن دسته و گروه می‌باشد. مقدار بزرگ این پارامتر منجر به واگرایی و گستره بهتری در مجموعه اعضای جمعیت خواهد شد.

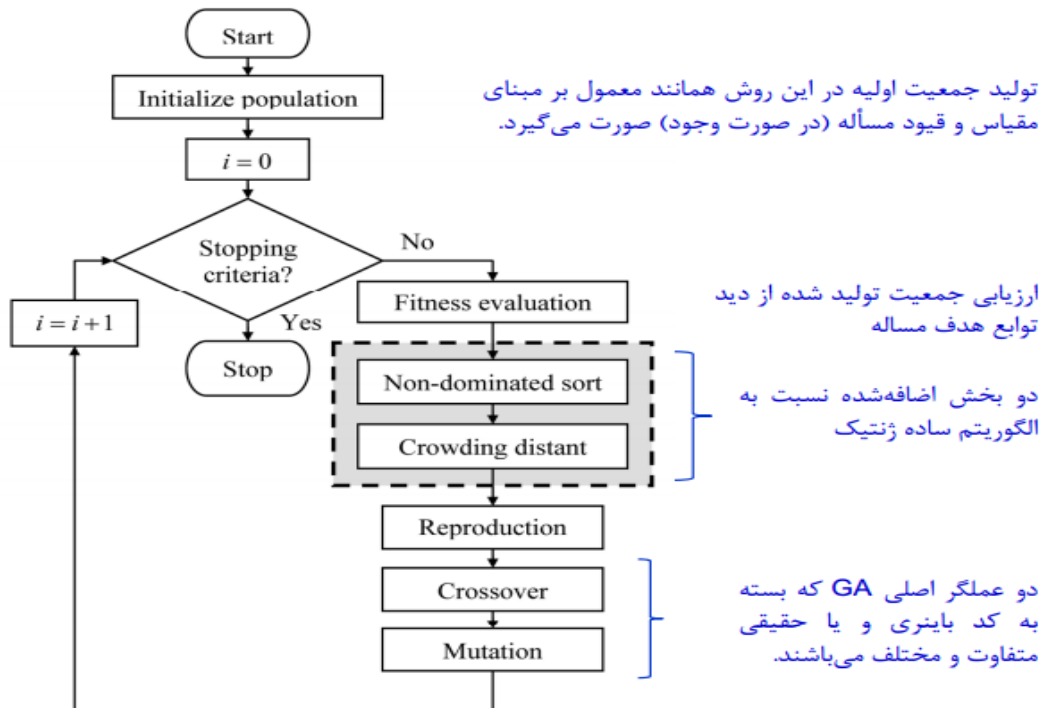


$$d_j(k) = \sum_{i=1}^n \frac{f_i(k-1) - f_i(k+1)}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}$$

گام پنجم: انتخاب جمعیت والدین برای تولید مثل:

یکی از مکانیزم‌های انتخاب مبتنی بر تورنمنت دوتایی میان دو عضو منتخب به طور تصادفی از میان جمعیت می-باشد.

گام ششم: انجام جهش و تقاطع



برای تشریح روش NGGA-II سه موضوع مرتب سازی نامغلوب، تعیین تراکم افراد در فضای جستجو و نحوه انتخاب افراد برای تولید نسل بعد به ترتیب بیان می‌گردد

رتبه بندی نامغلوب (Non-Dominated Sorting)

مشکل هزینه محاسباتی روش‌های MOEA مانند NSGA-II که برای ابعاد جمعیت N و تعداد توابع مطلوبیت m معادل $O(mN^3)$ بود، با این الگوریتم حداکثر معادل $O(mN^2)$ خواهد شد. ذکر این نکته الزامی است که این مزیت در مقابل افزایش فضای ذخیره از $O(N)$ به $O(N^2)$ میسر می‌گردد. در صورتی که برای هر فرد i دو مشخصه محاسبه شود: n_i تعداد افراد غالب بر i و S_i مجموعه افراد مغلوب i محاسبه این دو مشخصه $O(mN^2)$ مقایسه در پی خواهد داشت. افرادی که دارای $n_j = 0$ هستند همان جبهه پارتو اول یا F_1 می‌باشند. اکنون برای هر فرد عضو F_i مجموعه مغلوب S_i را در نظر گرفته و n_j مربوط به j امین عضو آن یکی کاهش داده می‌شود. افرادی که در آنها $n_j = 0$ است به مجموعه Q تعلق خواهند یافت. بعد از تکمیل Q برای کلیه اعضای F_1 می‌توان گفت Q جبهه پارتو دوم می‌باشد. برای ادامه کار F_1 را به کناری نهاده و Q به عنوان جبهه پارتو اول منظور و فرآیند فوق برای باقیمانده اعضاء تکرار می‌شود.

گام‌های رتبه بندی نامغلوب:

۱. تعریف شمارنده i به عنوان تعداد گروه و دسته با مقدار اولیه $i=1$

۲. تعریف تعداد اعضای دسته اول $F_i = \emptyset$

۳. برای هر عضو دلخواه p از جمعیت مراحل زیر را انجام دهید

۱،۳ تعریف مجموعه اعضای از جمعیت که توسط p مغلوب می‌شوند. $S_p = \emptyset$

۲،۳ تعداد اعضای از جمعیت که بر عضو p غلبه می‌کنند. $n_p = 0$

۳،۳ برای هر عضو q از جمعیت غیر از p مراحل زیری را انجام بده:

۱،۳،۳ آیا p بر q غلبه می‌کند؟ $\{q\} = S_p + \{q\}$

۲،۳،۳ آیا q بر p غلبه می‌کند؟ $n_p = n_p + 1$

۴،۳ اگر $n_p = 0$ آنگاه

۱،۴،۳ عضو p دارای رتبه i می‌باشد؟ $rank_p = i$

۲،۴،۳ عضو i از دسته $\{p\}$ می‌باشد؟ $F_i = F_i + \{p\}$

اگر $F_i \neq \emptyset$ هدف یافتن اعضای دسته بعد F_{i+1}

۱. تعریف مجموعه موقتی $F_i = \emptyset$

۲. برای هر عضو دلخواه p از اعضای مجموعه F_i

۳. عضو دلخواه q از مجموعه S_p انتخاب می‌شود

۱،۳ کاهش یک واحدی تعداد اعضای غلبه شونده بر q ($n_q = n_q - 1$)

۲،۳ اگر $n_q = 0$ (یعنی دیگر هیچ عضوی به جز p ، q را مغلوب نمی‌کند) آنگاه $Q = Q \cup \{q\}$

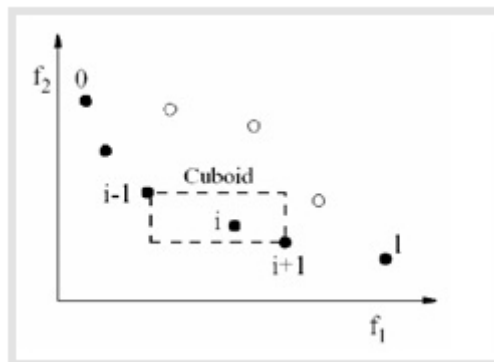
۴. شماره دسته یا گروه را یک واحد افزایش دهید. $i = i + 1$

۵. مجموعه Q را به عنوان دسته و گروه بعدی در سیستم رتبه بندی لحاظ می‌شود. $F_i = Q$

محاسبه شاخص تراکم افراد در جمعیت (ازدحام جمعیت):

برای تعیین میزان تراکم افراد جمعیت حول یک نقطه مشخص که معیاری برای تنظیم تنوع در جمعیت به دست خواهد داد، متوسط نزدیک‌ترین افراد در دو طرف نقطه مزبور برای کلیه توابع مطلوبیت در نظر گرفته می‌شود. کمیت i distance مبین اندازه بزرگ‌ترین فرامستطیلی است که اولاً "فرد می‌گیرد و ثانیاً" هیچ فرد دیگری را دربر نمی‌گیرد که به آن فاصله ازدحام می‌گویند.

شکل زیر این مفهوم را برای دو تابع مطلوبیت نشان می‌دهد.



گام های تعیین شاخص تراکم افراد در جمعیت

۱. برای هر عضو از اعضای مجموعه F_i مراحل زیر را انجام دهید.

۱،۱ فاصله ازدحام تمام اعضای جمعیت را در این دسته صفر قرار دهید.

$$CD(i, j) = 0$$

۲،۱ برای هر یک از توابع هدف مراحل زیر را انجام دهید

۱،۲،۱ اعضای جمعیت مجموعه F_i را بر حسب تابع هدف m مرتب نمایید. $I = Sort(F_i, m)$

۲،۲،۱ به هر یک از اعضای مرزی مجموعه مرتب شده F_i بر حسب توابع هدف مقدار بینهایت را نسبت دهید.

$$CD(i, n) = \infty$$

$$CD(i, 1) = \infty$$

۳،۲،۱ برای هر یک از اعضای جمعیت k از مجموعه مرتب شده F_i و از شماره ۲ تا $n-1$ مراحل زیر را انجام دهید.

$$CD(i, k) = CD(i, k) + \frac{f_m(k+1) - f_m(k-1)}{f_m^{max} - f_m^{min}}$$

انتخاب (Selection or Reproductive)

مبنای انتخاب و گزینش اعضای جمعیت در NSGAI بر اساس دو پارامتر رتبه مغلوب نشدن و فاصله ازدحام می-باشد. استفاده از عملگر انتخابی tournament جهت انتخاب عضو برتر برای حوضچه تولید مثل گزینه مناسبی می-باشد. دو عضو به طور تصادفی از مجموعه p و q انتخاب و بر مبنای زیر مقایسه نمایند:

الف) مقایسه رتبه و مرتبه دسته هر کدام از این دو عضو و انتهاب عضو با رتبه کمتر

ب) در صورتی که هر دو عضو از یک مرتبه برخوردار باشند معیار فاصله ازدحام آنها مقایسه میگردد یعنی فردی انتخاب می شود که مشابه کمتری داشته باشد یعنی در محیط کم تراکم تر یا با فاصله ازدحام بزرگتری قرار گرفته باشد.

. شرط الف) باعث همگرایی جمعیت به سمت نقاط بهینه و شرط ب) باعث همگون شدن نقاط بهینه در سراسر جبهه پارتو اول می شود.

. با فرض کردن دو مشخصه i_{rank} (درجه غلبه) و $i_{distance}$ (فاصله ازدحام موضعی) برای هر فرد در جمعیت، می توان عملگر مقایسه ازدحام را به صورت زیر تعریف نمود:

If (($i_{rank} = j_{rank}$) and ($i_{distance} > j_{distance}$))

or ($i_{rank} < j_{rank}$) then $i \geq j$

الگوریتم ژنتیک چند هدفه (Multi Objective Genetic Algorithm) MOGA

این الگوریتم در سال ۱۹۹۳ توسط Fonseca و Fleming مطرح شد. در این الگوریتم رتبه هر فرد در جمعیت با توجه به تعداد افراد غالب بر آن تعیین می شود.

رتبه هر فرد برابر است با

$$rank(x, t) = 1 + p(X)$$

که در آن $p(x)$ برابر با تعداد افراد غالب آن فرد در جمعیت است. (اگر X نقطه پارتو باشد هیچ فردی بر آن غلبه نداشته و رتبه آن یک است). بعد از تعیین رتبه هر فرد، جمعیت را با توجه به رتبه افراد موجود در آن جمعیت مرتب می کنیم

مقدار برازندگی فرد را از طریق درونیایی از بهترین به بدترین رتبه با استفاده از برخی توابع معمول مانند توابع خطی بدست آورده و به آن فرد تخصیص می دهیم.

منابع:

- "بهینه سازی چندهدفه و کاربرد آن در برنامه ریزی منابع تولید پراکنده"، علی زنگنه، دانشکده مهندسی برق تهران
- مهرگان، محمد رضا "تصمیم گیری با چندین هدف" انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، 1386
- "ارائه یک الگوریتم ترکیبی شبکه های عصبی - تکامل توام ژنتیک، جهت مساله طراحی مقاوم چند متغیره در مهندسی کیفیت"، محمدرضا مهرگان، علیرضا فراست، نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، دوره 1، شماره 1، پاییز و زمستان 1387، از صفحه 121 تا 138
- نادعلی، احمد، و محمد خان بابایی، ۱۳۸۷، بکارگیری تکنیک های درخت تصمیم و الگوریتم ژنتیک جهت اعتبار سنجی مشتریان بانک ها در یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری، دومین کنفرانس داده کاوی ایران، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، موسسه پژوهشی داده پردازان گیتا
- David E. Goldberg, (1989). "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison-Wesly Pub.

- Fonseca, C.M., Fleming, P.J. 1993. Genetic Algorithms for Multiobjective Optimization: Formulation, Discussion and Generalization. Proceedings of the 5th International Conference on Genetic Algorithms, p. 416-423.

چکیده

زنجیره تامین در سال های اخیر نظر بسیاری از محققین و صنعتگران را به خود جلب کرده است . در بازار رقابتی امروزه تنها درصدد بهبود وضع داخلی نیستند . بلکه انتخاب بهترین بازارها و بهترین تامین کنندگان در صدر برنامه های آنها قرار گرفته است . انتخاب بهترین گزینه ها در هر یک از تصمیم گیری های فوق نیاز به تکنیک هر و آنالیزهای خاصی با فاکتورهای متعددی دارد که با توجه به این در سازمان ها باید یک مساله تصمیم گیری چند معیاره ایجاد گردد و از تکنیک های خاصی مانند تکنیک فرآیند سلسله مراتبی و یا سایر روش ها استفاده گردد .

در میان جریانهای موجود در هر زنجیره تأمین (مالی، اطلاعات و مواد) ، جریان مواد با توجه به سهم آن در بهای تمام شده محصول از اهمیت قابل توجهی برخوردار می باشد.

در این تحقیق به مطالعه روش های تصمیم گیری چند معیاره و ارتباط آن ها با زنجیره تامین می پردازیم .

واژه های کلیدی: تصمیم گیری چند معیاره ، تصمیم گیری چند هدفه ، زنجیره تامین ، روش تصمیم گیری

مقدمه

در این تحقیق ، هدف معرفی یک روش تصمیم گیری چند معیاره توسط چند تصمیم گیرنده میباشد تا مسئله انتخاب تامین کنندگان در سیستم زنجیره تامین برطرف گردد . در سالهای اخیر، تعیین تامین کنندگان در زنجیره تامین به عنوان استراتژی قابل توجهی برای سازمانها مطرح شده است . طبیعت این مسائل بسیار پیچیده و غیرساختار یافته میباشد، اما عموماً بسیاری از فاکتورهای کمی و کیفی همچون کیفیت، قیمت، انعطاف ذیری و عملکرد تحویل میبایستی برای انتخاب تامین کنندگان مناسب مورد توجه قرار گیرد .

برای انتخاب تامین کنندگان معیاره ها و شاخص های متفاوتی وجود دارد که ناچاریم از تکنیک های خاصی مانند تصمیم گیری چندمعیاره و بصورت خاص از تصمیم گیری چند هدفه استفاده کنیم .

مدلهای تصمیم گیری چندگانه (Making Multiple Criteria Decision)

یکی از مباحث اخیر که دانشجویان مدیریت در داخل کشور به آن اهمیت می‌دهند مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. در این گونه تصمیم‌گیریها چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می‌شوند. در زمینه مسایل سازمانی، در انتخاب استراتژی یک سازمان معیارهایی از قبیل درآمد سازمان در طی یک دوره، قیمت سهام سازمان، سهم بازاری، تصویر سازمان در جامعه و ... اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM منظور از معیار شاخص باشد آنرا به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه MODM گویند. تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود. مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می‌روند. در MADM معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (Making Multiple Objective Decision)

در این مدل‌ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می‌شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه برنامه ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Charns & Cooper ارائه شده است.

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (Making Multiple Attribute Decision)

در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد. مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی AHP و مدل ANP نیز از نوع مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه هستند.

موسسه “تصمیمات خلاق” توسط توماس و روژان ساعتی راه اندازی شده است تا در تصمیم گیری عاقلانه به افراد کمک کند. توماس ساعتی خالق تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. این روش تصمیمات را بر اساس اهمیت درجه بندی می کند و به تصمیم گیران امکان می دهد تا داده های ملموس عددی و غیر ملموس را از منابع مختلف در کنار هم به منظور تصمیم گیری تحلیل کنند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به جای روش نظرسنجی سنتی که به صورت بله و خیر بود از نظرسنجی به صورت طیف ترجیح (preference) استفاده می کند. توماس ساعتی همچنین خالق روش های تصمیم یافته AHP مانند روش فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) برای تصمیم گیری به همراه عدم استقلال و بازخورد و همچنین روش فرآیند شبکه عصبی (NNP) برای پردازش تصمیمات عصبی است. در AHP، عناصر در ساختاری سلسله مراتبی قرار گرفته اند در صورتی که در ANP با شبکه هایی از خوشه ها که خود حاوی عناصر هستند، روبه رو هستیم. بیشتر روش های تصمیم گیری فرض می کنند که بین معیارها، زیر معیارها و گزینه ها، استقلال وجود دارد. (حتی فرض می کنند که بین خود معیارها و بین گزینه ها، استقلال وجود دارد.) روش ANP با چنین فرض هایی محدود نشده است، این روش در نظر گرفتن روابط بالقوه و بالفعل را ممکن می کند.

جدول ها، شکل ها و نمودارها

از جنبه های مختلف بین مدل های MADM و MODM تفاوت وجود دارد که به شرح جدول (۱) بیان شده اند :

جدول (۱) - مقایسه MADM و MODM

مورد متفاوت	MCDM	MADM	MODM
معیارها		شاخصها	اهداف
اهداف		صریح بیان شده اند	ضمنی بیان شده اند به طور ضعیف بیان
شاخص ها		صریح بیان شده اند	به طور ضمنی بیان شده اند
محدودیت ها		غیر مشخص (در داخل معیارها گنجانده شده اند)	کاملاً مشخص
گزینه ها		تعداد محدود ، مشخص	تعداد نامحدود (در نتیجه یک فرایند معلوم می شوند)
تعامل با تصمیم گیرنده		کم	زیاد
نحوه استفاده		در انتخاب و ارزیابی	طراحی

مبانی نظری تحقیق

یکی از مباحث اخیر که دانشجویان مدیریت در داخل کشور به آن اهمیت می‌دهند مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. در این گونه تصمیم‌گیریها چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می‌شوند. در زمینه مسایل سازمانی، در انتخاب استراتژی یک سازمان معیارهایی از قبیل درآمد سازمان در طی یک دوره، قیمت سهام سازمان، سهم بازاری، تصویر سازمان در جامعه و ... اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM منظور از معیار شاخص باشد آنرا به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه MODM گویند. تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود. مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می‌روند. در MADM معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (Making Multiple Objective Decision)

در این مدل‌ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می‌شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه برنامه ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Charns & Cooper ارائه شده است.

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (Making Multiple Attribute Decision)

در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد. مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله مراتبی AHP و مدل ANP نیز از نوع مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه هستند.

موسسه "تصمیمات خلاق" توسط توماس و روزان ساعتی راه اندازی شده است تا در تصمیم گیری عاقلانه به افراد کمک کند. توماس ساعتی خالق تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. این روش تصمیمات را بر اساس اهمیت درجه بندی می کند و به تصمیم گیران امکان می دهد تا داده های ملموس عددی و غیر ملموس را از منابع مختلف در کنار هم به منظور تصمیم گیری تحلیل کنند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به جای روش نظرسنجی سنتی که به صورت بله و خیر بود از نظرسنجی به صورت طیف ترجیح (preference) استفاده می کند. توماس ساعتی همچنین خالق روش های تصمیم یافته AHP مانند روش فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) برای تصمیم گیری به همراه عدم استقلال و بازخورد و همچنین روش فرآیند شبکه عصبی (NNP) برای پردازش تصمیمات عصبی است. در AHP، عناصر در ساختاری سلسله مراتبی قرار گرفته اند در صورتی که در ANP با شبکه هایی از خوشه ها که خود حاوی عناصر هستند، روبه رو هستیم. بیشتر روش های تصمیم گیری فرض می کنند که بین معیارها، زیر معیارها و گزینه ها، استقلال وجود دارد. (حتی فرض می کنند که بین خود معیارها و بین گزینه ها، استقلال وجود دارد.) روش ANP با چنین فرض هایی محدود نشده است، این روش در نظر گرفتن روابط بالقوه و بالفعل را ممکن می کند.

در دو دهه اخیر توجه محققین به مدل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) بوده است. در این گونه تصمیم گیریها چندین معیار که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می شوند. در زمینه مسایل سازمانی، در انتخاب استراتژی یک سازمان معیارهایی از قبیل درآمد سازمان در طی یک دوره، قیمت سهام سازمان، سهم بازاری، تصویر سازمان در جامعه و... می تواند مهم باشند. در زمینه مسایل عمومی یک جامعه، برنامه توسعه منابع آبی می تواند بر اساس معیارهایی مانند هزینه، احتمال کمبود آب، انرژی (میزان استفاده مجدد از آن)، استفاده از جنگل و زمین، آب، حفاظت از مواد غذایی و... صورت گیرد، یعنی این موارد به عنوان معیارها مد نظر قرار گیرند. در زمینه مسایل دولتی، سیستم حمل و نقل کشوری باید سیستم حمل و نقل را به گونه ای طراحی کند که زمان سفر، تأخیرات، هزینه حمل و نقل و... حداقل شود. یا در صنایع نظامی انتخاب سیستم مناسب پرتاب یک موشک در نیروی هوایی بر حسب معیارهایی نظیر انتخاب سرعت، دقت، قابلیت اطمینان میزان آسیب پذیری و... سنجیده شود. این موارد بخشهایی از کاربرد تصمیم گیریهای چند معیاره را شامل می شوند. به طور کلی روشهای تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

الف) مدل های تصمیم گیری چند هدفه (Making Multiple Objective Decision): در این مدلها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می کنند. مثلاً تصمیم گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می خواهد هزینه های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم گیری چند هدفه برنامه ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Cooper & Charns ارائه شده است.

ب) مدل های تصمیم گیری چند شاخصه (Making Multiple Attribute Decision): در این مدلها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم گیری چند شاخصه به تصمیمات

خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می گردد.

انواع مختلفی از مسایل MADM وجود دارند که تمامی آنها در خصوصیات زیر مشترکند :

۱. گزینه ها (Alternatives) : در این مسایل تعدادی مشخص گزینه باید مورد بررسی قرار گرفته و در مورد آنها اولویت گذاری، انتخاب و یا رتبه بندی صورت می گیرد. تعداد گزینه های مورد نظر می تواند محدود و یا خیلی زیاد باشند. برای مثال، یک تولید کننده اتومبیل ممکن است فقط چند گزینه محدود برای انتخاب محل تولید اتومبیل داشته باشد، ولی یک دانشگاه درجه یک انتخاب دانشجوی خود را از بین هزاران متقاضی می تواند انجام دهد.

گاهی به جای گزینه مترادفهای آن مانند انتخاب (Select)، استراتژی (Strategy)، اقدام (Action)، کاندیدا (Candidate(s) Goals) و ... به کار می رود.

۲. شاخصهای چند گانه : هر مسئله MADM چندین شاخص دارد که تصمیم گیرنده، باید در مسئله آنها را کاملاً مشخص کند. تعداد شاخصها بستگی به ماهیت مسئله دارد. برای مثال، در یک مسئله خرید اتومبیل اگر قرار به ارزیابی چند اتومبیل باشد شاخص های مختلف قیمت، میزان سوخت مصرفی، نحوه ضمانت و ساخت ممکن است مد نظر باشند. در حالی که در یک مسئله جایابی برای یک طرح کارخانه ۱۰۰ شاخص و یا بیشتر می توانند مد نظر باشند. واژه شاخص به صورت واژگان دیگری از قبیل اهداف یا معیارها (Criteria) قابل بیان است.

۳. واحدهای بی مقیاس (Incommensurable Units) : هر شاخص نسبت به شاخص دیگر دارای مقیاس اندازه گیری متفاوت است. لذا جهت معنادار شدن محاسبات و نتایج از طریق روشهای علمی اقدام به بی مقیاس کردن داده ها می شود به گونه ای که اهمیت نسبی داده ها حفظ گردد.

۴. وزن شاخصها : تمامی روشهای MADM مستلزم وجود اطلاعاتی هستند که بر اساس اهمیت نسبی هر شاخص به دست آمده باشند. این اطلاعات معمولاً دارای مقیاس ترتیبی یا اصلی هستند. وزنهاى مربوط به شاخصها میتوانند مستقیماً توسط تصمیم گیرنده و یا به وسیله روشهای علمی موجود به معیارها تخصیص داده شود. این وزنها اهمیت نسبی هر شاخص را بیان می کنند.

روش تحقیق

در این تحقیق سعی بر این بوده است که ارتباط بین انتخاب تامین کنندگان زنجیره تامین به وسیله روش های تصمیم گیری چند معیاره و به خصوص روش تصمیم گیری چند هدفه بررسی شود. در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب است که تصمیم گیری براساس چندین معیار یا شاخص باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم گیری چند معیاره به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود. مدل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) به دو دسته ی عمده مدل های چند هدفه MODM و مدل های چند شاخصه MADM تقسیم می شود. در حالت کلی مدل های چند هدفه به منظور طراحی و مدل های

چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند. با توجه به وع مسایل مربوط به تصمیم‌گیری چند هدفه، نوع روش انتخابی برای اینگونه مسایل تکنیک فرآیند سلسله مراتبی گروهی AHP گروهی استفاده می‌گردد.

آشنائی با تکنیک AHP

آیا لازم است یادآوری کنم واژه AHP مخفف عبارت Hierarchy process Analytical به معنی فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. حتی اگر تا این اندازه با مفهوم AHP بیگانه هستید ناامید نشوید با مطالعه این مقاله شما یک کارشناس AHP خواهید بود. نظر به مشکلات دانشجویان و پژوهشگران پیرامون نحوه استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برآن شدم تا با ذکر یک مثال کاربردی این مفهوم را برای علاقه‌مندان روشن کرده و بعلاوه نحوه انجام محاسبات را نیز فراهم آورم. این آموزش در چندین بخش تهیه شده است و همواره مورد تجدید نظر قرار می‌گیرد و بنا به ضرورت بخش‌هایی به آن اضافه شده یا توضیحات آن دستخوش تغییر می‌گردد تا درک بهتری از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی حاصل آید.

۱- مدل سازی فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP

برای شروع ابتدا یک مساله را مطرح می‌کنم. فرض کنید عضوی از هیات مدیره سازمانی هستید که می‌خواهد یک مدیر برای سازمان انتخاب کند. در این زمان ابتدا باید معیارهایی برای انتخاب مدیر در نظر بگیرید. برای مثال کاریزما، پیشینه، تحصیلات و سن به عنوان معیارهای انتخاب در نظر گرفته شدند. (روشهای انتخاب معیارهای تصمیم‌گیری) حال دو سوال مطرح است: اول اینکه ممکن است برخی افراد از لحاظ یک معیار بر دیگری ارجحیت داشته باشند و دوم اینکه برخی معیارها ممکن است با همدیگر متناقض باشند. بحث تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) را به خاطر آورید. این همان مساله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. برای حل این مساله باید از روشهای MCDM مانند AHP یا ANP استفاده کرد.

انتخاب معیارها یا *criteria* بخش اول تجزیه و تحلیل AHP است. سپس براساس معیارهای شناسائی شده کاندیدها ارزیابی می‌شوند. واژه گزینه‌ها یا کاندیدها مترادف واژه *alternative* یا *candidates* بوده و به جای هم بکار روند که مساله مهمی نیست. در این مثال ما سه کاندیدا برای مدیریت داریم: مادلین، سوف و راجر که در تصویر مشاهده می‌شوند.

بگذارید با یک شوخی نکته مهمی را یادآوری کنم. احتمالاً الان مادلین را انتخاب کرده اید! ولی یادتان باشد جنسیت جزء معیارهای ما نبود. روش نظام مند اینگونه از ورود جهت‌گیری ذهنی ممانعت می‌کند. دامنه تاثیر داوری ذهنی در روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره حداقل می‌شود. به این ترتیب الگوی انتخاب به صورت سلسله‌مراتب زیر ترسیم می‌شود:

۲- طراحی پرسشنامه خبره

پرسشنامه مورد استفاده برای تحلیل‌های سلسله‌مراتبی و تصمیم‌گیری چندمعیاره به پرسشنامه خبره موسوم است. پرسشنامه خبره اصلاً چیز پیچیده‌ای نیست بلکه بسیار ساده نیز هست. برای تهیه پرسشنامه خبره از مقایسه زوجی

گزینه‌ها استفاده می‌شود. برای هر سطح از سلسله مراتب یک پرسشنامه خبره تهیه می‌شود. برای امتیاز دهی از مقیاس نه درجه ساعتی به صورت زیر استفاده می‌شود:

ارزش	وضعیت مقایسه A نسبت به Z	توضیح
۱	ترجیح یکسان Equally Preferred	شاخص A نسبت به Z اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	کمی مرجح Moderately Preferred	گزینه یا شاخص A نسبت به Z کمی مهمتر است.
۵	خیلی مرجح Strongly Preferred	گزینه یا شاخص A نسبت به Z مهمتر است.
۷	خیلی زیاد مرجح Very strongly Preferred	گزینه A دارای ارجحیت خیلی بیشتری از Z است.
۹	کاملاً مرجح Extremely Preferred	گزینه A از Z مطلقاً مهمتر و قابل مقایسه با Z نیست.
۲-۴-۶	بینابین	ارزشهای بینابین را نشان می‌دهد. مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای A است.

پژوهشگران معمولاً از طیف پنج نقطه زیر استفاده می‌کنند که ساده‌تر بوده و نتایج یکسانی بدست می‌دهد:

ترجیح یکسان	کمی بهتر	بهبتر	خیلی بهتر	کاملاً بهتر
۱	۳	۵	۷	۹

با استفاده از این مقیاس هیات مدیره هر یک از گزینه‌ها را براساس هر یک از عوامل به صورت زوجی مقایسه می‌کنند. نتایج این مقایسه به صورت زیر است.

۳- تعیین وزن معیارها

سطح اول سلسله‌مراتب را معیارهای اصلی تشکیل می‌دهد. پرسشنامه خبره نخست بامقایسه زوجی معیارهای اصلی براساس هدف به تعیین اولویت هر یک از معیارها اصلی می‌پردازد. بنابراین باید معیارها را براساس هدف دوجه‌دو با هم مقایسه می‌کنیم. برای مثال هیات مدیره تصمیمی مشابه زیر می‌گیرد:

	پیشینه سن	کاریزما	تحصیلات	بردار ویژه
پیشینه	۱	۷	۳	۴
سن	۷/۱	۱	۵/۱	۳/۱
کاریزما	۳/۱	۵	۱	۳
تحصیلات	۴/۱	۳	۳/۱	۱

اکزل و ساعتی (۱۹۸۳) استفاده از میانگین هندسی را بهترین روش برای ترکیب مقایسات زوجی معرفی کرده‌اند. بنابراین از داده‌های هر سطر میانگین هندسی بگیرید. وزن‌های بدست آمده نرمال نیستند. منظور از وزن نرمال آن است که جمع اوزان برابر ۱ باشد. بنابراین میانگین هندسی بدست آمده در هر سطر را بر مجموع عناصر ستون میانگین هندسی تقسیم کنید. ستون جدید که حاوی وزن نرمال شده هر معیار است را بردار ویژه یا Eigenvalue گویند. وزن نهائی هر ماتریس همان ستون بردار ویژه است. براساس جدول بالا معیار پیشینه از بیشترین اولویت برخوردار است. ویژگی‌های کاربزماتیک در اولویت دوم قرار دارد. تحصیلات سومین معیار با اهمیت است و سن نیز از کمترین اولویت برخوردار است.

گاهی بجای دیدگاه یک نفر از دیدگاه چندین کارشناس استفاده می‌شود. در اینصورت وارد کردن دیدگاه کارشناسان روش‌های متعددی دارد.

برخی معیارها مانند سن یا قیمت یک عدد ثابت هستند. برای این منظور مقایسه زوجی نیازی به دیدگاه کارشناسی ندارد. ادامه مطلب ...

هر معیار ممکن است خود از یک مجموعه زیرمعیار تشکیل شده باشد. برای نمونه معیار پیشینه در مثال بالا می‌تواند شامل سابقه کاری در سازمان حاضر، تجربه کار در سازمانهای دیگر، تجربه مدیریتی و زیرمعیارهای دیگر باشد. در اینصورت یک سطح دیگر به مدل AHP اضافه می‌شود.

۴- مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارها

پس از تعیین وزن هر یک از معیارها در گام بعد باید گزینه‌ها بصورت زوجی براساس هر معیار مقایسه شوند. برای مثال مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس پیشینه نشان داده است: مادلین در مقایسه با راجر امتیاز ۴ می‌گیرد و سوف در مقایسه با راجر امتیاز ۹ می‌گیرد. همچنین سوف در مقایسه با مادلین امتیاز ۴ کسب می‌کند. بعد از اینکه مقایسه‌ها انجام شد داده‌ها را به ماتریسی مانند زیر منتقل می‌کنند که همان ماتریس مقایسه زوجی است.

پیشینه	مادلین	سوف	راجر
مادلین	۱	۴/۱	۴
سوف	۴	۱	۹
راجر	۱	۹/۱	۱

گام بعدی تعیین اولویت است. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال سازی (normalize) که در گام قبلی توضیح داده شد استفاده می‌شود. پس از نرمال کردن وزن هر گزینه براساس معیار مورد نظر بدست خواهد آمد. به عبارت دیگر محاسبه مقدار ویژه هر سطر با تخمین میانگین هندسی: میانگین هندسی آن سطر به جمع میانگین هندسی سطرها

پیشینه	مادلین	سوف	راجر	اولویت
مادلین	۱	۴/۱	۴	۰,۲۱۷
سوف	۴	۱	۹	۰,۷۱۷
راجر	۴/۱	۹/۱	۱	۰,۰۶۶

شما باید نرم افزار Expert Choice را نصب کنید یا اینکه به این آدرس بروید تا با یک کلیک محاسبات زیر انجام گیرد. راه حل دیگر استفاده از نرم افزار Super Decision است که بیشتر برای ANP مناسب است. به مقادیر بدست آمده حاصل از محاسبات که ستون اولویت را تشکیل می دهند بردار ویژه (eigenvector) گویند. همین مقایسه های زوجی را برای سایر معیارها انجام می دهیم. به این ترتیب اولویت هر فرد را براساس هر معیار مانند فوق محاسبه می کنیم. مهم همان ستون اولویت ها است. در نهایت به ماتریسی مانند زیر خواهید رسید:

	پیشینه سن	کاریزما	تحصیلات
مادلین	۰,۲۱۷	۰,۲۶۵	۰,۱۸۸
سوف	۰,۷۱۷	۰,۶۷۲	۰,۰۸۱
راجر	۰,۰۶۶	۰,۰۶۳	۰,۷۳۱

محاسبه اولویت ها

اکنون به سادگی با استفاده از میانگین موزون مدیر سازمان را انتخاب می کنیم.

امتیاز هر گزینه = مجموع حاصل ضرب اولویت آن گزینه براساس معیار ضربدر اولویت آن معیار

$$\text{Madlin: } (0.217 \times 0.547) + (0.188 \times 0.127) + (0.703 \times 0.270) + (0.265 \times 0.056) = 0.358$$

به همین ترتیب سوف ۰,۴۹۲ امتیاز کسب کرد و راجر نیز ۰,۱۴۹ امتیاز بدست آورد. خوب مساله انتخاب مدیر به روش تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفت و سوف با کسب بیشترین امتیاز به عنوان مدیر انتخاب گردید. البته پیرایش های دیگری نیز وجود دارد که می توانید در مقالات دیگر آنها را نیز فرا بگیرید. دانش را مرزی نیست و همیشه نکاتی برای افزودن هست.

۲- یافته های تحقیق

در این تحقیق با توجه انتخاب تامین کنندگان با اهداف مختلف برای زنجیره تامین از روش های تصمیم گیری چند معیاره و بصورت خاص از روش های تصمیم گیری چند هدفه مودر مطالعه بود که تکنیک فرآیند سلسله مراتبی AHP گروهی مورد مطالعه قرار گرفت. یکی از مناسب ترین روش های تصمیم گیری چند هدفه می باشد که توسط پرسشنامه های مخصوص در این زمینه که بین افراد خبره و کارشناس در زمینه زنجیره تامین توزیع میگردد که به بخش های مد نظر پژوهشگر بر اساس طیف ساعتی از ۱ تا ۹ امتیاط دهی میگردد و با آنالیز نتایج حاصل از نظرسنجی توسط پرسشنامه آنالیز AHP صورت میگردد و تامین کنندگان زنجیره تامین رتبه بندی میگرددند.

۳- بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق نشان داده شد که چگونه می توان با وارد ساختن معیارهای چندگانه زنجیره تامین در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از اطلاعات موجود به شکل منعطف و جامعی برای تصمیم گیری در خصوص انتخاب تامین کننده استفاده نمود. در نهایت باید نتایج به دست آمده حاصل از تکنیک AHP با محدودیتن های موجود مانند

محدودیت ظرفیت بررسی شوند و قابلیت اجرای آنها توسط پژوهشگر مورد بررسی قرار بگیرد و در صورت قابلیت اجرا آنها اجرا گردند و در صورتی که نتایج با اجرا مغایرت داشتند باید توسط پژوهشگر اصلاح و مجدد چک گردد

۴- مراجع (منابع و مأخذ)

- (۱) شاه علیطاده کلخوران ، م . سیستم پشتیبان تصمیم برای برنامه ریزی پرتفوی سهام در بنگاه های بزرگ اقتصادی ، به راهنمایی معماریانی عزیزا... ، پایان نامه دکترا ، واحد علوم و تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی ، ۱۳۸۱
- (۲) رنگین کمان ، کیوان (۱۳۸۳) " استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در انتخاب سیستم علائم الکتریکی " ، هفتمین همایش حمل و نقل ریلی ، ص . ۱۲
- (۳) اصغرپور، محمدجواد، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران
- (۴) نخستین کنفرانس بین المللی مدیریت زنجیره ی تامین و سیستم های اطلاعات
- (۵) عادل حاتمی مارینی و همکاران ، تصمیمگیری گروهی چند معیاره در انتخاب تامین کنندگان در مدیریت زنجیره تامین با توجه به رویکرد ELECTRE Fulltext
- (۶) محمدرضا رسولی بیرامی و علی محمد احمدوند ، دستیابی به تناسب استراتژیک در زنجیره تامین با استفاده از تکنیکهای تصمیم گیری چند هدفه Fulltext
- (۷) آریا نژاد ، م . ب . ق ، تیموری ، ا . "مدل یکپارچه تصمیم گیری برای انتخاب و توسعه تامین کنندگان . " مجله امیرکبیر ، شماره د ۵۴ صص . ۵۶۴ - ۵۴۸ ، بهار (۱۳۸۲)

(8) <http://www.dmathpnu.com/news2.php?id=104>

(9) Chan F. T. S and H. K Chan. Development of the supplier selection model –A case study in the advanced technology industry. 2004.

(10) Samuel H. Huan. A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model. supply chain management an international journal, Volume 9 , Number 1, 2004, pages 23-29