بخش اول :

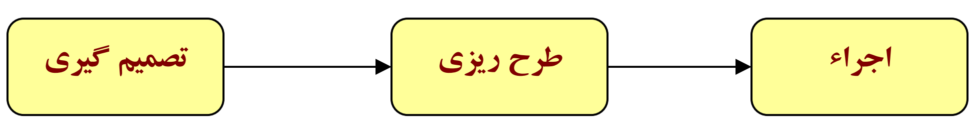
تصمیم گیری

- تعریف تصمیم گیری
- فرآیند تصمیم گیری
- مدل های تصمیم گیری

۱- تعریف تصمیم گیری

بسیاری از صاحبنظران مدیریت معتقدند که کانون اصلی مدیریت را تصمیم گیری تشکیل می دهد. در واقع آنها انجام وظایفی چون برنامه ریزی، سازماندهی و کنترل را چیزی جز تصمیم گیری نمی دانند.

هربرت سایمون تصمیم گیری را با مدیریت یکی می داند. نیومن نیز کیفیت مدیریت را تابع کیفیت تصمیم می داند. بنابراین از دیدگاه این صاحبنظران اساس مدیریت سازمان تصمیم گیری است. به عنوان مثال یک کارخانه تولیدی را در نظر بگیرید که یک کالا با کیفیت عالی و کمترین هزینه ممکنه تولید می کند، اما اصولا تولید این کالا با توجه به اهداف کارخانه بهترین انتخاب به حساب نمی آید یا آنکه تقاضا در بازار برای این کالا ناچیز می باشد به عبارتی تصمیم متخذه در اصل نامناسب بوده در حالیکه اجرای آن به بهترین صورت ممکنه و با کمترین هزینه انجام پذیرفته است. در علم مدیریت توجه اساسی به اخذ تصمیم صحیح با توجه به روابط بین هدفهای مطلوب و امکانات موجود در سازمان می باشد و از نظر آن وظیفه اصلی مدیر تصمیم گیری به روش علمی می باشد.



شکل ۱-۱- وظایف اصلی مدیر

و در نهایت تصمیم گیری را می توان طریقه عمل و یا حرکت در مسیر خاصی تعریف کرد که با تامل و به صورت آگاهانه از بین روشهای مختلف برای نیل به یک هدف مطلوب انتخاب شده است. بنابراین تصمیم گیری مستلزم انتخاب راهی از میان راه هاست. شناسائی راههای ممکن و انتخاب یکی از آنها به اطلاعات نیاز دارد . اطلاعات همیشه به میزان مورد نیاز در دسترس نیست و مدیریت ناگزیر به تصمیم گیری با اطلاعات کمتر است.

۲- فرآیند تصمیم گیری

گفتیم که تصمیم گیرنده طی فرآیند تصمیم به انتخاب راهی از بین راه های موجود اقدام می کند. این انتخاب به معنای نحوه بکارگیری منابع و امکانات قرار گرفته در اختیار مدیر در راستای هدف تصمیم گیری می باشد.

اگر در رسیدن به هدف مورد نظر فقط یک راه حل عملیاتی وجود داشته باشد دیگر صحبت از تصمیم گیری مصداق پیدا نمی کند زیرا پدیده تصمیم مترادف با انتخاب یک راه حل از بین چندین راه حل موجود می باشد. بطور قراردادی هر نوع کاربرد به خصوص از عوامل و منابع تحت کنترل مدیر اصطلاحا استراتژی نامیده می شود. از اینرو مدل تصمیم گیری شامل انتخاب یک استراتژی از بین استراتژی های متعدد موجود می باشد.

نحوه انتخاب مناسب ترین استراتژی از بین استراتژی های موجود

تئوری مطلوبیت که توسط اقتصاددانان ارائه گردیده است کاربرد عمده ای در چگونگی تصمیم گیری دارد. بر مبنای این اصل می توان راه حل های مختلف یک مشکل را توسط راه حلی که دارای بیشترین مطلوبیت باشد به عنوان مناسب ترین استراتژی انتخاب کرد.

متغیر تصمیم

یک سیستم تصمیم تحت تاثیر عوامل متعددی قرار می گیرد که حصول درجات مختلف به هدف یا هدف های آن بستگی دارد. تعدادی از این عوامل قابل کنترل و در اختیار مدیر بوده

و بقیه از کنترل مدیر خارج است. در عمل تصمیم گیری، طرحی که برای کنترل متغیرهای موثر در رسیدن به اهداف تصمیم لازم است استراتژی نامیده می شود و دلیل کنترل متغیرها نیز کوشش در رسیدن به اهداف تصمیم است.

تابع تصمیم

هر تصمیمی حداقل برای رسیدن به یک هدف خاص اتخاذ می گردد که حصول به این هدف خود بستگی به سایر متغیرهای موثر در مدل تصمیم گیری دارد. هدف تصمیم را متغیر وابسته و سایر متغیرهای موثر را متغیرهای مستقل می نامند. در حالت کلی:

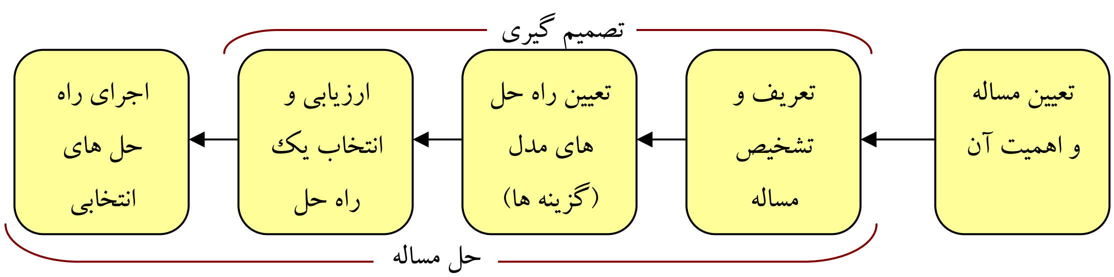
$$E = f(x, y)$$

متغیر وابسته (هدف تصمیم)

متغیر مستقل قابل کنترل ↙ ↘ متغیر مستقل غیرقابل کنترل

به طور کلی فرآیند تصمیم گیری شامل ۵ مرحله به شرح ذیل است:

- تعیین مساله و اهمیت آن
- تعریف و تشخیص مساله
- تعیین راه حل های جایگزین
- ارزیابی و انتخاب یک راه حل
- اجرای راه حل انتخابی



شکل ۱-۲- فرآیند تصمیم گیری

۳- مدل های تصمیم گیری

۳-۱- مدل های کلاسیک تحقیق در عملیات

در این مدل ها تصمیم گیری فقط بر اساس یک هدف کمی مانند حداکثر کردن سود، حداقل کردن مسافت و ... صورت می گیرد. برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی اعداد صحیح و ... از جمله این روش ها هستند که قبلا با آنها آشنا شده ایم.

۳-۲- مدل های تصمیم گیری چند معیاره

در اغلب تصمیم گیری ها مدیران به جای یک معیار خواستار بهینه کردن مقدار چندین معیار اعم از کمی و کیفی، مانند حداکثر کردن سود، حداقل کردن اضافه کاری افزایش رضایت شغلی و ...هستند. بدیهی است این معیارها به دلیل داشتن مقیاس های مختلف با هم قابل مقایسه نبوده و حتی در برخی مسائل با یکدیگر متضاد می باشند یعنی افزایش یک معیار باعث کاهش معیار دیگر گردد. بنابراین در تصمیم گیری با معیارهای چندگانه معمولا به دنبال گزینه ای هستیم که بیشترین مزیت را برای تمامی معیارها ارائه کند. از جمله این روش ها روش برنامه ریزی آرمانی است که قبلا با آن آشنا شده ایم.

بخش دوم :

تصمیم گیری چند معیاره

- ✓ معیارهای تصمیم گیری
- ✓ اندازه گیری معیارها
- ✓ مدل های تصمیم گیری چند معیاره

۱- معیارهای تصمیم گیری

همانگونه که در بخش قبل اشاره کردیم در بسیاری از موارد نتیجه گیری ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم گیرنده است که تصمیم گیری بر اساس چندین معیار بررسی و تجزیه و تحلیل شده باشند.

برای مثال در انتخاب شغل معیارهایی مانند درآمد ماهانه، محل کار، شان اجتماعی و... ویا در برنامه ریزی تولید اهدافی مانند حداکثر کردن درآمد، حداقل کردن هزینه، کاهش ضایعات، افزایش رضایت کارکنان و... مد نظر است. در مدل های کلاسیک تحقیق در عملیات فقط یک معیار مانند سود، هزینه، بهره وری، زمان و... مورد توجه قرار می گیرد.

در حالت کلی در تعیین گزینه های مختلف منظور از معیار[۱] عواملی است تصمیم گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود مد نظر قرار می دهد.

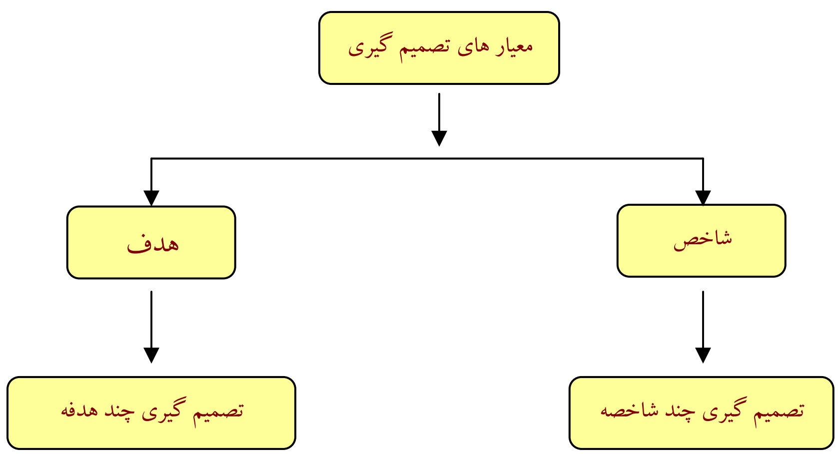
معیار در تصمیم گیری ممکن است شاخص یا هدف ارائه گردد.

شاخص[۲] عبارتست از ویژگی ها، کیفیات یا پارامترهای عملکردی که برای انتخاب گزینه های تصمیم مطرح است که ممکن است برخی از آنها مانند درآمد و هزینه دارای ماهیت کمی بوده و برخی دیگر نظیر رضایت شغلی و شان اجتماعی دارای ماهیت کیفی می باشند.

---
[۱] Criteria
[۲] Attribute

هدف[1] عبارتست از تمایلات و خواسته های تصمیم گیرنده که می تواند با عباراتی مانند حداکثر کردن سود، حداقل کردن هزینه و ... بیان شود.

در مسائل تصمیم گیری چند معیاره[2] چنانچه تصمیم گیری بر اساس چند شاخص صورت گیرد آنرا تصمیم گیری چند شاخصه[3]، ولی چنانچه بر مبنای چند هدف صورت گیرد آنرا تصمیم گیری چند هدفه[4] می نامند.



شکل ۲-۱- معیارهای تصمیم گیری

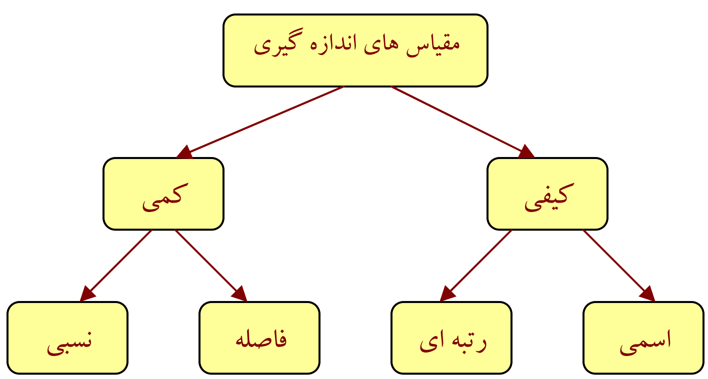
---

[1] Objective
[2] Multi Criteria Decision Making
[3] Multi Attribute Decision Making
[4] Multi Objective Decision Making

۲- اندازه گیری معیارها

همانگونه که اشاره شد برخی از معیارها به صورت کمی بوده و برخی دیگر کیفی می باشند. همچنین هر معیاری مقیاس اندازه گیری خاص خودش را دارد که مقایسه معیارها را مشکل می کند. در هر صورت همه آنها می بایست به طریقی اندازه گیری شده و در نهایت جهت انجام محاسبات به یک مقدار کمی قابل مقایسه تبدیل شوند. برای انجام این کار در این بخش با نحوه اندازه گیری معیارها آشنا می شویم و در بخش های بعدی در مورد نحوه کمی کردن معیارها و تبدیل مقادیر اندازه گیری شده از هر معیار به یک مقدار قابل مقایسه با سایر معیارها خواهیم پرداخت.

مقیاس اندازه گیری به صورت زیر تقسیم بندی می شوند که بسته به ماهیت مساله از این مقیاس ها برای اندازه گیری استفاده می کنیم:



شکل ۲-۲- مقیاس های اندازه گیری

اسمی[۱]: مانند طبقه بندی بر اساس نوع مذهب، جنسیت و ... که با شمارش اندازه گیری می شود.

رتبه ای[۲]: طبقه بندی بر اساس یک صفت، مهمترین مورد از نظر شدت یا ضعف رتبه اول و کم اهمیت ترین رتبه آخر. مانند بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم

فاصله ای[۳]: علاوه بر رتبه بندی فواصل حقیقی بین آنها را هم در نظر می گیرند. این مقیاس دارای صفر قراردادی است مانند صفر درجه سانتی گراد که با وجود صفر بودن ولی دما نیز وجود دارد.

نسبی[۴]: همان مقیاس فاصله است ولی با صفر مطلق مانند وزن صفر که هیچ وزنی وجود ندارد.

[۱] Nominal
[۲] Ordinal
[۳] Interval
[۴] Ratio

۳- مدل های تصمیم گیری چند معیاره

گسسته و پیوسته

مدل کلی یک مساله چند معیاره را می توان به صورت زیر نوشت:

$$MaxZ(x_1, x_2, ..., x_n) = [z_1(x_1, x_2, ..., x_n), z_2(x_1, x_2, ..., x_n), ... z_p(x_1, x_2, ..., x_n)]$$
$$g_i(x_1, x_2, ..., x_n) \le 0 \quad i = 1,2,...,m$$

F_d را مجموعه جوابهای قابل قبول مساله می نامند.

اگر مجموعه جواب های مساله قابل شمارش باشد مدل را گسسته یا چند شاخصه می نامیم. مانند انتخاب یک تکنولوژی از بین تکنولوژی های مختلف ولی اگر مجموعه جوابهای مساله غیر قابل شمارش باشد آن را پیوسته یا چند هدفه می نامیم. مانندتعیین عمر بهینه یک لامپ بطوریکه هزینه کاهش یافته و قابلیت اطمینان بیشتر گردد.

جبرانی و غیر جبرانی

اگر کمبود در یک معیار توسط معیار دیگر جبران شود مدل را جبرانی می نامیم مانند جبران هزینه بالا با کیفیت بهتر. در غیر اینصورت مدل را غیر جبرانی می نامیم مانند معیارهای لازم برای اخذ گواهینامه رانندگی.

فردی و گروهی

اگر تصمیم گیری بر اساس نظرات یک نفر انجام شود مدل را فردی و در غیر اینصورت گروهی می نامیم

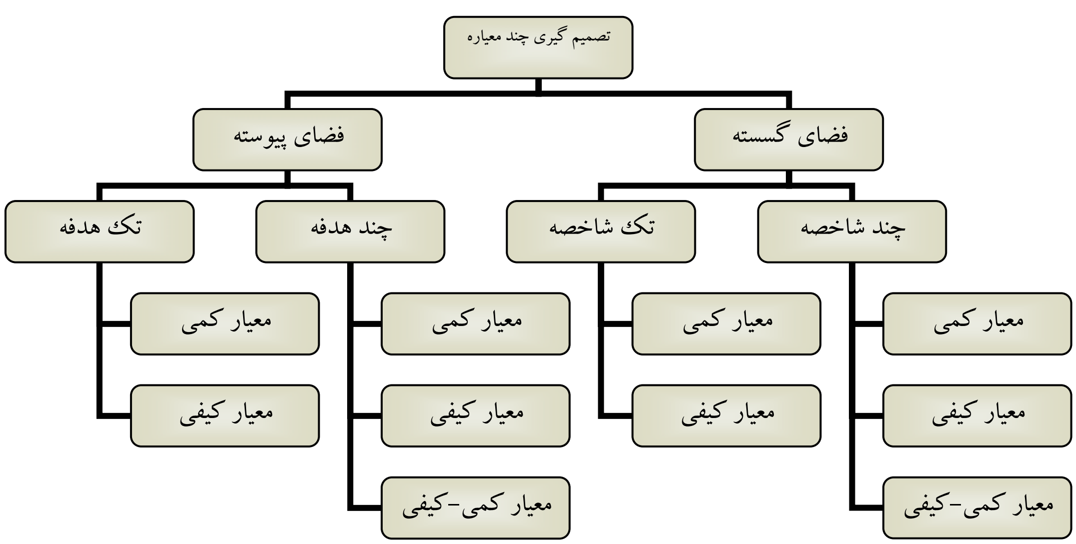
فصل سوم :

تصمیم گیری چند شاخصه

- ✓ تعریف هدف مساله
- ✓ تعیین شاخص های ارزیابی
- ✓ تعیین گزینه ها
- ✓ تعیین روش امتیازدهی به معیارها
- ✓ ارزیابی معیارها
- ✓ بی مقیاس سازی
- ✓ تعیین وزن شاخص ها
- ✓ مدل های تصمیم گیری
  - o مدل های جبرانی
  - o مدل های غیرجبرانی

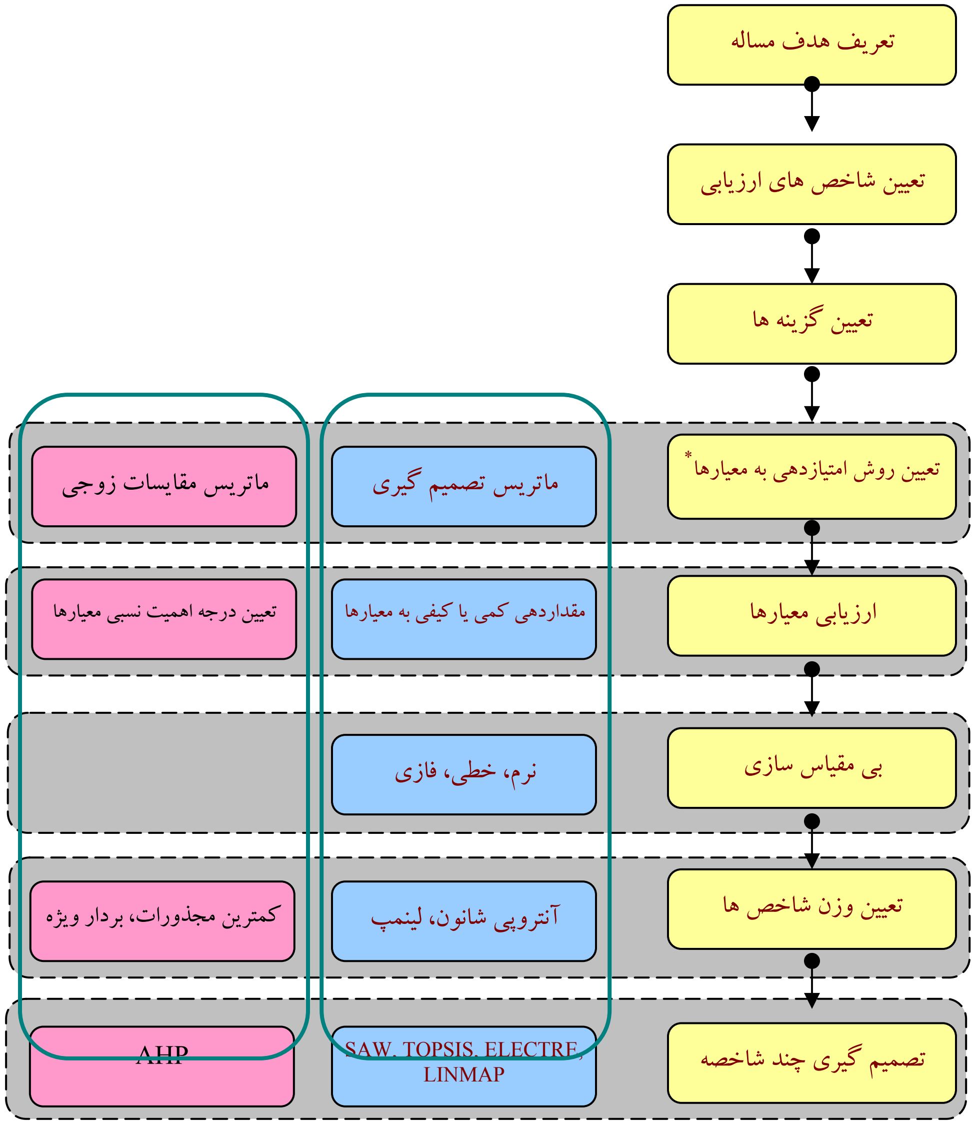
در بخش های قبل مدل های مختلف تصمیم گیری چند معیاره را به اختصار مورد بررسی قرار دادیم و گفتیم که یک از شاخه های تصمیم گیری چند معیاره تصمیم گیری چند شاخصه است که در این بخش به تفصیل در مورد انواع روشهای این تصمیم گیری صحبت خواهیم کرد.

همانگونه که قبلا نیز به اختصار توضیح دادیم در این نوع تصمیم گیری از تعدادی شاخص (معیار) برای اولویت بندی (انتخاب) گزینه ها استفاده می کنیم. برای اینکار یکسری کارهای مقدماتی بایستی انجام دهیم تا بتوانیم به تصمیم نهایی برسیم. شکل زیر فعالیت های مورد نیاز برای حل یک مساله تصمیم گیری چند شاخصه را نشان می دهد. در ادامه این فصل هر یک از گام های این شکل را به تفصیل بررسی خواهیم کرد.



شکل ۳-۱- انواع روش های تصمیم گیری چند معیاره

الگوریتم حل مسائل تصمیم گیری چند شاخصه



شکل ۳-۲- الگوریتم حل مسائل تصمیم گیری چند شاخصه

* اگر روش امتیازدهی به معیارها از نوع ماتریس تصمیم گیری باشد بقیه گامها از روشهای ستون ۱ قابل انجام است ولی چنانچه از نوع ماتریس مقایسات زوجی باشد از انجام هر گام با روشهای ستون دوم قابل انجام خواهدبود.

۱. تعریف هدف مساله

اولین گام در حل مسائل چند شاخصه تعریف دقیق هدف مساله است. مثال زیر را در نظر بگیرید:

فردی رضایت شغلی را در، درآمد زیاد، امنیت شغلی و وجهه اجتماعی بالا، سختی کار کم و نزدیک بودن به منزل می داند.

چهار پیشنهاد کار به او شده است. او می خواهد شغلی را انتخاب کند که حداکثر رضایتمندی او را فراهم کند.

همانگونه که از این مثال مشخص است در یک مساله تصمیم گیری چند شاخصه هدف حداکثر سازی رضایتمندی از یک هدف کلی مانند رضایت شغلی است که خود از چندین شاخص جزئی نظیر درآمد، سختی کار و ... تشکیل شده است.

۲. تعیین شاخص های ارزیابی

پس از تعریف دقیق مساله بایستی شاخص های اثر گذار در هدف مساله را که امکان جمع آوری اطلاعات آنها وجود دارد را تعیین کنیم. برای مثال ذکر شده این شاخص ها عبارتند از:

- امنیت شغلی
- سختی کار
- فاصله تا منزل
- درآمد
- وجهه اجتماعی

پس از تعیین شاخص ها بایستی گام های زیر را جهت شناسائی دقیق تر آنها انجام دهیم:

۲,۱. جداسازی شاخص های کمی و کیفی

در مورد شاخص های کمی و کیفی و نیز مقیاس های اندازه گیری آنها قبلا صحبت کردیم

این شاخص ها برای مثال قبل عبارتند از:

شاخص های کمی عبارتند از:

- درآمد
- فاصله تا منزل

شاخص های کیفی عبارتند از:

- وجهه اجتماعی
- امنیت شغلی
- سختی کار

۲٫۲. جداسازی شاخص های با جنبه مثبت و منفی

شاخص ها اعم از کمی یا کیفی دارا ۲ جنبه کلی هستند:

- مثبت: شاخص هایی هستند که خواهان افزایش مقدار آنها در مدل هستیم مانند سود، رضایت شغلی، درآمد و ...
- منفی: شاخص هایی هستند که خواهان کاهش مقدار آنها در مدل هستیم. مانند هزینه، مسافت، استرس و...

برای مثال قبلی شاخص های با جنبه مثبت و منفی عبارتند از:

شاخص های با جنبه مثبت عبارتند از:

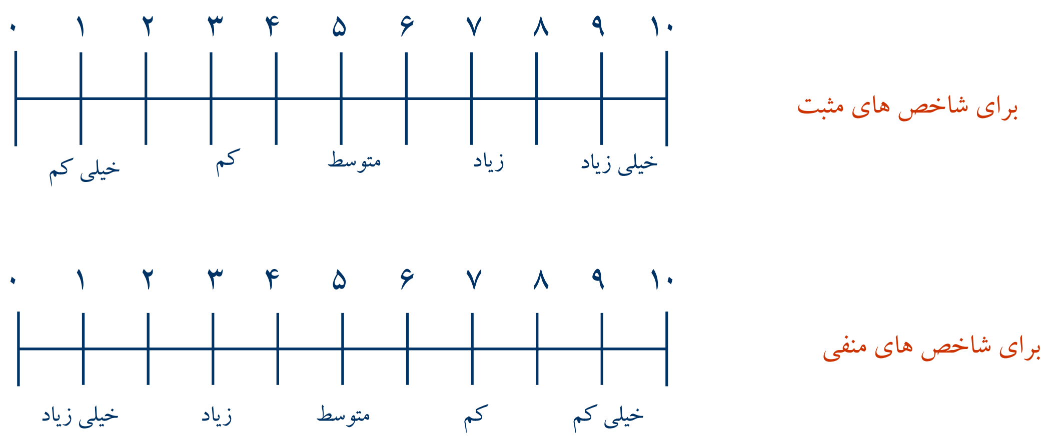
- امنیت شغلی
- درآمد
- وجهه اجتماعی

و شاخص های با جنبه منفی عبارتند از:

- سختی کار
- فاصله تا منزل

۲,۳. *طیف بندی شاخص های کیفی*

همانگونه که قبلا اشاره کردیم شاخص های کیفی بایستی به یک مقدار کمی تبدیل شوند تا بتوان محاسبات مربوط به تصمیم گیری چند شاخصه بر روی آنها انجام داد. عمده شاخص های دارای مقیاس رتیه ای هستند که با استفاده از روش طیف بندی می توان آنها را به اعداد کمی تبدیل کرد.



شکل ۳-۳- طیف بندی و کمی کردن شاخص های کیفی

۳. تعیین گزینه ها

گزینه ها یا از قبل مشخص بوده و فقط لازم است تا در مورد آنها تصمیم گیری شود ویا اینکه با تحقیق در دامنه مساله، مورد شناسائی قرار می گیرند و از بین آنها گزینه هایی که قابلیت جمع آوری اطلاعات در مورد آنها وجود داشته باشد برای تصمیم گیری انتخاب می شوند. در مثال قبلی گزینه ها عبارتند از چهار شغل پیشنهادی.

٤. تعیین روش امتیازدهی به شاخص ها

پس از تعیین گزینه ها و شاخص های تصمیم گیری، بایستی در مورد نحوه امتیازدهی به شاخص ها تصمیم گیری کنیم. انتخاب یک روش در این مرحله تعیین کننده روشهای مورد استفاده در گام های بعدی نیز خواهد بود. سه روش کلی برای اینکار وجود دارد که در ادامه به آنها می پردازیم.

٤,١. ماتریس تصمیم گیری

در این روش ماتریسی متشکل از گزینه ها و شاخص ها تشکیل می شود که معمولاً گزینه ها در سطر و شاخص ها در ستونهای آن قرار می گیرند. فرد تصمیم گیرنده در هر یک از خانه های ماتریس، مقدار کمی مورد نظر برای شاخص های کمی و میزان ترجیح خود را برای شاخص های کیفی وارد میکند.

شاخص ها / گزینه ها	شاخص ۱ (X_1)	شاخص ۲ (X_2)	...	شاخص n (X_n)
گزینه ۱ (A_1)	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}
گزینه ۲ (A_2)	r_{21}	r_{22}	...	r_{2n}
...	...	...	...	...
گزینه m (A_m)	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{mn}

شکل ۳-۴- ماتریس تصمیم گیری

٤,٢. ماتریس مقایسات زوجی

در این روش به جای استفاده از ماتریس تصمیم گیری، تصمیم گیرنده ترجیحات نسبی خود را نسبت را به هر یک از معیارها در قالب یک ماتریس تحت عنوان ماتریس مقایسات زوجی مطابق جدول زیر وارد میکند.

هدف تصمیم	شاخص ۱	شاخص ۲	...	شاخص n
شاخص ۱ (x1)				
شاخص ۲ (x2)				
...				
شاخص m (xm)				

شکل ۳-۵- ماتریس مقایسات زوجی

درجه اهمیت	تعریف
۱	اهمیت یکسان
۳	نسبتا مرجح
۵	ترجیح زیاد
۷	ترجیح بسیار زیاد
۹	ترجیح فوق العاده زیاد
۲و۴و۶و۸	ارزش های بینابین در قضاوت ها

شکل ۳-۶- مقادیر ارجحیت شاخص ها

۴,۳. روش ترکیبی

با توجه به اینکه نتایج حاصل از روشهای مقایسات زوجی در وزن دهی به شاخص ها از اعتبار بیشتری برخوردار است لذا می توان در الگوریتم مندرج در ابتدای فصل وزن شاخص ها را با استفاده از روش ماتریس مقایسات زوجی بدست آورد سپس تصمیم گیری را با استفاده از ماتریس تصمیم و اوزان بدست آمده به یکی از روشهای SAW,LINMAP,TOPSIS,ELECTRE انجام داد. در صورتی که تصمیم گیری نیز با استفاده از روش مقایسات زوجی صورت بگیرد در این صورت در ماتریس مقایسات زوجی فوق برای هر شاخص یک ماتریس تشکیل داده و گزینه های مختلف را با هم مقایسه می کنیم که همان روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که در ادامه در مورد آن به تفصیل صحبت خواهیم کرد.

۵. ارزیابی شاخص ها

پس تعیین شاخص ها و گزینه ها و انتخاب روش امتیازدهی به شاخص ها اقدام به ارزیابی آنها می کنیم. در مورد مثال مطرح شده در بخشهای قبل این ماتریس ها به صورت زیر خواهند بود:

شاخص ها / گزینه ها	درآمد	وجهه اجتماعی	سختی	مسافت	امنیت
شغل ۱	۱۵	زیاد	نسبتا زیاد	۱۰	زیاد
		۷	۴		۷
شغل ۲	۱۲	متوسط	متوسط	۳	خیلی زیاد
		۵	۵		۹
شغل ۳	۲۰	خیلی زیاد	زیاد		متوسط
		۹	۳	۳۰	۵
شغل ۴	۳۰	کم	خیلی زیاد	۱	کم
		۳	۱		۳

شکل ۳-۷- ماتریس تصمیم گیری (در زیر مقادیر کیفی معادل کمی آنها بر اساس طیف بندی بخش قبل آمده است)

	درآمد	وجهه اجتماعی	سختی کار	مسافت	امنیت
درآمد	۱	۰,۳۳	۰٫۵	۰,۲	۰,۲۵
وجهه اجتماعی	۳	۱	۰٫۵	۳	۲
سختی کار	۲	۲	۱	۳	۳
مسافت	۵	۰,۳۳	۰,۳۳	۱	۰٫۵
امنیت	۴	۰٫۵	۰,۳۳	۲	۱

شکل ۳-۸- ماتریس مقایسات زوجی(مقادیر براساس شکل۳-۶ کمی شده است)

٦. بی مقیاس سازی

همانگونه که قبلا نیز اشاره کردیم هر یک از شاخص های کمی دارای مقیاس اندازه گیری خاص خود می باشند که این کار مقایسه مقادیر آنها با یکدیگر غیرممکن می سازد لذا می بایست به طریقی آنها را مستقل از واحد اندازه گیری کرد تا بتوان عمل مقایسه را انجام داد. برای سه روش وجود دارد که به آنها اشاره می کنیم.

٦,١. بی مقیاس سازی با استفاده از نرم

در این نوع بی مقیاس سازی هر عنصر ماتریس تصمیم گیری را بر مجذور مجموع مربعات عناصر هر ستون تقسیم می کنیم:

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

n_{ij} مقدار بی مقیاس شده گزینه i از شاخص j است.

به این ترتیب برای مثال قبل خواهیم داشت:

سطر مقابل هر گزینه به ۲ بخش تقسیم شده که بخش بالایی مقادیر ماتریس تصمیم و بخش پائین مقدار بی مقیاس شده را نشان می دهد.

شاخص ها / گزینه ها	درآمد	وجهه اجتماعی	سختی	مسافت	امنیت
شغل ۱	۱۵	۷	۴	۱۰	۷
	۰٫۳۶۷	۰٫۵۴۷	۰٫۵۶۰	۰٫۳۱۵	۰٫۵۴۷
شغل ۲	۱۲	۵	۵	۳	۹
	۰٫۲۹۴	۰٫۳۶	۰٫۷۰۰	۰٫۵۹۴	۰٫۷۰۳
شغل ۳	۲۰	۹	۳	۳۰	۵
	۰٫۴۹	۰٫۷۰۳	۰٫۴۲۰	۰٫۹۴۴	۰٫۳۹۰
شغل ۴	۳۰	۳	۱	۱	۳
	۰٫۷۳۴	۰٫۲۳۴	۰٫۱۴۰	۰٫۵۳۱	۰٫۲۳۴
$\sqrt{\sum_{i=1}^{4} a_{ij}^2}$	۴۰٫۸۵۳	۱۲٫۸۰۶	۷٫۱۴۱	۳۱٫۷۸	۱۲٫۸۰۶

$$n_{11} = \frac{15}{40.853} = 0.367$$

$$n_{21} = \frac{12}{40.853} = 0.294$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{4} a_{i1}^2} =$$

$$\sqrt{15^2 + 12^2 + 20^2 + 30^2} =$$

$$40.853$$

به علت تبدیل غیرخطی این روش منجر به مقیاس های اندازه گیری با طول مساوی نشده و ترتیب نسبی نتایج به خصوص برای مقادیر می نیمم و ماکزیمم در این مقیاس یکسان باقی نمی ماند و در نتیجه مقایسه مستقیم شاخص ها با یکدیگر هنوز خالی از اشکال نیست.

۶,۲. بی مقیاس سازی خطی

در این روش ابتدا مقادیر شاخص های منفی را معکوس کرده و سپس هر مقدار از ماتریس را به حداکثر مقدار آن ستون تقسیم می کنیم. البته چنانچه تمامی شاخص ها دارای جنبه منفی باشند نیازی به محاسبه معکوس هر یک از مقادیر نبوده و می توان (علاوه بر روش قبل) مقدار هر خانه از ماتریس را به مقدار حداکثر ستون مربوطه تقسیم کرده و حاصل را از یک کم کرد.پس در حالت کلی خواهیم داشت:

برای شاخص های با جنبه مثبت:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{Max\, a_j}$$

برای شاخص های با جنبه منفی:

$$n_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{Max\,(\frac{1}{a_j})}$$

برای حالتی که تمامی شاخص ها منفی باشند:

$$n_{ij} = 1 - \frac{a_{ij}}{Max\, a_j}$$

به عنوان مثال در مساله قبل خواهیم داشت:

شاخص ها / گزینه ها	درآمد	وجهه اجتماعی	سختی	مسافت	امنیت
شغل ۱	۰.۷۷۸	۰.۱۰۰	۰.۲۵۰	۰.۷۷۸	۰.۵۰۰
شغل ۲	۱	۰.۳۳۳	۰.۲۰۰	۰.۵۵۶	۰.۴۰۰
شغل ۳	۰.۵۵۶	۰.۰۳۳	۰.۳۳۳	۱	۰.۶۶۷
شغل ۴	۰.۳۳۳	۱	۱	۰.۳۳۳	۱

$$n_{15} = \frac{15}{30} = 0.500$$

$$n_{25} = \frac{12}{30} = 0.400$$

$$n_{13} = \frac{\frac{1}{4}}{1} = 0.25$$

$$n_{23} = \frac{\frac{1}{5}}{1} = 0.200$$

واضح است که $0 \le n_{ij} \le 1$ بوده و مزیت این بی مقیاسی آن است که خطی بوده و کلیه نتایج تبدیل به نسبت خطی می شوند، نتیجتا ترتیب نسبی از نتایج موجود یکسان باقی می ماند.

۶,۳. بی مقیاس سازی فازی

در این روش مقادیر بی مقیاس شده برای شاخص های با جنبه مثبت و منفی عبارتند از:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij} - Mina_j}{Maxa_j - Mina_j}$$

برای شاخص های مثبت

$$n_{ij} = \frac{Maxa_j - a_{ij}}{Maxa_j - Mina_j}$$

برای شاخص های منفی

برای مثال قبل خواهیم داشت:

شاخص ها / گزینه ها	درآمد	وجهه اجتماعی	سختی	مسافت	امنیت
شغل ۱	0.666	0.689	0.250	0.666	0.166
شغل ۲	1	0.931	0	0.333	0
شغل ۳	0.333	0	0.500	1	0.444
شغل ۴	0	1	0	0	1

$$n_{15} = \frac{15-12}{30-12} = 0.166$$

$$n_{25} = \frac{12-12}{30-12} = 0$$

$$n_{13} = \frac{5-4}{5-1} = 0.25$$

$$n_{23} = \frac{5-5}{5-1} = 0$$

اشکال این روش نیز اینست که منجر به یک تغییر متناسب در نتایج نمی شود.

۷. تعیین وزن شاخص ها

همانگونه که در شکل ۳-۲ آمده است پس از بی مقیاس سازی مقادیر مربوط به هر شاخص بایستی اهمیت نسبی شاخص ها نسبت به یکدیگر را مشخص نمائیم. برای اینکار بسته روش انتخابی برای امتیازدهی به شاخص ها چهار روش عمده وجود دارد:

- آنتروپی شانون
- روش LINMAP
- روش کمترین مجذورات موزون
- روش بردار ویژه

که از بین آنها دو روش آنتروپی شانون و LINMAP برای ارزیابی با ماتریس تصمیم گیری استفاده می شود که روش LINMAP علاوه بر آن به عنوان یک روش تصمیم گیری چند شاخصه نیز مطرح می باشد. روشهای کمترین مجذورات موزون و بردار ویژه نیز برای ارزیابی با ماتریس مقایسات زوجی استفاده می شوند که آنها را در بخش مربوط به تصمیم گیری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی بررسی خواهیم کرد. در این بخش به بررسی روش آنتروپی شانون می پردازیم.

وزن دهی به روش آنتروپی شانون

ایده اصلی این روش براین پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین برای محاسبه اوزان شاخص ها به ترتیب زیر عمل می کنیم (m تعداد گزینه ها می باشد).

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \; ; \forall \mathrm{i}, \mathrm{j}$$

$$k = \frac{1}{\ln(m)}$$

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} \left[p_{ij} \ln p_{ij} \right]; \forall \mathrm{j}$$

E_j مقدار آنتروپی شاخص j ام را نشان می دهد.

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \forall \mathrm{j}$$

مقدار d_j عدم اطمینان یا درجه انحراف را برای شاخص j ام بیان می کند و از آنجائیکه روش آنتروپی شانون بیشترین وزن را به شاخص با بیشترین درجه انحراف می دهد لذا خواهیم داشت:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad ; \; \forall j$$

و اگر چنانچه تصمیم گیرنده از قبل اوزان خاصی (λ_j) را برای شاخص ها در نظر بگیرد در این صورت وزن تعدیل شده به شکل زیر خواهد بود:

$$w'_j = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j w_j} \quad ; \; \forall \, j$$

به عنوان مثال برای مساله قبل داریم:

شاخص ها / گزینه ها	درآمد	وجهه اجتماعی	سختی	مسافت	امنیت
شغل ۱	۱۵	۷	۴	۱۰	۷
	۰.۱۹۵	۰.۲۹۲	۰.۳۰۸	۰.۲۲۷	۰.۲۹۲
شغل ۲	۱۲	۵	۵	۳	۹
	۰.۱۵۶	۰.۲۰۸	۰.۳۸۴	۰.۰۶۸	۰.۳۷۵
شغل ۳	۲۰	۹	۳	۳۰	۵
	۰.۲۶۰	۰.۳۷۵	۰.۲۳۱	۰.۶۸۲	۰.۲۰۸
شغل ۴	۳۰	۳	۱	۱	۳
	۰.۳۸۹	۰.۱۲۵	۰.۰۷۷	۰.۰۲۳	۰.۱۲۵
جمع	۷۷	۲۴	۱۳	۴۴	۲۴

ابتدا مقادیر P_{ij} را محاسبه می کنیم:

$$P_{11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^{4} a_{i1}} = \frac{15}{77} = 0.195$$

$$\sum_{i=1}^{4} a_{i1} = 15 + 12 + 20 + 30 = 77$$

سپس مقدار ضریب ثابت k را محاسبه می کنیم:

$$k = \frac{1}{\ln(m)} = \frac{1}{\ln(4)} = 0.721$$

سپس مقدار آنتروپی را برای هر یک از شاخص ها محاسبه می کنیم:

$$E_1 = -0.721[0.195 * \ln(0.195) + 0.156 * \ln(0.156) + 0.260 * \ln(0.260) + 0.389 * \ln(0.389)] = 0.956$$

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
0.956	0.947	0.913	0.625	0.947

در قدم بعد مقادیر مربوط به درجه انحراف هر یک از شاخص ها را محاسبه کرده:

d_j	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	جمع
$1-E_j$	۰.۰۴۴	۰.۰۵۳	۰.۰۸۷	۰.۳۷۵	۰.۰۵۳	۰.۶۱۲

و در نهایت وزن هر یک از شاخص ها را محاسبه می کنیم:

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
0.072	0.087	0.142	0.613	0.087

$$w_1 = \frac{d_1}{\sum d_j} = \frac{0.044}{0.612} = 0.072$$

۸. مدل های تصمیم گیری

همانگونه که در شکل ۳-۲ نیز آمده است آخرین گام در تصمیم گیری چند شاخصه انتخاب یک مدل تصمیم گیری به منظور اولویت بندی و یا انتخاب شاخص هاست. گفتیم که مدل های تصمیم گیری به دو دسته جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می شوند که در ادامه به هر دوی آنها خواهیم پرداخت اما به دلیل اهمیت روش های جبرانی آنها را با تفصیل بیشتری بررسی خواهیم کرد .

۸,۱. مدل های غیر جبرانی[۱]

این مدل ها شامل روش هایی می شوند که در آنها مبادله[۲] در بین شاخص ها مجاز نیست، یعنی نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط وجود در شاخص دیگر جبران نمی شود. بنابراین هر شاخص در این روش به تنهایی مطرح بوده و مقایسات براساس شاخص به شاخص انجام می پذیرد. در ادامه برخی از مشهورترین روش های تصمیم گیری چند شاخصه می پردازیم.

[۱] Non Compensatory models
[۲] Trade off

۸,۱,۱. ماکسی ماکس

به معنای ماکزیمم کردن ماکزیمم سودآوری است که تصمیم گیرنده را یک فرد خوش بین فرض می کند. به عبارتی در این روش برای هر گزینه شاخص با بیشترین مقدار را انتخاب می کنیم که در اینصورت برای هر گزینه یک عدد خواهیم داشت. حال از بین اعداد موجود گزینه با بیشترین مقدار را انتخاب می کنیم.

۸,۱,۲. ماکسی مین

این روش مشابه روش ماکسی ماکس بوده با این تفاوت که به جای انتخاب بیشترین مقدار برای هر گزینه در مرحله اول، کمترین مقدار را انتخاب و سپس از بین گزینه ها، گزینه با بیشترین مقدار را انتخاب می کند. به عبارتی تصمیم گیرنده کمترین ریسک را در انتخاب گزینه ها کرده و یک فرد محتاط است.

۸,۱,۳. هارویکز

این روش ترکیبی از دو روش فوق است به اینصورت که ضریبی تحت عنوان ضریب خوش بینی (α)تعریف کرده و شاخص با بیشترین مقدار در هر گزینه را ضربدر آن کرده و شاخص با کمترین مقدار را ضربدر $1-\alpha$ می کند و حاصل را با هم جمع کرده و برای هر گزینه یک مقدار به دست می آورد. سپس از بین آنها گزینه با بیشترین مقدار را انتخاب میکند.

۸,۱,٤. لکسیکوگراف

در این روش تصمیم گیرنده شاخص ها را اولویت بندی میکند مثلا قیمت، کیفیت و زیبایی. سپس اقدام به انتخاب گزینه های ممکن می کند. مثلا از گزینه ها، گزینه با کمترین قیمت را انتخاب می کند. اگر به گزینه هایی رسید که دارای قیمت یکسان هستند سراغ شاخص با اولویت بعد رفته و از بین گزینه های باقیمانده بهترین کیفیت را انتخاب می کند و اگر بازهم به گزینه های یکسان برخورد به سراغ شاخص بعد رفته و این کار را آنقدر ادامه می دهد تا بهترین گزینه را انتخاب کند.

۸,۲. مدل های غیرجبرانی

این مدل ها مشتمل بر روش هائی است که اجازه مبادله در بین شاخص ها در آنها مجاز است. یعنی تغییر در یک شاخص می تواند توسط تغییری مخالف در شاخص دیگر جبران شود. این مدل دارای ۵ روش عمده است که در ادامه به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

۲,۱,۱. SAW[۱]

مدل مجموع ساده وزنی، یکی از ساده ترین روش های تصمیم گیری چند شاخصه می باشد. با محاسبه اوزان شاخص ها، می توان به راحتی از این روش استفاده کرد. مراحل استفاده از این روش به قرار زیر است:

- کمی کردن ماتریس تصمیم گیری
- بی مقیاس سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم گیری
- ضرب ماتریس بی مقیاس شده در اوزان شاخص ها
- انتخاب بهترین گزینه با استفاده از معیار مقابل: $A^* = \left\{ A_i \mid Max \sum_{j=1}^{n} n_{ij} w_j \right\}$

مثالی را که از ابتدای ابن بخش دنبال کرده ایم در نظر بگیرید، قبلا ماتریس بی مقیاس شده و اوزان شاخص ها را محاسبه کردیم و کافیست تا آنها را در رابطه فوق قرار دهیم:

$$\begin{bmatrix} 0.333 & 0.4 & 0.556 & 1 & 0.333 \\ 1 & 0.6 & 0.778 & 0.556 & 0.778 \\ 0.5 & 1 & 1 & 0.333 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.239 \\ 0.189 \\ 0.076 \\ 0.263 \\ 0.234 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.529 \\ 0.749 \\ 0.696 \end{bmatrix}$$

بهترین گزینه

[۱] Simple Additive Weighted

۲،۱،۲. TOPSIS[1]

این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد و یکی از بهترین مدل های تصمیم گیری چند شاخصه است.

این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد.

مراحل حل مساله با استفاده از این روش عبارتست از:

۱- محاسبه ماتریس بی مقیاس شده به روش نُرم N

۲- محاسبه ماتریس اوزان با یکی از روش های وزن دهی W

۳- محاسبه ماتریس بی مقیاس موزون V $V = N * W_{n*n}$

۴- راه حل ایده آل مثبت V_j^+: بزرگترین مقدار برای شاخص های مثبت و کوچکترین مقدار برای شاخص های منفی.به عبارتی برداری متشکل از بهترین مقادیر برای هر شاخص تشکیل می دهیم.

۵- راه حل ایده آل منفی V_j^- : بزرگترین مقدار برای شاخص های منفی و کوچکترین مقدار برای شاخص های مثبت.به عبارتی برداری متشکل از بدترین مقادیر برای هر شاخص تشکیل می دهیم.

[1] Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution

۶- محاسبه فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده آل های مثبت و منفی.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad , \quad \mathrm{i} = 1,2,\ldots,\mathrm{m}$$
$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad , \quad \mathrm{i} = 1,2,\ldots,\mathrm{m}$$

۷- تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل ایده آل:

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

۸- رتبه بندی گزینه ها بر اساس CL بزرگتر.

به عنوان مثال مساله ای با ماتریس تصمیم مقابل را در نظر بگیرید از بین شاخص ها، شاخص اول منفی و بقیه مثبت هستند. ماتریس بی مقیاس شده و ماتریس اوزان در زیر آمده است.

	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	۵	۸	۱۳	۴
A_2	۴	۱۰	۹	۲
A_3	۸	۱۲	۶	۳

ماتریس اول از سمت چپ ماتریس بی مقیاس شده با استفاده از روش نرم است.

ماتریس دوم اوزان بدست آمده با روش آنتروپی شانون است که مقادیر مربوط به وزن در قطر ماتریس قرار گرفته و بقیه عناصر ماتریس صفر می باشد.

حاصلضرب به دست آمده نیز ماتریس بی مقیاس شده موزون (V) است.

$$\begin{bmatrix} 0.488 & 0.456 & 0.769 & 0.743 \\ 0.390 & 0.570 & 0.532 & 0.371 \\ 0.781 & 0.684 & 0.355 & 0.557 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.305 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.092 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.267 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 0.149 & 0.042 & 0.258 & 0.198 \\ 0.119 & 0.052 & 0.179 & 0.099 \\ 0.238 & 0.063 & 0.119 & 0.149 \end{bmatrix}$$

$$V_j^+ = [Min\, v_{i1}, Max\, v_{i2}, Max\, v_{i3}, Max\, v_{i4}] = [0.119, 0.063, 0.258, 0.198]$$

$$V_j^- = [Max\, v_{i1}, Min\, v_{i2}, Min\, v_{i3}, Min\, v_{i4}] = [0.238, 0.042, 0.119, 0.099]$$

$$d_1^+ = 0.037 \qquad d_1^- = 0.192$$

$$d_2^+ = 0.127 \qquad d_2^- = 0.134$$

$$d_3^+ = 0.189 \qquad d_3^- = 0.055$$

$$d_1^+ = \sqrt{(0.149-0.119)^2 + (0.042-0.063)^2 + (0.258-0.258)^2 + (0.198-0.198)^2} = 0.037$$

$$CL_1^* = 0.838$$

$$CL_2^* = 0.513$$

$$CL_3^* = 0.225 \qquad CL_1^* = \frac{0.192}{0.192+0.037} = 0.838$$

۲,۱,۳. روش ELECTRE[1]

این مدل در اواخر دهه ۱۹۸۰ مطرح شد و به عنوان یکی از بهترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه مورد توجه قرار گرفت. اساس این مفهوم، «روابط غیر رتبه ای» است، یعنی لزوما به رتبه بندی گزینه ها منتهی نمی شود بلکه ممکن است گزینه هایی را حذف کند. مراحل حل این مدل به قرار زیر است:

گام اول: N ماتریس بی مقیاس شده به روش نُرم

گام دوم: W ماتریس اوزان با یکی از روش های وزن دهی

گام سوم: V ماتریس بی مقیاس موزون $V = N * W_{n*n}$

گام چهارم: تشکیل مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ

در این مرحله تمامی گزینه ها به صورت دو به دو باهم مقایسه شده و شاخص هایی را که گزینه k ام در آن نسبت به گزینه l ام برتری دارد در مجموعه هماهنگ (A_{kl}) و بقیه را در مجموعه ناهماهنگ (D_{kl}) قرار می دهیم. برای سادگی می توان ماتریسی را در نظر گرفت که سطرها و ستونهای آنرا گزینه های تشکیل داده و هر عنصر بجز قطر اصلی یک مجموعه است که برای مجموعه های هماهنگ اعضاء این مجموعه ها شاخص هایی که در آن گزینه سطر به گزینه ستون برتری دارد می باشد و بقیه مجموعه ناهماهنگ.

$$A_{kl} = \left\{ j \mid v_{kj} \geq v_{lj} \right\} \qquad D_{kl} = \left\{ j \mid v_{kj} < v_{lj} \right\}$$

[1] Elimination et Choice in Translating to Reality

گام پنجم: تشکیل ماتریس هماهنگ

این ماتریس فاقد عناصر قطر اصلی بوده و بقیه عناصر آن از مجموع اوزان اعضاء مجموعه هماهنگ تشکیل می شود.

$$I_{kl} = \sum w_j \qquad I = \begin{vmatrix} - & I_{1,2} & I_{1,3} & \dots & I_{1,m} \\ I_{2,1} & - & I_{2,3} & \dots & I_{2,m} \\ : & : & - & : & : \\ : & : & : & - & : \\ I_{m,1} & I_{m,2} & \dots & I_{m(m-1)} & - \end{vmatrix}$$

گام ششم: تشکیل ماتریس ناهماهنگ

این ماتریس نیز ازنظر منطق شبیه ماتریس هماهنگ است با این تفاوت که اعضاء آن از رابطه زیر به دست می آید.

$$NI_{kl} = \frac{Max\,|\,v_{kj} - v_{lj}\,|\ ,\ \mathrm{j} \in D_{\mathrm{k,l}}}{Max\,|\,v_{kj} - v_{lj}\,|\ ,\ \mathrm{j} \in \mathrm{All}} \quad NI = \begin{vmatrix} - & NI_{1,2} & NI_{1,3} & \dots & NI_{1,m} \\ NI_{2,1} & - & I_{2,3} & \dots & NI_{2,m} \\ : & : & - & : & : \\ : & : & : & - & : \\ NI_{m,1} & NI_{m,2} & \dots & NI_{m(m-1)} & - \end{vmatrix}$$

گام هفتم: تشکیل ماتریس هماهنگ موثر

این ماتریس مانند یک مبدل آنالوگ به دیجیتال عمل می کند به این معنی که اگر ولتاژ پائین تر از مقدار مشخصی بود تبدیل به صفر وگرنه تبدیل به یک می گردد این مقدار مشخص را معمولا حد آستانه می گویند. در ماتریس های هماهنگ و ناهماهنگ هم می توان گزینه هایی

را که مطلوبیت آنها پایین تر حد مشخصی می باشد را به صفر و باقی را به یک تبدیل کرد

حد آستانه را در این جا می توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$\bar{I} = \sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\frac{I_{k,l}}{m(m-1)} \qquad F_{kl} = \begin{cases} 1 & I_{kl} \geq \bar{I} \\ 0 & I_{kl} < \bar{I} \end{cases}$$

گام هشتم تشکیل ماتریس ناهماهنگ موثر

$$\overline{NI} = \sum_{l=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\frac{NI_{k,l}}{m(m-1)} \qquad G_{kl} = \begin{cases} 1 & NI_{kl} \geq \overline{NI} \\ 0 & NI_{kl} < \overline{NI} \end{cases}$$

گام نهم: تشکیل ماتریس کلی موثر

$$H_{k,l} = F_{k,l}.G_{k,l}$$

به عنوان مثال ماتریس تصمیم مطرح شده در روش TOPSIS را در نظر بگیرید:

ماتریس تصمیم، ماتریس بی مقیاس شده، اوزان بدست آمده به روش آنتروپی شانون و در نهایت ماتریس بی مقیاس شده موزون در زیر آمده است.

	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	۵	۸	۱۳	۴
A_2	۴	۱۰	۹	۲
A_3	۸	۱۲	۶	۳

$$\begin{bmatrix} 0.488 & 0.456 & 0.769 & 0.743 \\ 0.390 & 0.570 & 0.532 & 0.371 \\ 0.781 & 0.684 & 0.355 & 0.557 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.305 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.092 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.267 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 0.149 & 0.042 & 0.258 & 0.198 \\ 0.119 & 0.052 & 0.179 & 0.099 \\ 0.238 & 0.063 & 0.119 & 0.149 \end{bmatrix}$$

تعیین مجموعه های هماهنگ و ناهماهنگ

اعداد داخل هر مجموعه شماره شاخص را نشان داده و مجموعه موجود در سطر یک و ستون دو بیانگر اینست که گزینه اول در شاخص های ۳و۴ نسبت به گزینه دوم برتری دارد.

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} A۱ & A۲ & A۳ \end{array} \\ \begin{array}{c} A۱ \\ A۲ \\ A۳ \end{array} & \begin{bmatrix} - & \{3,4\} & \{1,3,4\} \\ \{1,2\} & - & \{1,3\} \\ \{2\} & \{2,4\} & - \end{bmatrix} \end{array}$$

مجموعه هماهنگ

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} A۱ & A۲ & A۳ \end{array} \\ \begin{array}{c} A۱ \\ A۲ \\ A۳ \end{array} & \begin{bmatrix} - & \{1,2\} & \{2\} \\ \{3,4\} & - & \{2,4\} \\ \{1,3,4\} & \{1,3\} & - \end{bmatrix} \end{array}$$

مجموعه ناهماهنگ

تشکیل ماتریس هماهنگ

این ماتریس از مجموع اوزان شاخص های داخل هر مجموعه بدست می آید:

$$I_{kl} = \begin{bmatrix} - & 0.603 & 0.908 \\ 0.397 & - & 0.641 \\ 0.092 & 0.359 & - \end{bmatrix}$$

$$I_{12} = w_3 + w_4 = 0.336 + 0.267 = 0.603$$

ماتریس ناهماهنگ

$$NI_{kl} = \begin{bmatrix} - & 0.303 & 0.151 \\ 1 & - & 0.420 \\ 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

$$NI_{31} = \frac{Max\{|v_{31}-v_{11}|,|v_{33}-v_{13}|,|v_{34}-v_{14}|\}}{Max\{|v_{31}-v_{11}|,|v_{32}-v_{12}|,|v_{33}-v_{13}|,|v_{34}-v_{14}|\}} = \frac{Max\{0.089,0.139,0.049\}}{Max\{0.089,0.021,0.139,0.049\}} = 1$$

ماتریس هماهنگ موثر

$$\bar{I} = \frac{0.603+0.908+0.397+0.641+0.092+0.359}{3(3-1)} = \frac{3}{6} = 0.5$$

$$H = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

ماتریس ناهماهنگ موثر

$$\overline{NI} = \frac{0.303 + 0.151 + 0.420 + 1 + 1 + 1}{3(3-1)} = \frac{3.874}{6} = 0.646$$

$$G = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

تعیین ماتریس کلی

$$F = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix} \qquad \Rightarrow A_1 > A_2 > A_3$$

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1]

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی مطرح شد که یکی از جامع ترین سیستمهای طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چند گانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرآیند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری 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 می کند. همچنین میزان سازگاری و نا سازگاری تصمیم را نشان می دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم گیری چند معیاره می باشد. به علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی[2] بنا نهاده شده است که در ادامه به بیان این اصول می پردازیم.

اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

توماس ساعتی[3] (بنیان گذار این روش) چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات ، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است . این اصول عبارتند از :

---
[1] Analytic Hierachy Process
[2] Axioms
[3] Saaty

اصل ۱ : شرط معکوسی [1]- اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد ، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

اصل ۲ : همگنی [2] - عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشد. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد.

اصل ۳ : وابستگی[3]- هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴ : انتظارات[4]- هر گاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد ، فرآیند ارزیابی باید مجددا انجام گیرد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

با ذکر یک مثال به تشریح فرآیند تحلیل سلسله مراتبی خواهیم پرداخت . تصور کنید که از بین سه اتومبیل A و B و C ، می خواهیم یکی را انتخاب کنیم . چهار معیار قیمت ، مصرف سوخت ، راحتی و مدل مطرح می باشد . حل این مثال را طی قدمهای ساختن سلسله مراتبی و محاسبه وزن تشریح می کنیم.

[1] **Reciprocal Condition**
[2] **Homogeneity**
[3] **Dependency**
[4] **Expectations**

ساختن سلسله مراتبی

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله می باشد. که در راس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه ها قرار دارند.

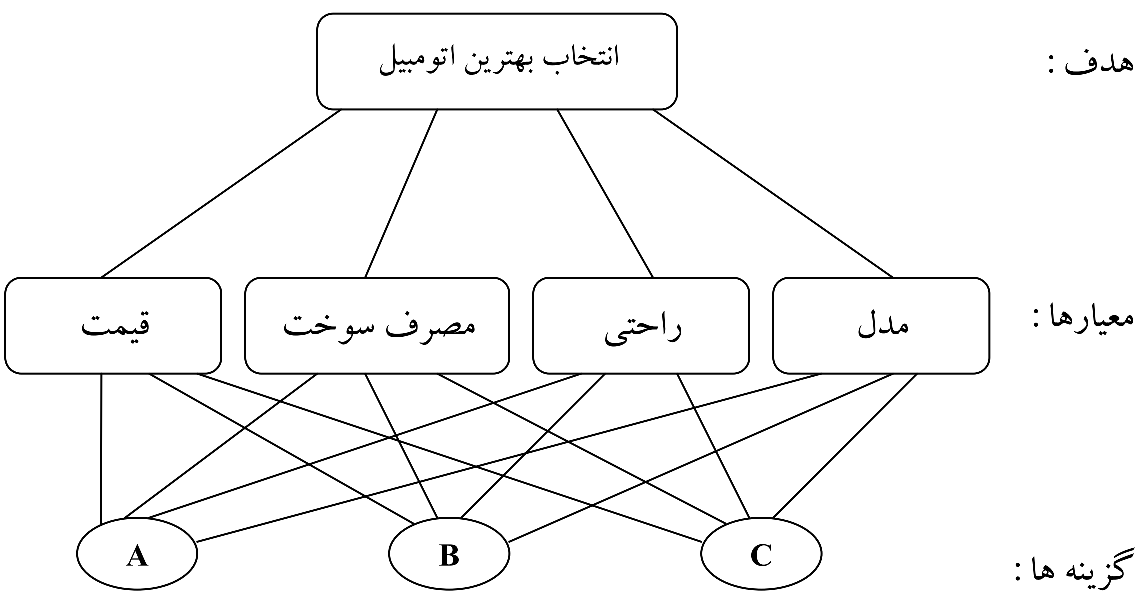
هر چند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد ، اما برخی افراد سعی نموده اند تا یک سری قواعد کلی در این زمینه بیان کنند. به طور مثال دایر و فورمن[1] بیان می کنند که سلسله مراتبی ممکن است به یکی از صورتهای زیر باشد :

هدف – معیارها – زیر معیارها – گزینه ها

هدف – معیارها – عوامل – زیر عوامل – گزینه ها

هدف – ....

در شکل (۱– ۳) نمودار سلسله مراتبی مثال فوق آمده است .



[1] Dyer And Forman

محاسبه وزن

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می گردد؛ که این وزنها را وزن نسبی می نامیم . سپس با تلفیق وزنهای نسبی ، وزن نهایی هر گزینه مشخص می گردد که آن را وزن مطلق می نامیم .

قبل از این که وارد این بحث شویم ، لازم است که به تعریف وتبیین سازگاری سیستم بپردازیم. اگر A دو برابر B اهمیت داشته باشد ، و B سه برابر C مهم باشد ، چنانچه A شش برابر C اهمیت داشته باشد ، آنگاه این قضاوت را سازگار می گوییم . در عمل این گونه نیست که تصمیمات و قضاوتهای انسان همواره سازگار باشد . در صورتی که رابطه بالا بین تمام عناصر در مقایسات زوجی برقرار نباشد ، قضاوت را ناسازگار می نامیم. مثلا در مورد یک نفر که سیب را دو برابر پرتقال و پرتقال را سه برابر موز ترجیح می دهد ، لزوما نمی توان گفت که این شخص سیب را شش برابر موز ترجیح می دهد . در عمل ممکن است ترجیح سیب بر موز نزد این شخص یکی از حالات زیر باشد :

الف) شش برابر

ب) مخالف شش

در حالت الف ، ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر خواهد بود :

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{س} & \text{پ} & \text{م} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{س} \\ \text{پ} \\ \text{م} \end{array} & P_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 6 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/6 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

ماتریس P۱ ، یک ماتریس سازگار[۱] تعریف شده است . حال چنانچه این ترجیح (ترجیح سیب بر موز) مخالف شش باشد ، (مثلا ۴ باشد) در این صورت ماتریس مقایسه زوجی به شرح زیر خواهد بود :

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{س} & \text{پ} & \text{م} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{س} \\ \text{پ} \\ \text{م} \end{array} & P_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

ماتریس P۲ یک ماتریس ناسازگار[۲] است . همان طور که ملاحظه می شود در ماتریس P۱ ستونهای اول و دوم و سوم ترکیب خطی از یکدیگر می باشند و بین این ستونها همبستگی خطی وجود دارد . اما ماتریس P۲ این گونه نبوده و بردارهای آن مستقل از یکدیگر می باشند.

---
[۱] **Consistent**
[۲] **Inconsistent**

اگر عناصر هر کدام از ستونهای ماتریس P۱ را نرمالیزه کنیم ، اعداد یکسانی به دست می آید .

$$\text{اهمیت نسبی عناصر نسبت به موز} = \begin{bmatrix}6\\3\\1\end{bmatrix} \begin{matrix}\text{س}\\\text{پ}\\\text{م}\end{matrix} \xrightarrow[\text{نسبت به موز}]{\text{نرمالیزه}} W = \begin{bmatrix}0.6\\0.3\\0.1\end{bmatrix}$$

$$\text{اهمیت نسبی عناصر نسبت به پرتقال} = \begin{bmatrix}2\\1\\1/3\end{bmatrix} \begin{matrix}\text{س}\\\text{پ}\\\text{م}\end{matrix} \xrightarrow[\text{نسبت به پرتقال}]{\text{نرمالیزه}} W = \begin{bmatrix}0.6\\0.3\\0.1\end{bmatrix}$$

$$\text{اهمیت نسبی عناصر نسبت به سیب} = \begin{bmatrix}1\\1/2\\1/6\end{bmatrix} \begin{matrix}\text{س}\\\text{پ}\\\text{م}\end{matrix} \xrightarrow[\text{نسبت به سیب}]{\text{نرمالیزه}} W = \begin{bmatrix}0.6\\0.3\\0.1\end{bmatrix}$$

پس همان طور که مشاهده می شود اگر ماتریس سازگار باشد ، محاسبه وزن نسبی ساده بوده و از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون به دست می آید و مقدار ناسازگاری ماتریس برابر صفر است. اما در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد ، محاسبه وزن مشکلتر بوده و مقدار ناسازگاری نیز مخالف صفر است که باید محاسبه گشته و در محدوده قابل قبول باشد .

محدوده قابل قبول ناسازگاری در هر سیستم به تصمیم گیرنده بستگی دارد اما در حالت کلی توماس ال ساعتی پیشنهاد می کند که اگر ناسازگاری تصمیم بیشتراز ۰٫۱ باشد بهتر است تصمیم گیرنده در قضاوتهای خود تجدید نظر کند. درباره روشهای اندازه گیری ناسازگاری ماتریس در ادامه بحث خواهد شد.

برای محاسبه وزن نسبی در ماتریسهای ناسازگار روشهای متعددی بیان شده است که روش های تفریبی و حداقل مربعات و بردار ویژه از جمله این روش ها هستند که در ادامه به آنها می پردازیم.

روشهای تقریبی [1] جهت محاسبه وزن نسبی ماتریسهای ناسازگار

۱. مجموع سطری : در این روش ابتدا مجموع عناصر هر سطر محاسبه شده تا یک بردار ستونی حاصل گردد ، سپس ان بردار ستونی نرمالیزه می شود. بردار ستونی نرمالیزه بردار وزن می باشد .

۲. مجموع ستونی : در این روش ابتدا مجموع عناصر هر ستون محاسبه شده تا یک بردار سطری حاصل گردد ، عناصر این بردار معکوس گشته ، سپس بردار حاصل نرمالیزه می شود . بردار سطری نرمالیزه شده ، بردار وزن می باشد .

۳. میانگین حسابی : در این روش ابتدا هر ستون نرمالیزه شده و سپس میانگین سطری عناصر محاسبه می شوند تا بردار وزن به دست آید .

۴. میانگین هندسی : در این روش میانگین هندسی عناصر هر سطر محاسبه شده و سپس بردار حاصل ، نرمالیزه می شود تا بردار وزن به دست آید .

[1] **Approximation Methods**

روش حداقل مربعات

اگر ماتریس A سازگار باشد مقدار عددی a[i,j] برابر با Wi/Wj می شود و در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد وزنها بگونه ای محاسبه می شود که مجموع مربعات اختلافات نسبت وزنها و a[i,j] حداقل گردد:

$$\min(z) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(a_{ij}w_j - w_i)^2$$

$$st: \sum_{i=1}^{n} W_i = 1$$

این یک برنامه ریزی غیر خطی با محدودیت تساوی است که با روش لاگرانژ قابل حل است:

$$u = f(x,y) + \lambda g(x,y)$$

$$L = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(a_{i,j}w_j - w_i)^2 + 2\lambda\left(\sum_{i=1}^{n} w_i - 1\right)$$

$$\sum_{i=1}^{n}(a_{il}w_l - w_i)a_{il} - \sum_{j=1}^{n}(a_{lj}w_j - w_l) + \lambda = 0 \quad l = 1,2,\ldots,n$$

$$\begin{cases} \dfrac{\delta f}{\delta x} + \lambda\dfrac{\delta g}{\delta x} = 0 \\ \dfrac{\delta f}{\delta y} + \lambda\dfrac{\delta g}{\delta y} = 0 \\ g(x,y) = 0 \end{cases}$$

به عنوان مثال ماتریس مقایسات زوجی زیر را در نظر بگیرید، محاسبات نشان می دهد که ماتریس ناسازگار است. پس با روش حداقل مربعات اوزان را محاسبه می کنیم.

$$A=\begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1 & 3 \\ 2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\exists i, j, k \quad | \quad a_{ik}.a_{k,j} \neq a_{i,j}$$

$$a_{12} = 1/3 , a_{23} = 3 \Rightarrow a_{13} (= 1/2) \neq a_{12}.a_{23} = 1/3 .3 = 1$$

$$15w_1 - 10/3\, w_2 - 5/2\, w_3 + \lambda = 0$$
$$-10/3\, w_1 + 20/9\, w_2 - 10/3\, w_3 + \lambda = 0$$
$$-5/2\, w_1 - 10/3\, w_2 + 45/4\, w_3 + \lambda = 0$$
$$w_1 + w_2 + w_3 = 1$$

$$w_1 = 0.1735$$
$$w_2 = 0.6059$$
$$w_3 = 0.2206$$

روش بردار ویژه

بردار ویژه برداری است که اگر یک ماتریس در آن ضرب شود حاصل همان بردار ویژه ضربدر یک مقدار اسکالر خواهد بود لذا ماتریس اوزان را با روش بردار ویژه محاسبه می کنیم:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{cases} a_{11}\,W_1 + a_{12}\,W_2 + \cdots + a_{1n}\,W_n = \lambda . W_1 \\ a_{21}\,W_1 + a_{22}\,W_2 + \cdots + a_{2n}\,W_n = \lambda . W_2 \\ \vdots \\ a_{n1}\,W_1 + a_{n2}\,W_2 + \cdots + a_{nn}\,W_n = \lambda . W_n \end{cases}$$

به W بردار ویژه و به λ مقدار ویژه ماتریس A می گویند.

$$A \times W = \lambda . W$$

حل دستگاه فوق در صورت افزایش مقدار n وقت گیر است لذا از رابطه زیر برای محاسبه λ استفاده می کنند.

$$\det(A - \lambda I) = 0 \qquad (A - \lambda_{\max} I) \times W = 0$$

به عنوان مثال ماتریس مقایسات زوجی زیر را در نظر بگیرید:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1 & 3 \\ 2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\det(A - \lambda I) = \begin{vmatrix} 1-\lambda & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1-\lambda & 3 \\ 2 & 1/3 & 1-\lambda \end{vmatrix} = (1-\lambda)^3 - 3(1-\lambda) + 5/2 = 0$$

$$\lambda_{\max} = 3.0536 \qquad (A - \lambda_{\max} I)W = 0$$

$$\begin{bmatrix} -2.0536 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & -2.0536 & 3 \\ 2 & 1/3 & -2.0536 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = 0$$

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1$$

$$W^T = (0.1571, 0.5936, 0.2493)$$

نرخ ناسازگاری یک ماتریس

قبل از بیان معیار اندازه گیری ناسازگاری بهتر است چند قضیه مهم را ذکر کنیم .

برای هر ماتریس مقایسه زوجی A (که مثبت و معکوس است) می توان قضایای زیر را اثبات نمود : [۱]

قضیه ۱ : اگر λ_1 و λ_2 و ... و λ_n مقادیر ویژه ماتریس مقایسه زوجی A باشند ، مجموع مقادیر آنها برابر n (طول ماتریس) است :

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = n$$

(طبق تعریف برای هر ماتریس مربعی A داریم : $A \times W = \lambda . W$ که در آن W و λ به ترتیب بردار وزن و مقدار ویژه ماتریس A می باشند .)

قضیه ۲ : بزرگترین مقدار ویژه ($\lambda_{\max}$) همواره بزرگتر یا مساوی n است . (در این صورت برخی از λ ها منفی خواهند بود .) $\lambda_{\max} \geq n$

قضیه ۳ : اگر عناصر ماتریس مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله بگیرند ، مقادیر ویژه آن نیز مقدار کمی از حالت سازگاری خود فاصله خواهند گرفت .

---

[۱] Saty (۱۹۸۰ – ۱۹۸۸)

در حالتی که ماتریس A سازگار باشد یک مقدار ویژه برابر n بوده (بزرگترین مقدار ویژه) و بقیه آنها برابر صفر هستند . بنابراین در این حالت می توان نوشت :   W n .W

A×=

در حالتی که ماتریس مقایسه زوجی A ناسازگار باشد ، طبق قضیه ۳ ، $\lambda_{\max}$ کمی از n فاصله می گیرد که می توان نوشت : $A \times W = \lambda_{\max} \cdot W$

از آنجا که $\lambda_{\max}$ همواره بزرگتر یا مساوی n است و چنانچه ماتریس از حالت سازگاری کمی فاصله بگیرد ، $\lambda_{\max}$ از n کمی فاصله خواهد گرفت . بنابراین تفاضل $\lambda_{\max}$ و n (یعنی $\lambda_{\max} - n$) به مقدار n (طول ماتریس) بستگی داشته و برای رفع این وابستگی می توان مقیاس رابه صورت زیر تعریف نمود که آنرا شاخص ناسازگاری ([1]I.I.) می نامیم :

$$I.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

(توجه : طبق قضیه ۱ داریم که: $\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = n$ و یا $\lambda_{\max} - n = -\sum_{i=2}^{n} \lambda_i$ یعنی $\lambda_{\max} - n$ مجموع n-۱ عدد است .)

[1] **Inconsistency Index**

مقادیر شاخص ناسازگاری (.I.I) را برای ماتریسهایی که اعداد آنها کاملا تصادفی اختیار شده باشند محاسبه کرده اند و آن را شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (.I.I.R)[2] نام نهاده اند که مقادیر آنها برای ماتریسهای n بعدی مطابق جدول زیر است.

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
I.I.R.	۰	۰	۰,۵۸	۰,۹	۱,۱۲	۱,۲۴	۱,۳۲	۱,۴۱	۱,۴۵	۱,۴۵

شاخص ناسازگاری ماتریسهای تصادفی

برای هر ماتریس حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری (.I.I) بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (.I.I.R) هم بعدش ، معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری است که آنرا نرخ ناسازگاری (.I.R)[1] می نامیم . چنانچه این عدد کوچکتر یا مساوی ۰,۱ باشد ، سازگاری سیستم قابل قبول است و گرنه باید در قضاوتها تجدید نظر نمود.

حال به عنوان مثال نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی برای سه اتومبیل نسبت به راحتی (جدول ۲-۳) را بررسی می کنیم .

$$A=\begin{bmatrix} 1 & 2 & 8 \\ 1/2 & 1 & 6 \\ 1/8 & 1/6 & 1 \end{bmatrix}$$

با استفاده از روش میانگین حسابی برای ماتریس مذکور به دست آوردیم :

---

(2) **Inconsistency Index Of Random Matrix**

(۱) **Inconsistency Ratio**

$$W=\begin{bmatrix}0.593\\0.341\\0.066\end{bmatrix}$$

از آنجا که مقدار λ_{max} مشخص نمی باشد، باید آن را طبق قدمهای زیر تخمین بزنیم :

۱) تخمین $W \cdot \lambda_{max}$:

$$A\times W=\begin{bmatrix}1 & 2 & 8\\1/2 & 1 & 6\\1/8 & 1/6 & 1\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}0.593\\0.341\\0.066\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1.803\\1.034\\0.197\end{bmatrix}$$

۲) محاسبه λ_{max} ها :

$$\lambda_{max1}=\frac{1.803}{0.593}=3.04$$

$$\lambda_{max2}=\frac{1.034}{0.341}=3.032$$

$$\lambda_{max3}=\frac{0.197}{0.066}=2.985$$

۳) محاسبه میانگین λ_{max} ها :

$$\lambda_{max}=\frac{\lambda_{max1}+\lambda_{max2}+\lambda_{max3}}{3}=3.019$$

محاسبه شاخص ناسازگاری (I.I.) :

$$I.I.=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}=\frac{3.019-3}{3-1}=0.01$$

محاسبه نرخ ناسازگاری (I.R.) :

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R._{3\times3}} = \frac{0.01}{0.58} = 0.017$$

چنانچه ملاحظه می شود نرخ ناسازگاری این ماتریس کمتر از ۰,۱ است ، بنابراین سازگاری آن مورد قبول است .

مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

ساعتی در یکی از کتابهای خود تحت عنوان تصمیم گیری برای مدیران که در سال ۱۹۹۰ به چاپ رسانده است ، ویژگیهای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را به شرح زیر بیان می کند :

۱. یگانگی و یکتایی مدل [1] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، یک مدل یگانه ، ساده و انعطاف پذیر برای حل محدوده وسیعی از مسائل بدون ساختار است ؛ که به راحتی قابل درک برای همگان می باشد.

۲. پیچیدگی [2] : برای حل مسائل پیچیده ، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی هم نگرش سیستمی و هم تحلیل جزء به جزء را به صورت توام به کار می برد . عموما افراد در تحلیل مسائل یا کلی نگری کرده و یا به جزئیات پرداخته و کلیات را رها می کنند . در حالی که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی هر دو بعد را با هم به کار می بندد.

---

(1) **Unity**
(2) **Complexity**

۳. همبستگی و وابستگی متقابل [3] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، وابستگی را به صورت خطی در نظر می گیرد . ولی برای حل مسائلی که اجزاء به صورت غیر خطی وابسته اند ، نیز به کار گرفته می شود .

۴. ساختار سلسله مراتبی [1] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، اجزای یک سیستم رابه صورت سلسله مراتبی سازماندهی می کند ، که این نوع سازماندهی با تفکر انسان تطابق داشته و اجزاء در سطوح مختلف طبقه بندی می شوند .

۵. اندازه گیری [2] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، مقیاسی برای اندازه گیری معیارهای کیفی تهیه کرده و روشی برای تخمین و برآورد اولویتها فراهم می کند.

۶. سازگاری [3] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، سازگاری منطقی قضاوتهای استفاده شده در تعیین اولویتها را محاسبه و ارائه می نماید.

۷. تلفیق [4] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، منجر به برآورد رتبه نهایی هر گزینه می شود.

۸. تعادل [5] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، اولویتهای وابسته به فاکتورها در یک سیستم را در نظر گرفته و بین آنها تعادل برقرار می کند و فرد را قادر می سازد که بهترین گزینه را براساس اهدافش انتخاب کند .

---

[3] **Inter dependence**
[1] **Hierarchy Structuring**
[2] **Measurement**
[3] **Consistency**
[4] **Synthesis**

۹. قضاوت و توافق گروهی [6] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، بر روی توافق گروهی اصرار و پافشاری ندارد ولی تلفیقی از قضاوتهای گوناگون را می تواند ارائه نماید.

۱۰. تکرار فرآیند [7] : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، فرد را قادر می سازد که تعریف خود را از یک مسئله تصحیح کند و قضاوت و تصمیم خود را بهبود دهد .

کاربردهای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

به طور کلی AHP در مسائل رتبه بندی ، انتخاب ، ارزیابی ، آماده سازی و پیش بینی که همگی در خصوص تصمیم گیری هستند ، مورد استفاده قرار گرفته است. در اکثر مواقع AHP همراه با سایر روشهای تحقیق در عملیات مانند برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی عدد صحیح به کار رفته است .

به طور خاص AHP در زمینه های زیر کاربرد دارد :

۱) انتخاب تکنولوژی
۲) ارزیابی تامین کنندگان
۳) ارزیابی سیستم های مختلف
۴) انتخاب لی اوت

[5] **Tradeoffs**
[6] **Judgment And Consensus**
[7] **Process Repetition**

فصل چهارم :

منابع

منابع

۱. قدسی پور سید حسن، " مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول ۱۳۸۲

۲. قدسی پور سید حسن، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ چهارم ۱۳۸۴

۳. آذر عادل، رجب زاده علی "تصمیم گیری کاربردی" نگاه دانش، چاپ اول ۱۳۸۱

۴. اصغرپور محمد جواد "تصمیم گیری های چند معیاره" انتشا رات دانشگاه تهران، چاپ چهارم ۱۳۸۵

۵. اصغرپور محمد جواد "تصمیم گیری و تحقیق عملیات در مدیریت" انتشا رات دانشگاه تهران، چاپ دهم ۱۳۸۱

۶. ساعتی توماس ال "تصمیم سازی برای مدیران" مترجم علی اصغر توفیق، سازمان مدیریت صنعتی چاپ اول ۱۳۷۸

۷. مومنی منصور "مباحث نوین تحقیق در عملیات" انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول ۱۳۸۵

۸. صنیعی منفرد، "آشنایی با تصمیم گیری چند معیاره"، جزوه درسی دانشگاه الزهرا

۹. مهرگان محمد رضا "پژوهش عملیاتی پیشرفته"