

به نام خداوند بخشنده بخشایشگر

نظریه تصمیم گیری

دکتر نیکخواه

مهرماه ۹۸

آنچه دانشجویان این کلاس انجام خواهند داد

- یافتن یک مقاله کاربردی با توجه به روشهای ارائه شده در هر جلسه و ارائه آن (۳نمره)

هدف:

آشنایی با کاربرد روشهای تصمیم گیری در عمل

- ترجمه یک مقاله ارائه شده توسط استاد، بطور کامل و ارائه کامل آن در کلاس (۵نمره)

هدف:

آشنایی با روشهای تصمیم گیری جدید و کاربرد آن، افزایش توان ارائه مطلب، ایجاد هم افزایی در فرایند ارائه درس

امتحان پایان ترم:

۱۲نمره

• چرا مطالعه این واحد درسی مهم است؟

کسب نمره
کلاسی

تدوین
مقاله

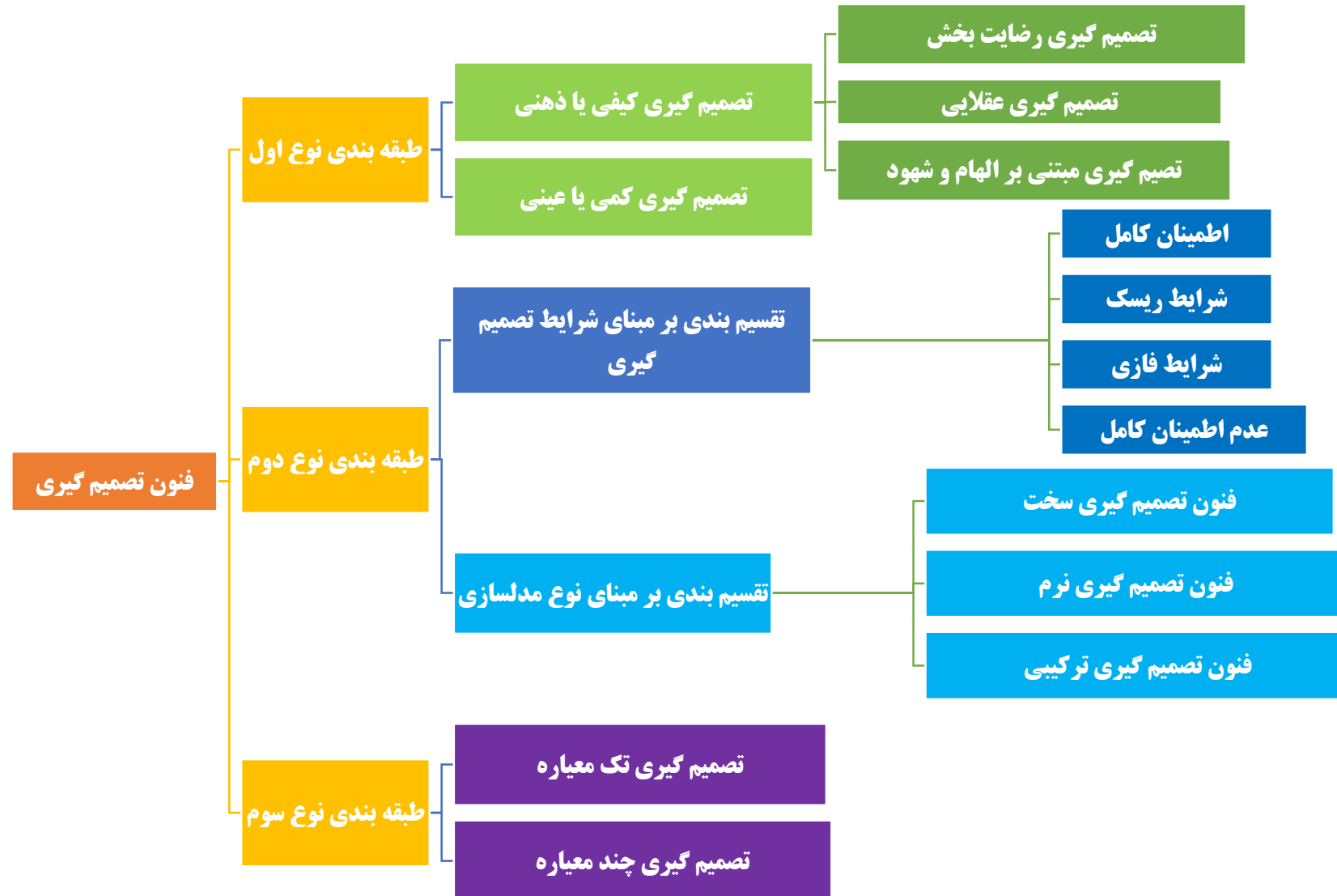
انجام
پروژه

مفاهیم کلی تصمیم گیری

تعریف

فنون تصمیم گیری به مجموعه فنون و روشهایی اطلاق می شود که جهت ارزیابی راه حل‌های ممکن موجود و انتخاب بهترین راه حل بکار می رود

طبقه بندی فنون تصمیم گیری



انواع راه حلها

- **راه حل ایده آل:** راه حلی که همه معیارهای سئدی را به حداکثری همه معیارهای عزینه ای را به حداقل برساند (معمولا چنین راه حل ایده آلی وجود خارجی ندارد و باید بدنبال بهترین راه حل امکان پذیر بود)
- **راه حل مسلط:** یک راه حل غیر مسلط است اگر راه حلهای دیگری وجود داشته باشد که حداقل از نظر یکی از معیارها بهتر باشند و در روی مابقی معیارها حداقل به همان خوبی باشد.
- **راه حل رضایت بخش:** زیر مجموعه ای از راه حلهای موجه که انتظارات ما را برآورده سازد، راه حل های رضایت بخش خوانده می شود.
- **راه حل کارا:** راه حلی که توقعات تصمیم گیرنده را برآورده سازد. یک راه حل موجه به راه حل کارا ارتقا می یابد اگر راه حل موجه دیگری پیدا نشود که تابع هدف را ارتقا دهد.
- **راه حل مرجح:** راه حلی که توسط تصمیم گیرنده ترجیح داده و انتخاب می شود

انواع تصمیم گیری چند معیاره

- **مدلهای تصمیم گیری چند هدفه (MODM):** در این دسته از مدلها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می گیرد.

- **مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه (MADM):** در این دسته از روشها یک گزینه از بین گزینه ها موجود مد نظر است.

مدلهای MADM

مدلهای غیر جبرانی:

تبادل بین شاخصها صورت نمیگیرد. بدین معنی که نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی شود بلکه هر شاخص جدا از دیگر شاخصها مبنای ارزیابی گزینه های رقیب قرار میگیرد.

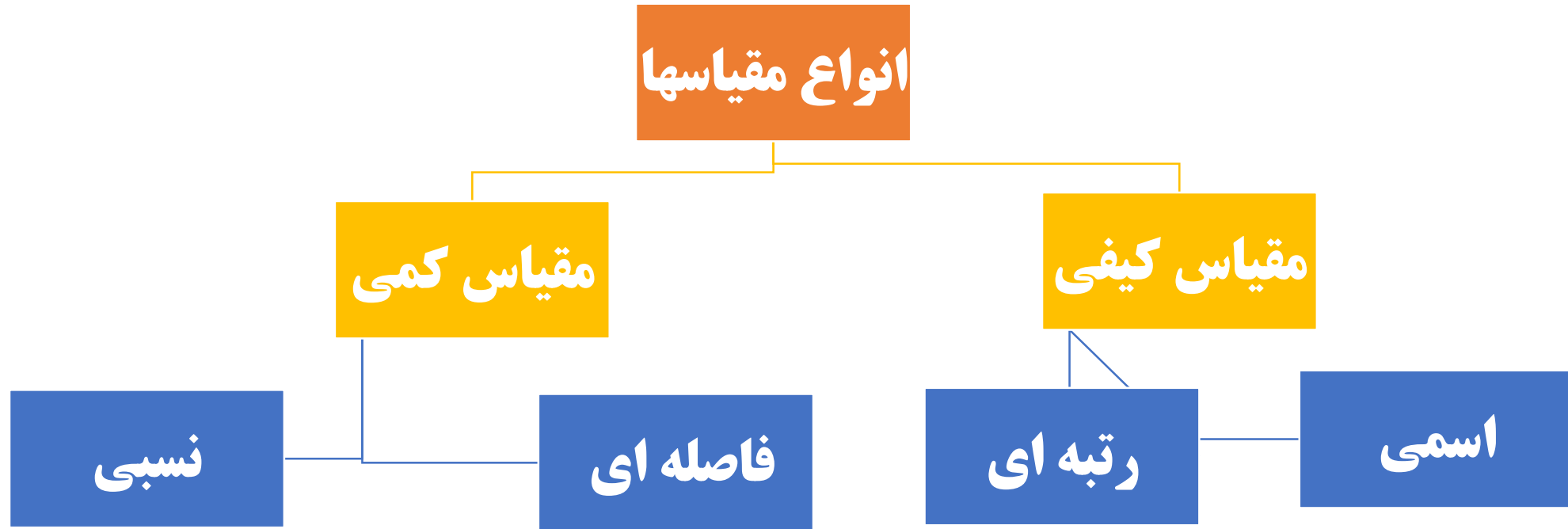
روش تسلط، لکسیکوگراف، حذف، ماکسی مین، ماکسی ماکس، رضایت بخش خاص و رضایت بخش عام

مدلهای جبرانی:

در آنها تبادل بین شاخص ها صورت می گیرد بدین معنی که تغییر در یک شاخص توسط تغییری مخالف در شاخص یا شاخصهای دیگر جبران می شود.

TOPSIS, SAW, ELECTRA, AHP,
تخصیص خطی

مقیاس های اندازه گیری



- **مقیاس اسمی:** مانند طبقه بندی بر اساس نوع مذهب، جنسیت و ... که با شمارش اندازه گیری می شود.

- **مقیاس رتبه ای:** 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

- **مقیاس فاصله ای:** علاوه بر رتبه بندی فواصل حقیقی بین آنها را هم در نظر میگیرند. این مقیاس دارای صفر قراردادی است مانند درجه سانتی گراد.

- **مقیاس نسبی:** همان مقیاس فاصله ای است ولی با صفر مطلق مانند وزن

گامهای مشترک در حل مسائل تصمیم گیری:

- تعیین شاخصهای ارزیابی: امنیت شغلی، سختی کار، فاصله تا منزل، درآمد، وجه
- جداسازی شاخصهای کمی و کیفی: کمی (درآمد، فاصله تا منزل)، کیفی (وجه اجتماعی، امنیت شغلی، سختی کار)
- جداسازی شاخص های با جنبه مثبت و منفی:
 - مثبت: شاخصهایی که خواهان افزایش مقدار آنها در مدل هستیم مانند سود، رضایت شغلی و...
 - منفی: شاخصهایی که خواهان کاهش آنها در مدل هستی مانند مسافت، استرس و ...

• طبقه بندی شاخصهای کیفی

شاخص منفی		شاخص مثبت	
۱	خیلی زیاد	۹	خیلی زیاد
۳	زیاد	۷	زیاد
۵	متوسط	۵	متوسط
۷	کم	۳	کم
۹	خیلی کم	۱	خیلی کم

روش تسلط

برای غربال کردن گزینه ها استفاده می شود:

مراحل این روش به صورت زیر است:

۱- اولین دو گزینه را باهم مقایسه نموده، اگر یک گزینه تحت تسلط دیگری باشد، آن گزینه کنار گذاشته می شود.

۲- گزینه مسلط (کنار گذاشته نشده) را با سومین گزینه مقایسه کرده و گزینه تحت تسلط را کنار می گذاریم.

۳- سپس چهارمین گزینه را وارد کرده و الی آخر

۴- بعد از M-1 مرحله مجموعه مسلطها مشخص خواهد شد.

روش ماکسی مین (MaxMin)

- در این روش عملکرد یک گزینه توسط ضعیفترین شاخص مشخص می شود. این روش وقتی کاربرد دارد که با یک فرد تصمیم گیرنده بدین مواجه ایم.
- ۱- ابتدا شاخصها را از نظر مقیاس یکسان کرده و نرمال سازی می کنیم
- ۲- سپس برای هر گزینه کمترین شاخص از نظر ارزش مشخص می شود
- ۳- و در آخرین گزینه ای با بیشترین ارزش را از میان کمترین ارزش شاخص ها انتخاب کنید

روش ماکسی ماکسی (MaxiMax)

- در این روش عملکرد کلی یک گزینه بر اساس بهترین شاخص آن تعیین می شود. این روش زمانی کاربرد دارد که تصمیم گیرنده فرض می کند در موقعیت تصمیم گیری خوشبینانه قرار دارد.

مراحل آن به شرح زیر است:

۱- ابتدا نرمال سازی می کنیم

۲- برای هر گزینه بهترین شاخص از نظر ارزش را مشخص کنید

۳- گزینه ای که بالاترین ارزش را دارد به عنوان گزینه نهایی انتخاب می شود.

شاخص هوریتز (Hurwicz)

- ترکیبی از دو روش \max و \min است. ضریبی برای الفا در نظر میگیریم به عنوان ضریب خوش بینی.
- آلفا را در ارزش حاصل از روش \min ضرب کرده و $1-\alpha$ را در ارزش حاصل از روش \max ضرب کرده بالاترین ارزش را انتخاب می کنیم.

روش رضایت بخش عام

- در این روش سطح استاندارد شاخص ها به منظور تعیین گزینه های قابل قبول مشخص می شود. سطح استناداری که DM ارائه می دهد نقش کلیدی در حذف گزینه های غیر مدعی بازی می کند. (این روش برای انتخاب گزینه ها بکار نمی رود بلکه بیشتر برای تقسیم آنها به دودسته قابل قبول/غیر قابل قبول می باشد)

- مراحل:

- DM حداقل سطح قابل قبول را برای هر شاخص ارائه می دهد
- برای هر گزینه تعیین می شود که آیا ارزش شاخصها برابر یا برتر از حداقل سزح قابل قبول می باشد؟
- اگر چنین بود پس گزینه قابل قبول است در غیر این صورت پذیرفته نمی شود.

روش رضایت بخش خاص

- در این روش یک گزینه بر اساس بیشترین ارزش مربوط به یک شاخص ارزیابی شده است. مانند انتخاب بازیکن تیم فوتبال براساس شوت زدن یا پاس دادن.

مراحل:

- DM سطح مطلوب برای هر شاخص را مشخص می کند.
- برای هر گزینه مخص می شود که ارزش یکی از شاخصها برابر یا برتر از سطح مطلوب است
- اگر چنین بود آن گزینه را می پذیریم در غیر این صورت کنار گذاشته می شود.

روش لکسیکوگراف (lexicographic method)

- هنگامی که تصمیم گیر یکی از شاخصها را از سایر شاخصها برجسته تر میداند. مانند قیمت خرید.
- در این روش تصمیم گیرنده ابتدا شاخصها را اولویت بندی می کند
- بعد به ترتیب اقدام به انتخاب گزینه هایی می کند که بالاترین اولویت داشته باشد
- در صورت وجود اعداد یکسان سراغ شاخص بعدی خواهد رفت

روش نیمه لکسیکوگراف (lexicographic semi order)

این روش توسط luce و tversky بیان شد. دربرخی موارد بر اساس دامنه حساسیت شاخصها ممکن است نتوان قضاوت کرد یک گزینه صرفا به سبب اینکه ارزش کمی بالاتر به ازای شاخص برجسته دارد بهتر است. مراحل ان به روش زیر است:

- تمام گزینه ها را با توجه به مهمترین شاخص مقایسه کنید. گزینه هایی را با بالاترین ارزش به ازای مهمترین شاخص یا شاخصی با اختلاف ارزش ناچیزی نسبت به مهمترین شاخص را انتخاب کنید.
- اگر بیشتر از یک گزینه انتخاب شد آنگاه آن گزینه های گره دار را با توجه به مهمترین شاخص بعدی مقایسه کنید و گزینه را با بالاترین شاخص یا با ارزشی نزدیک به بالاترین شاخص را انتخاب کنید
- مراحل را تا رسیدن به گزینه نهایی ادامه دهید.

روش پرموتاسیون (permutation)

- این روش از جایگشت رتبه بندی های ممکن گزینه ها استفاده کرد و به ارزیابی هریک از آنها می پردازد

مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه جبرانی

دو گام مشترک در تمامی مدلها:

۱- بی مقیاس سازی (نرم خطی، فازی، ساعتی، اقلیدسی)

۲- وزن دهی (کیفی، کمی)

روش آنتروپی شانون

مرحله ۱) تشکیل جدول تصمیم گیری: اولین مرحله از مراحل روش آنتروپی تشکیل جدول تصمیم گیری می باشد. بنابراین برای محاسبه وزن شاخصها با استفاده از روش آنتروپی ابتدا باید جدول تصمیم گیری مساله را تشکیل داد زیرا همطور که بیان شد جدول تصمیم گیری به عنوان ورودی روش آنتروپی در نظر گرفته می شود. ماتریس تصمیم گیری مساله را به صورت زیر نشان می دهند.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله ۲) نرمالسازی جدول تصمیم گیری: مرحله دوم از مراحل روش آنتروپی نرمالسازی یا بی مقیاس کردن جدول تصمیم گیری می باشد. برای نرمالسازی از روش نرمالسازی ساده یعنی همان روش میانگین حسابی استفاده می شود. رابطه نرمالسازی ساده به صورت زیر می باشد.

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad j = 1, \dots, n$$

مرحله ۳) محاسبه آنتروپی هر شاخص: در این مرحله باید آنتروپی هر یک از شاخص ها را با استفاده از رابطه زیر محاسبه نمود.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \times \ln P_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

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

نکته: مقدار K باعث می شود که مقدار آنتروپی هر شاخص بین صفر و یک باقی بماند.

مرحله ۴) محاسبه فاصله هر شاخص از آنتروپی آن (d_j): در این مرحله باید فاصله هر یک از شاخص ها را از مقدار آنتروپی آن که در مرحله قبل محاسبه شد بدست آوریم. برای این کار از رابطه زیر استفاده می شود.

$$d_j = 1 - E_j$$

مرحله ۵) محاسبه وزن هر شاخص: در این مرحله وزن هر شاخص را با استفاده از رابطه زیر محاسبه می کنیم.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum d_j}$$

روش SAW

گام 1) تشکیل جدول تصمیم گیری: اولین مرحله از مراحل روش جمع موزون ساده تشکیل ماتریس یا جدول تصمیم گیری می باشد.

گام 2) تشکیل جدول تصمیم گیری نرمالایز شده (بی مقیاس شده): در این مرحله ماتریس تصمیم را با استفاده از روابط زیر نرمالایز می کنیم.

برای شاخص های از جنس سود:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j^{max}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad m$$

برای شاخص های از جنس هزینه:

$$r_{ij} = \frac{X_j^{min}}{X_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad m$$

گام 3) محاسبه ماتریس تصمیم بی مقیاس شده موزون: با ضرب ماتریس تصمیم بی مقیاس شده در بردار وزن شاخص ها ماتریس تصمیم بی مقیاس شده موزون بدست می آید.

گام 4) محاسبه مطلوبیت هر یک از گزینه ها: با جمع ستونی ماتریس بی مقیاس شده موزون مطلوبیت هر یک از گزینه ها بدست می آید.

گام 5) رتبه بندی گزینه ها بر اساس میزان مطلوبیت آنها: گزینه ای که بیشترین مطلوبیت را داشته باشد رتبه اول را به خود اختصاص می دهد و به همین صورت سایر گزینه ها رتبه بندی می شود.

مراحل سه، چهار و پنج را به صورت رابطه زیر می توان نشان داد:

$$A^* = \left\{ A_i \left| \max_i \frac{\sum_{j=1}^n W_j X_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j} \right. \right\}$$

مثال) ماتریس تصمیم مساله ای به صورت زیر می باشد. با استفاده از روش جمع موزون ساده به ارزیابی گزینه های مساله بپردازید.

C5	C4	C3	C2	C1	شاخص ها	
مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	جنس شاخص ها	
0.2203	0.246	0.0717	0.178	0.284	وزن شاخص ها	
0.333	1	0.555	0.4	0.333	A1	گزینه ها
0.555	0.555	0.778	0.6	1	A2	
1	0.333	1	1	0.5	A3	

محاسبه ماتریس تصمیم بی مقیاس شده موزون: با ضرب ماتریس تصمیم بی مقیاس شده در بردار وزن شاخص ها
ماتریس تصمیم بی مقیاس شده موزون بدست می آید.

C5	C4	C3	C2	C1	شاخص ها	
مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	جنس شاخص ها	
0.2203	0.246	0.0717	0.178	0.284	وزن شاخص ها	
0.0734	0.246	0.0398	0.0712	0.0946	A1	گزینه ها
0.1223	0.1365	0.0558	0.1068	0.284	A2	
0.2203	0.0819	0.0717	0.178	0.142	A3	

محاسبه مطلوبیت هر یک از گزینه ها: با جمع ستونی ماتریس بی مقیاس شده موزون مطلوبیت هر یک از گزینه ها بدست می آید.

گزینه ها	میزان مطلوبیت گزینه ها
A1	0.5249254
A2	0.7053791
A3	0.693918

رتبه بندی گزینه ها بر اساس میزان مطلوبیت آنها: گزینه ای که بیشترین مطلوبیت را داشته باشد رتبه اول را به خود اختصاص می دهد و به همین صورت سایر گزینه ها رتبه بندی می شود.

روش تاپسیس TOPSIS

هدف: رتبه بندی گزینه ها

- استفاده از دو مفهوم “حل ایده آل” و “شباهت به حل ایده آل”
- حل ایده آل، آن حلی است که از هر جهت بهترین باشد که عموماً در عمل وجود نداشته و سعی بر آن است که به آن نزدیک شویم.
- به منظور اندازه گیری شباهت یک طرح (یا گزینه) به حل ایده آل و ضد ایده آل، فاصله آن طرح (یا گزینه) از حل ایده آل و ضدایده آل اندازه گیری می شود.
- سپس گزینه ها بر اساس کمترین فاصله را از راه حل مثبت-ایده آل و طولانی ترین فاصله از راه حل منفی-ایده آل رتبه بندی می شوند

مفروضات روش تاپسیس

- مطلوبیت هر معیار باید به طور یکنواخت، افزایشده و یا کاهشده باشد.
- معیارها باید به گونه ای طرح شوند که مستقل از همدیگر باشند (مستقل بودن به معنی عدم وجود روابط درونی می باشد).

مراحل روش تاپسیس

- ۱- تشکیل ماتریس تصمیم: گام اولیه این روش تشکیل ماتریس تصمیم است. ماتریس تصمیم این روش شامل یکسری معیار و گزینه می باشد یک ماتریسی که معیارها در ستون ها قرار می گیرند و گزینه ها در سطر هستند. در صورت کیفی بودن شاخصها آنها را کمی میکنیم
- ۲- بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم (نرمال سازی ماتریس تصمیم): هر درایه بر جذر مجموع مربعات درایه های آن ستون معیار تقسیم می شود. در این گام در واقع ماتریس تصمیم تبدیل به یک ماتریس بی بعد می شود.

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_i r_{ij}^2}}$$

۳- تعیین ماتریس بی مقیاس وزن دار: در این گام باید وزن معیارها که از روشهای دیگر بدست آمده است را در ماتریس نرمال ضرب کنیم تا ماتریس وزن دار حاصل شود

۴- یافتن حل ایده آل و ضد ایده آل: در این جا باید نوع معیارها مشخص شود معیارها یا جنبه مثبت دارند یا منفی. معیارهای مثبت معیارهایی هستند که افزایش آن ها باعث بهبود در سیستم شود مثل کیفیت یک محصول این معیار از نوع مثبت است و حل ایده آل آن برابر با بزرگترین درایه ستون معیار و ضد ایده آل برابر با کوچکترین درایه سلول. برای معیارهای منفی بالعکس

- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده آل مثبت بزرگترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده آل منفی کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده آل مثبت کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده آل منفی بزرگترین مقدار آن معیار است.

۵- فاصله هر یک از گزینه‌ها را تا گزینه ایده‌آل مثبت و گزینه ایده‌آل منفی حساب می‌کنیم.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

۶- محاسبه شاخص شباهت و رتبه بندی گزینه‌ها: شاخص شباهت نشان دهنده امتیاز هر گزینه است و بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود هرچقدر این شاخص به عدد یک نزدیکتر باشد نشان از برتری آن گزینه می‌دهد.

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

مثال

نوع معیار		منفی	مثبت	منفی	مثبت
وزن معیار		۰.۴۰۴	۰.۳۸	۰.۰۹۷	۰.۱۱۹
	هزینه	ایمنی	زمان سفر	راحتی	
اتوبوس	۱۰۰۰	متوسط	۲۴	کم	
قطار معمولی	۲۰۰۰	واسطه متوسط و زیاد	۲۰	متوسط	
سواری	۱۵۰۰	واسطه متوسط و زیاد	۱۶	زیاد	
قطار سریع السیر	۳۰۰۰	زیاد	۱۱	زیاد	
هواپیما	۴۰۰۰	زیاد	۳	زیاد	

عبارت کلامی	عدد متناظر
خیلی کم	1
کم	3
متوسط	5
زیاد	7
خیلی زیاد	9
اعداد واسطه	2-4-6-8

مففي	مففي	مففي	مففي	مففي
0.404	0.38	0.097	0.119	
هزينة	ايمني	زمان سفر	راحتي	
1000	5	24	3	اتوبوس
2000	6	20	5	قطار معمولي
1500	6	16	7	سواري
3000	7	11	7	قطار سريع السير
4000	7	3	7	هوايما

بی مقیاس سازی

	منفی	مثبت	منفی	مثبت	
	0.404	0.38	0.097	0.119	
	هزینه	ایمنی	زمان سفر	راحتی	
اتوبوس	0.1761	0.3581	0.6503	0.2230	
قطار معمولی	0.3522	0.4297	0.5419	0.3716	
سواری	0.2641	0.4297	0.4335	0.5203	
قطار سریع السیر	0.5283	0.5013	0.2981	0.5203	
هواپیما	0.7044	0.5013	0.0813	0.5203	

تعیین بردار وزن و تعیین ماتریس بی مقیاس وزن دار: در این مرحله وزن معیارها را در ماتریس نرمال ضرب می کنیم

	منفی	مثبت	منفی	مثبت	
	هزینه	ایمنی	زمان سفر	راحتی	
اتوبوس	0.0711	0.1361	0.0631	0.0265	
قطار معمولی	0.1423	0.1633	0.0526	0.0442	
سواری	0.1067	0.1633	0.0421	0.0619	
قطار سریع السیر	0.2134	0.1905	0.0289	0.0619	
هواپیما	0.2846	0.1905	0.0079	0.0619	

یافتن حل ایده آل و ضد ایده آل

راحتی	زمان سفر	ایمنی	هزینه	
0.0619	0.0079	0.1905	0.0711	حل ایده آل (S+)
0.0442	0.0526	0.1633	0.2846	حل ضد ایده آل (S-)

محاسبه فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل

0.216	-d1	فاصله گزینه ها از حل ضد ایده آل	0.085	+d1	فاصله گزینه ها از حل ایده آل
0.142	-d2		0.090	+d2	
0.179	-d3		0.056	+d3	
0.082	-d4		0.144	+d4	
0.055	-d5		0.213	+d5	

محاسبه شاخص شباهت: مقدار شاخص شباهت بین صفر و یک است. هرچه این مقدار به یک نزدیکتر باشد راه کار به جواب ایده آل نزدیکتر است و راه کار بهتری می باشد.

رتبه	گزینه				
2	اتوبوس		0.717	c1	رتبه نهایی گزینه ها
3	قطار معمولی		0.612	c2	
1	سواری		0.761	c3	
4	قطار سریع السیر		0.362	c4	
5	هواپیما		0.206	c5	

روش AHP

- در این روش مسئله تصمیم گیری به سطوح مختلف هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها تقسیم می شود . در این فرایند گزینه های مختلفی در تصمیم گیری دخالت داده می شود و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها وجود دارد تحلیل حساسیت به معنی این می باشد که با تغییر وزن معیارها در رتبه گزینه ها چه تغییری ایجاد می شود

۴ اصل اساسی است که همواره باید در AHP رعایت شود:

۱- اصل معکوس بودن: اگر معیار $C1$ بر معیار $C2$ ارجحیت n داشته باشید معیار $C2$ بر $C1$ ارجحیت $n/1$ دارد. این اصل در تشکیل مقایسات زوجی همواره رعایت می گردد (این اصل در ماتریس های مقایسه زوجی در درایه های بالا و پایین قطر اصلی مشهور است).

۲- اصل همگنی: گزینه ها و معیارها باید همواره مقایسه پذیر باشند یعنی نمیتوان دو گزینه را وارد مدل تصمیم گیری کرد که یکی نسبت به دیگری بی نهایت مهم باشد.

۳- اصل وابستگی: در مدل های سلسله مراتبی هر سطح به سطح بالاتر خود وابسته است.

۴- اصل انتظارات: هرگاه تغییری در مدل سلسله مراتبی ایجاد شد به عنوان مثال یک معیار اضافه شد باید کل مراحل سلسله مراتبی دوباره صورت بگیرد.

مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

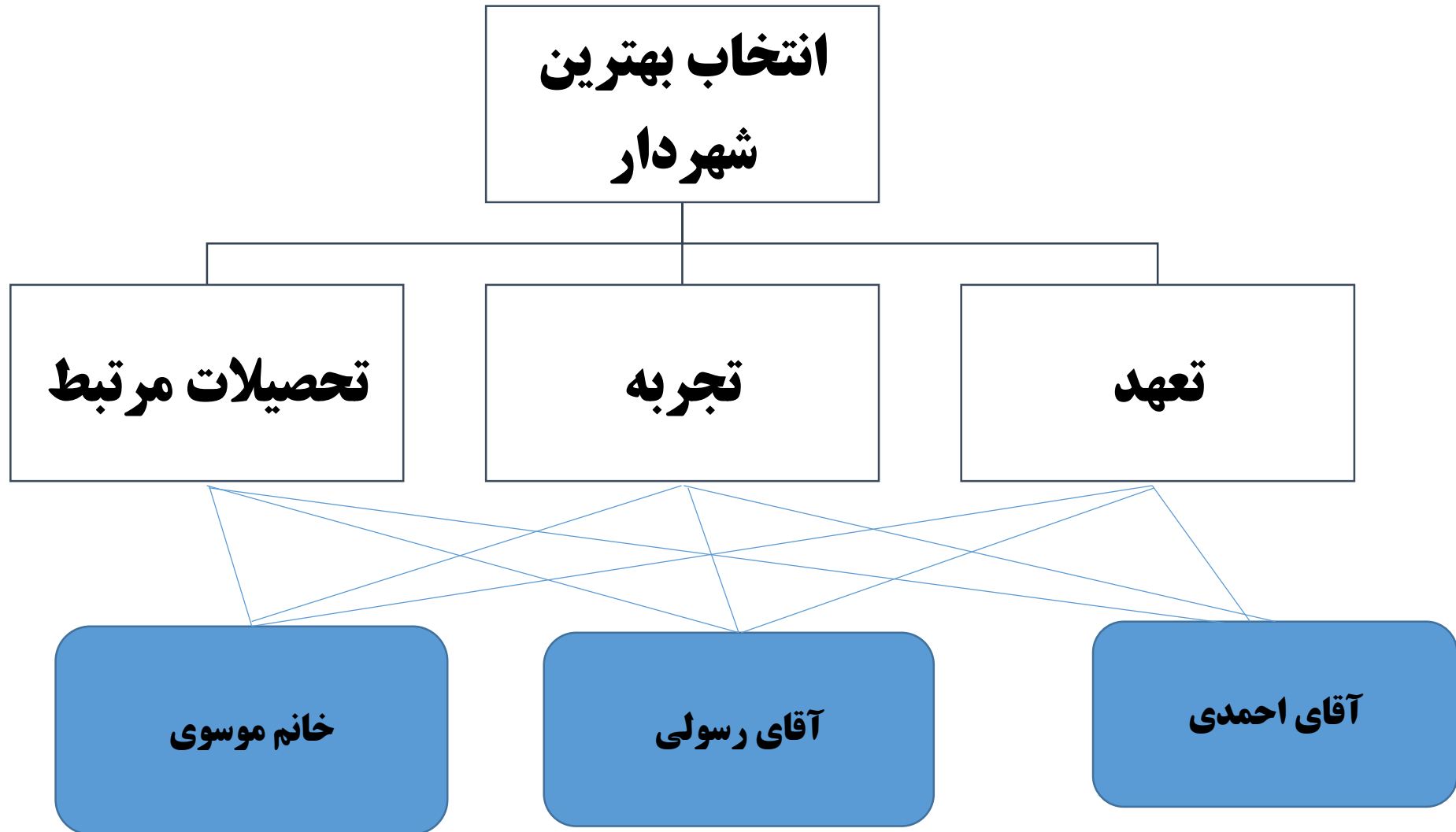
- ۱- ساختن نمودار سلسله مراتبی: در این گام ابتدا باید عوامل پژوهش را از منابع مختلف استخراج نمود و یا از افراد خبره سوال کرد. بعد از استخراج عوامل و گزینه ها، مساله را به سطوح معیار و در صورت وجود زیرمعیار و گزینه تقسیم کرد. وجود معیار در مدل AHP ضروری است
- ۲- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی: در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس های مقایسات زوجی تشکیل می شوند. جهت تعیین اهمیت و ترجیح در مقایسات زوجی از طیف ۱ تا ۹ ساعتی استفاده می کنیم.
- ۳- محاسبه نرخ ناسازگاری: نرخ ناسازگاری نشان دهنده این است که مقایسات از ثبات و پایداری برخوردار هستند یا خیر. در نرم افزارهای مختص روش AHP این نرخ به صورت خودکار توسط نرم افزار محاسبه می شود چنانچه این نرخ از ۰.۱ کمتر باشد نشان از سازگاری ماتریس است و اگر از ۰.۱ بیشتر باشد باید در مقایسات زوجی تجدید نظر نمود

مثال

- فرض کنید عضوی از شورای اسلامی شهری هستید که می‌خواهد یک شهردار برای شهرداری انتخاب کند (همانطور که می‌دانید اولین کار اعضای شورای شهر انتخاب شهردار است). در این زمان ابتدا باید معیارهایی برای انتخاب شهردار در نظر بگیرید و به سایرین بگویید که بر اساس آن معیارها دست به انتخاب بهینه زده اید. شما معیارهای **تعهد، تجربه و تحصیلات مرتبط** را به عنوان معیارهای انتخاب در نظر می‌گیرید.



۱- ترسیم درخت تصمیم



۳- تعیین وزن معیارها

- سطح اول سلسله مراتب را معیارهای اصلی تشکیل می‌دهد. پرسشنامه خبره نخست با مقایسه زوجی معیارهای اصلی بر اساس هدف به تعیین اولویت هر یک از معیارها اصلی می‌پردازد. بنابراین باید معیارها را براساس هدف دو به دو با هم مقایسه می‌کنیم. برای مثال شورای شهر تصمیم و ارزیابی زیر را می‌گیرد:

ماتریس مقایسات	تعهد	تجربه	تحصیلات مرتبط	میانگین هندسی	اوزان نرمال شده
تعهد	۱	۱	۲	۱.۲۶	۰.۳۶
تجربه	۱	۱	۵	۱.۷۱	۰.۵۰
تحصیلات مرتبط	۰.۵	۰.۲	۱	۰.۴۶	۰.۱۴

- 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

مقایسه زوجی گزینه‌ها بر اساس معیارها

- پس از تعیین وزن هر یک از معیارها در گام بعد باید گزینه‌ها (کاندیدها) بصورت زوجی بر اساس هر معیار مقایسه شوند. برای مثال مقایسه زوجی گزینه‌ها بر اساس تعهد نشان داده است. آقای احمدی در مقایسه با خانم موسوی امتیاز ۳ می‌گیرد اما امتیازی برابر با آقای رسولی دارد. همچنین آقای رسولی در مقایسه با خانم موسوی امتیاز ۶ کسب می‌کند. بعد از اینکه مقایسه‌ها انجام شد داده‌ها را به ماتریسی مانند زیر منتقل می‌کنند که همان ماتریس مقایسه زوجی است:

ماتریس مقایسات زوجی بر اساس معیار تعهد	آقای احمدی	آقای رسولی	خانم موسوی
آقای احمدی	۱	۱	۳
آقای رسولی	۱	۱	۶
خانم موسوی	۰.۳۳	۰.۱۷	۱

تعیین اولویت گزینه ها

ماتریس مقایسات زوجی بر اساس معیار تعهد	آقای احمدی	آقای رسولی	خانم موسوی	میانگین هندسی	اوزان نرمال شده یا اولویت
آقای احمدی	۱	۱	۳	۱.۴۴	۰.۴
آقای رسولی	۱	۱	۶	۱.۸۲	۰.۵
خانم موسوی	۰.۳۳۳	۰.۱۶۷	۱	۰.۳۸	۰.۱

جمع بندي مقايسات	تعهد	تجربه	تحصيلات مرتبط
آقاي احمدي	۰.۴	۰.۴۸	۰.۱۷
آقاي رسولي	۰.۵	۰.۴۶	۰.۱۹
خانم موسوي	۰.۱	۰.۰۶	۰.۶۳

اکنون به سادگی با استفاده از میانگین موزون شهردار را انتخاب می‌کنیم.

امتیاز هر گزینه = مجموع حاصلضرب اولویت آن گزینه بر اساس معیار ضربدر اولویت آن معیار

محاسبه اولویت نهایی آقای احمدی به قرار زیر است:

$$۰,۴۰۸ = (۰,۱۴ * ۰,۱۷) + (۰,۵۰ * ۰,۴۸) + (۰,۳۶ * ۰,۴۰)$$

به همین ترتیب آقای رسولی ۰,۴۴۰ امتیاز کسب کرد و خانم موسوی نیز ۰,۱۵۴ امتیاز بدست آورد.