

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP¹)

در عصر حاضر، ما در زندگی روزمره با تصمیم گیری های چند معیاره مختلفی رو به رو هستیم؛ از انتخاب یک لپ تاپ تا انتخاب شغل و ...

در عرصه صنعتی گاهی اوقات نتیجه تصمیم گیری به قدری مهم است که بروز خطا ممکن است ضررهای جبران ناپذیری را بر ما تحمیل کند.

فرآیند تصمیم گیری با چندین معیار کمی و کیفی با مشکلات فراوانی رو به روست. مثلا در انتخاب یک خودروی زیبا اگر معیارهای زیبایی، مدل و قیمت مطرح باشد مشکلات زیر پیش می آید:

- نداشتن استاندارد برای اندازه گیری معیارهای کیفی
- نداشتن واحد برای تبدیل معیارها (کیفی و کمی) به یکدیگر

ضمنا با توجه به مشکلات مربوط به فرآیند تصمیم گیری با معیارهای چندگانه، از جمله پیچیدگی و عدم وجود استاندارد از سرعت و دقت تصمیم گیری به مقدار زیادی کاسته شده و باعث می شود که این فرآیند به مقدار زیادی به فرد تصمیم گیرنده وابسته باشد.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است. از آن جا که ما می توانیم:

- فرایند تصمیم گیری را فرموله کنیم؛
- معیارهای کیفی و کمی مختلف را در نظر بگیریم؛
- گزینه های تصمیم گیری را وارد مساله کنیم؛
- حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را تحلیل کنیم.

بعلاوه این که، سازگاری و ناسازگاری تصمیم را بدست آوریم که از ویژگی های ممتاز این فرایند می باشد.^۲

¹ Analytical Hierarchy Process

^۲ با استفاده از یک سری محاسبات ریاضی می توانیم ناسازگاری تصمیم را به دست آوریم. ناسازگاری یک تصمیم مقدار خطا و اشتباه را به ما نشان می دهد.

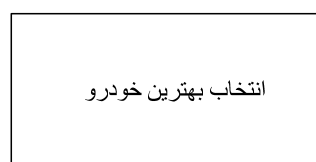
در ادامه به حل یک مثال با استفاده از این روش می پردازیم.

فرض کنید که بخواهید برای خرید یک خودرو تصمیم گیری کنید. گزینه های این مساله سه خودروی A، B و C باشد. هم چنین معیارهای انتخاب شما شامل قیمت، مصرف سوخت، راحتی و مدل باشد. برای حل مساله ابتدا سلسله مراتب را رسم می کنیم. سپس به محاسبه وزن پرداخته و در پایان وزن نهایی هر گزینه را مشخص می کنیم.

ساختن سلسله مراتب:

سلسله مراتب نمایش گرافیکی از مساله (هدف، معیارها و گزینه های انتخاب) می باشد.

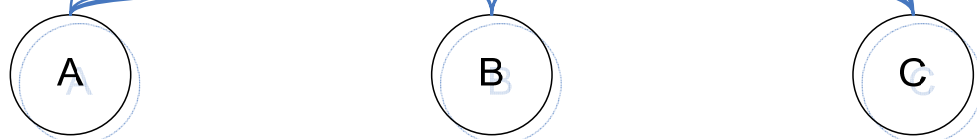
سطح یک - هدف



سطح دو - معیارها



سطح آخر - گزینه ها



شکل ۱- سلسله مراتب انتخاب خودرو

حال از پایین ترین سطح به پالایش سلسله مراتب می پردازیم. در گام اول ماتریس مقایسه زوجی را برای هر معیار به طور جدا تشکیل می دهیم. در روش AHP گزینه ها دو به دو با یکدیگر مقایسه می شوند. این مقایسه ها از طریق پرسشنامه (نظر کارشناسان) یا فرد تصمیم گیرنده صورت می گیرد. با توجه به نتیجه مقایسه ها که می تواند شامل پاسخ های کاملا مطلوبتر، مطلوبیت خیلی قوی، مطلوبیت قوی، کمی مطلوبتر یا یکسان باشد به ترتیب عددی بین ۹ تا ۱ انتساب داده می شود.

در مثال، از نظر راحتی ترجیح A بر B عدد ۲، ترجیح A بر C عدد ۸ و ترجیح B بر C عدد ۶ می باشد. بدین ترتیب ترجیح B بر A $1/2$ ، ترجیح C بر A $1/8$ و ترجیح C بر B $1/6$ می باشد. بدیهی است که ترجیح A بر A، B بر B و C بر C برابر یک است.

در نتیجه ماتریس مقایسه زوجی برای معیار راحتی به صورت زیر است:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} \mathbf{A} \\ \mathbf{B} \\ \mathbf{C} \end{array}
 \begin{array}{c} \mathbf{A} \\ \mathbf{B} \\ \mathbf{C} \end{array}
 \begin{array}{c} \mathbf{B} \\ \mathbf{C} \\ \mathbf{C} \end{array}
 \end{array}
 \begin{bmatrix}
 1 & 2 & 8 \\
 1/2 & 1 & 6 \\
 1/8 & 1/6 & 1
 \end{bmatrix}$$

$13/8 \quad 19/6 \quad 15$

شکل ۲- ماتریس مقایسه زوجی

در گام بعدی

- ابتدا حاصل جمع هر ستون را به دست می آوریم.
- سپس هر عنصر در ماتریس زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم می کنیم تا ماتریس زوجی نرمالیزه شود.
- مقدار میانگین هر سطر در ماتریس نرمالیزه را محاسبه می کنیم.

| | | | | |
|---|--------|---------|--------|-------------|
| | A | B | C | میانگین سطر |
| A | $8/13$ | $12/19$ | $8/15$ | 0.593 |
| B | $4/13$ | $6/19$ | $6/15$ | 0.341 |
| C | $1/13$ | $1/19$ | $1/15$ | 0.066 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 |

شکل ۳- ماتریس نرمالیزه

بنابراین ما می بینیم که با در نظر گرفتن راحتی، اتومبیل A (با وزن نسبی ۰/۵۹۳) برترین اتومبیل است. این مراحل را بطور مشابه برای دیگر معیارها نیز انجام می دهیم. یعنی ماتریس مقایسه زوجی و ماتریس نرمالیزه را برای معیار قیمت، مصرف سوخت و مدل تشکیل داده و وزن نسبی را محاسبه می کنیم. برای محاسبه این وزن ها، ابتدا تصمیم گیرنده باید اتومبیل ها را به صورت زوجی نسبت به هر معیار مقایسه کند، ماتریس نرمالیزه را تشکیل دهد و از هر سطر میانگین بگیرد.

فرض کنید داده های جدول یک پس از محاسبات به دست آمده است.

جدول ۱- وزن گزینه ها نسبت به معیارها

| | مدل | راحتی | مصرف | قیمت |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| اتومبیل A | ۰/۲۶۵ | ۰/۵۹۳ | ۰/۰۸۷ | ۰/۱۲۳ |
| اتومبیل B | ۰/۶۵۵ | ۰/۳۴۱ | ۰/۲۷۴ | ۰/۳۲۰ |
| اتومبیل C | ۰/۰۸۰ | ۰/۰۶۶ | ۰/۶۳۹ | ۰/۵۵۷ |

حال سطح بالاتر را پیمایش می کنیم.

در این سطح باید معیارها به صورت دو به دو با یکدیگر مقایسه شوند. در ادامه ماتریس مقایسه زوجی معیارها آمده است.

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی معیارها

| مدل | راحتی | مصرف | قیمت | |
|-----|-------|------|------|-------|
| ۲ | ۲ | ۳ | ۱ | قیمت |
| ۱/۴ | ۱/۴ | ۱ | ۱/۳ | مصرف |
| ۱/۲ | ۱ | ۴ | ۱/۲ | راحتی |
| ۱ | ۲ | ۴ | ۱/۲ | مدل |

و پس از محاسبه ماتریس نرمالیزه و میانگین هر سطر وزن نسبی هر معیار به صورت زیر به دست می آید:

جدول ۳- وزن هر معیار نسبت به هدف

| | |
|-------|-------|
| ۰/۳۹۸ | قیمت |
| ۰/۰۸۵ | مصرف |
| ۰/۲۱۸ | راحتی |
| ۰/۲۹۹ | مدل |

محاسبه وزن نهایی اتومبیل ها

در این مثال ما ابتدا وزن گزینه ها نسبت به هر معیار را محاسبه کردیم. سپس وزن معیارها را نیز با توجه به هدف (انتخاب بهترین خودرو) محاسبه نمودیم.

پس به راحتی می توان بیان کرد که وزن نهایی هر گزینه عبارتست از:

$$\text{وزن نهایی هر گزینه} = \sum_{\text{به ازای هر معیار}} (\text{وزن آن معیار} \times \text{وزن گزینه نسبت به آن معیار})$$

پس با توجه به داده های جدول یک و سه داریم:

$$\text{وزن نهایی اتومبیل A} = 0.398 \times 123 + 0.085 \times 0.087 + 0.218 \times 0.593 + 0.299 \times 0.265 = 0.265$$

و به همین ترتیب

$$B \text{ وزن نهایی} = 0.421$$

$$C \text{ وزن نهایی} = 0.314$$

چنانچه ملاحظه می شود اتومبیل B بهترین انتخاب می باشد.