مسائل تصمیم گیری چند شاخصه

مقدمه

در مسئله تصمیم گیری چند شاخصه:

هر گزینه با چند شاخص ارزیابی و انتخاب گزینه از طریق سطح مورد نظر برای معیار ها و یا از طریق مقایسه های زوجی معیارها و گزینه ها صورت می گیرد.

تشکیل ماتریس تصمیم گیری

مسائل تصمیم گیری چند شاخصه را میتوان در قالب یک ماتریس به طور خلاصه بیان کرد. ساختار ایت ماتریس به صورت زیر است :

		شاخص ها			
		C_1	C_2	...	C_n
گزینه ها	A_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}
	A_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	A_M	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mn}

در این ماتریس **x** بیان کننده **عملکرد گزینه A** بر **روی معیار C** است .

مثال:

فرض کنید شرکتی در اولویت بنی پیمانکاران برای اجرای پروژه ای مشخص، پنج معیار قیمتc1 ، زمان اجراc2 ، کیفیت کار c3 ، میزان تجهیزات c4 ، و مسافت c5 ، را در نظر گرفته باشد. ماتریس تصمیم به صورت زیر است :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	۸۰	۱۲	بسیار خوب	خوب	۲۶۰
A_2	۷۵	۱۴	بسیار خوب	بسیار خوب	۲۳۰
A_3	۷۲	۱۳	خوب	خوب	۵۰
A_4	۶۵	۱۵	متوسط	خوب	۱۴۰

تبدیل شاخص های کیفی به شاخص های کمی

در مسائل تصمیم گیری چند شاخص، شاخص ها هم به صورت **کمی** و هم به صورت **کیفی** بیان میشوند.

شاخص های کمی مانند ← قیمت، زمان اجرا، مسافت، هزینه، ظرفیت و .....

شاخص های کیفی مانند ← کیفیت کار، راحتی، زیبایی، انعطاف پذیری و .....

روش های مختلفی برای تبدیل شاخص های کیفی به کمی وجود دارد که معمول ترین این روش ها :

استفاده از مقیاس فاصله ای و رتبه ای یا مقیاس دو قطبی

روشهای مختلفی برای تبدیل شاخصهای کیفی به شاخص های کمی وجود دارد که استفاده ازمقیاس های فاصله ای و رتبه ای یا مقیاس دو قطبی معمولترین این روشها می باشند.

روش مقیاس دو قطبی یک مقیاس ۱۱ نقطه ای است که برای شاخص های با جنبه مثبت و منفی به صورت زیر بیان شده است:

شاخص ها با جنبه مثبت	۱۰	۹	۸	۷	٦	٥	٤	۳	۲	۱	۰
	خیلی زیاد		زیاد		متوسط		کم		خیلی کم		
شاخص ها با جنبه منفی	۱۰	۹	۸	۷	٦	٥	٤	۳	۲	۱	۰
	خیلی کم		کم		متوسط		زیاد		خیلی زیاد		

ارزش های ۲،۴،۶ و ۸ ارزش های واسطه بین دو ارزش دیگر می باشند. ارزشهای ۰ و ۱۰ کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع اندازه گیری با سه فرض زیر انجام می شود:

الف- فاصله های بین ارزشها یکسان است.

ب- امتیازها دارای مقیاس نسبتی هستند.

ج- ترکیب ارزشها (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) برای شاخص های مختلف مجاز است.

بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم گیری

ماتریس تصمیم اغلب دارای شاخص های مثبت و منفی درکنار همدیگر است. علاوه بر این هر یک از شاخص های کمی دارای مقیاسهای خاصی هستند.

برای آنکه بتوان شاخص های با مقیاس های مختلف را با هم مقایسه کرد، باید عمل بی مقیاس کردن روی این شاخص ها انجام شود.

بدین ترتیب کلیه ستون های ماتریس تصمیم دارای واحد مشابهی می شوند و و می توان به راحتی آنها را با همدیگر مقایسه کرد.

روشهای مختلفی برای بی مقیاس کردن مرسوم است که به مهمترین آنها در ادامه می پردازیم ...

بی مقیاس کردن با استفاده از نورم

در این روش از رابطه زیر برای بی مقیاس کردن استفاده می شود:

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

که در این رابطه x_{ij} عملکرد گزینه i $(i=1,2,...,m)$ در رابطه با معیار j $(j=1,2,...,n)$ در ماتریس تصمیم می باشد.

بی مقیاس کردن خطی

در این روش برای بی مقیاس کردن معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر استفاده می شود:

$$r_{ij} = \frac{x_j}{\max_i \{x_j\}}$$

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{x_j}}{\max_i \left\{\frac{1}{x_j}\right\}} = \frac{\max_i \{x_j\}}{x_j}$$

مشاهده می شود که معیارهای منفی معکوس می شوند. گروه دیگری از محققین در این روش معیارهای منفی را در ۱- ضرب کرده و آن را به روشهای مثبت تبدیل می کنند.

به عنوان مثال در ماتریس تصمیم مذکور برای معیار C_1 (که یک معیار منفی است) داریم:

$$r_{11}=\frac{65}{80}=0.813 \qquad r_{21}=\frac{65}{75}=0.867 \qquad r_{31}=\frac{65}{72}=0.903 \qquad r_{41}=\frac{65}{65}=1$$

و برای معیار C_3 (که یک معیار مثبت است) داریم:

$$r_{13}=\frac{9}{9}=1 \qquad r_{23}=\frac{9}{9}=1 \qquad r_{33}=\frac{7}{9}=0.778 \qquad r_{43}=\frac{5}{9}=0.556$$

برای معیارهای دیگر نیز می‌توان به روشی مشابه عمل کرد که نتیجه نهایی آن به صورت زیر خواهد بود:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	۰/۸۱۳	۱	۱	۰/۷۷۸	۰/۱۹۲
A_2	۰/۸۶۷	۰/۸۵۷	۱	۱	۰/۲۱۷
A_3	۰/۹۰۳	۰/۹۲۳	۰/۷۷۸	۰/۷۷۸	۱
A_4	۱	۰/۸	۰/۵۵۶	۰/۷۷۸	۰/۳۵۷

بی مقیاس کردن فازی

درصورتی که فاصله بین مقادیر اندازه گیری شده زیاد نباشند، می توان برای بی مقیاس کردن معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر استفاده کرد:

$$r_{ij} = \frac{x_j - \min\{x_j\}}{\max\{x_j\} - \min\{x_j\}}$$

$$r_{ij} = \frac{\max\{x_j\} - x_j}{\max\{x_j\} - \min\{x_j\}}$$

در این روش، اعداد ماتریس تصمیم به اعداد بین صفر و یک تبدیل خواهند شد به گونه ای که به بهترین نتیجه عدد ۱ و به بدترین نتیجه عدد صفر تعلق خواهد گرفت .

به عنوان مثال در ماتریس تصمیم مذکور برای معیار c1 داریم :

$$r_{11}=\frac{80-80}{80-65}=0 \qquad r_{21}=\frac{80-75}{80-65}=0.333$$

$$r_{31}=\frac{80-72}{80-65}=0.533 \qquad r_{41}=\frac{80-65}{80-65}=1$$

و برای معیار C_3 (که یک معیار مثبت است) داریم:

$$r_{13}=\frac{9-5}{9-5}=1 \qquad r_{23}=\frac{9-5}{9-5}=1$$

$$r_{33}=\frac{7-5}{9-5}=0.5 \qquad r_{43}=\frac{5-5}{9-5}=0$$

با به کارگیری روش برای معیارهای دیگر، نتیجه نهایی به صورت زیر خواهد بود:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	۰	۱	۱	۰	۰
A_2	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۱	۰/۱۴۳
A_3	۰/۵۳۳	۰/۶۶۷	۰/۵	۰	۱
A_4	۱	۰	۰	۰	۰/۵۷۱

تعیین وزن شاخص ها

از آنجا که ماتریس تصمیم دارای شاخصهای مختلفی است، دانستن ضریب اهمیت یا وزن هر یک از این شاخص ها در تصمیم گیری ضروری است. وزن هر شاخص، اهمیت نسبی آن را نسبت به شاخصهای دیگر بیان می کند.

عملیات وزن دهی فاکتورها به سه روش زیر قابل انجام است:

۱ .استفاده از دانش کارشناسی

۲ .استفاده از دانش داده ای

۳ .استفاده از دانش کارشناسی و داده ای به صورت توام

معمولا به هر یک از شاخص ها یک وزن نسبت داده می شود، به طوری که مجموع وزن شاخص ها برابر ۱ باشد. برای تعیین وزن شاخص ها نیز روشهای گوناگونی وجود دارد که روش آنتروپی، روش LINMAP ، روش بردار ویژه و روش کمترین مربعات مهمترین روش های تعیین وزن شاخص ها می باشند.

در یک ماتریس تصمیم گیری با m گزینه و n معیار، مراحل به شرح زیر است :

۱. تعیین P_{ij}

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}$$

۲. تعیین آنتروپی هر شاخص (E_j)

$$E_j = -\frac{1}{Ln(m)} \sum_{i=1}^{m} P_{ij} Ln(P_{ij})$$

۳. تعیین عدم اطمینان یا درجه انحراف هر شاخص (d_j)

$$d_j = 1 - E_j$$

۴. تعیین وزن هر شاخص (w_j)

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

۵. تعیین وزن‌های تعدیل شده (w'_j)

اگر تصمیم‌گیرنده از قبل وزن ذهنی مشخصی مثل λ_j را برای شاخص j در نظر گرفته باشد، وزن تعدیل شده برابر است با:

$$w'_j = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j w_j} \qquad (۱۰-۲)$$

به عنوان مثال اگر بخواهیم برای همان مسأله اولویت‌بندی پیمان‌کاران به روش آنتروپی وزن شاخص را تعیین کنیم، داریم:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	۸۰	۱۲	بسیار خوب	خوب	۲۶۰
A_2	۷۵	۱۴	بسیار خوب	بسیار خوب	۲۳۰
A_3	۷۲	۱۳	خوب	خوب	۵۰
A_4	۶۵	۱۵	متوسط	خوب	۱۴۰

ماتریس تصمیم

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	۸۰	۱۲	۹	۷	۲۶۰
A_2	۷۵	۱۴	۹	۹	۲۳۰
A_3	۷۲	۱۳	۷	۷	۵۰
A_4	۶۵	۱۵	۵	۷	۱۴۰

ماتریس تصمیم کمّی

گام ۱: تعیین P_{ij}

برای تمام شاخص‌ها و گزینه‌ها می‌توان مقدار P_{ij} را با استفاده از رابطه مربوطه محاسبه کرد. به عنوان مثال:

$$P_{11} = \frac{80}{80+75+72+65} = 0.274 \qquad P_{24} = \frac{9}{7+9+7+7} = 0.3$$

این محاسبات برای تمامی حالات محاسبه شده است که نتایج به شرح زیر است:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	۰/۲۷۴	۰/۲۲۲	۰/۳۰۰	۰/۲۳۳	۰/۳۸۲
A_2	۰/۲۵۷	۰/۲۵۹	۰/۳۰۰	۰/۳۰۰	۰/۳۳۸
A_3	۰/۲۴۷	۰/۲۴۱	۰/۲۳۳	۰/۲۳۳	۰/۰۷۴
A_4	۰/۲۲۳	۰/۲۷۸	۰/۱۶۷	۰/۲۳۳	۰/۲۰۶

ماتریس مقادیر P_{ij}

گام ۲- تعیین آنتروپی هر شاخص

$$E_1 = -\frac{1}{Ln(4)}\left[(0.274\times Ln0.274)+(0.257\times Ln0.257)+(0.247\times Ln0.247)+(0.223\times Ln0.223)\right]=0.998$$

$$E_2 = -\frac{1}{Ln(4)}\left[(0.222\times Ln0.222)+(0.259\times Ln0.259)+(0.241\times Ln0.241)+(0.278\times Ln0.278)\right]=0.9975$$

$$E_3 = -\frac{1}{Ln(4)}\left[(0.3\times Ln0.3)+(0.3\times Ln0.3)+(0.233\times Ln0.233)+(0.167\times Ln0.167)\right]=0.9814$$

$$E_4 = -\frac{1}{Ln(4)}\left[(0.233\times Ln0.233)+(0.3\times Ln0.3)+(0.233\times Ln0.233)+(0.233\times Ln0.223)\right]=0.9954$$

$$E_5 = -\frac{1}{Ln(4)}\left[(0.382\times Ln0.382)+(0.338\times Ln0.338)+(0.074\times Ln0.074)+(0.206\times Ln0.206)\right]=0.9028$$

گام ۳-تعیین عدم اطمینان یا درجه انحراف هر شاخص

$$d_1 = 1 - 0.998 = 0.002 \qquad d_2 = 1 - 0.9975 = 0.0025 \qquad d_3 = 1 - 0.9814 = 0.0186$$

$$d_4 = 1 - 0.9954 = 0.0046 \qquad d_5 = 1 - 0.9028 = 0.0972$$

گام ۴-تعیین وزن هر شاخص

$$w_1 = \frac{0.002}{0.002 + 0.0025 + 0.0186 + 0.0046 + 0.0972} = 0.0161$$

$$w_2 = \frac{0.0025}{0.002 + 0.0025 + 0.0186 + 0.0046 + 0.0972} = 0.0199$$

$$w_3 = \frac{0.0186}{0.002 + 0.0025 + 0.0186 + 0.0046 + 0.0972} = 0.1486$$

گام ۵-تعیین وزن های تعدیل شده

	شاخص ۱	شاخص ۲	شاخص ۳	شاخص ۴	شاخص ۵	جمع
w_j	۰/۰۱۶۱	۰/۰۱۹۹	۰/۱۴۸۶	۰/۰۳۷۰	۰/۷۷۸۵	۱
λ_j	۰/۳	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۱
$\lambda_j w_j$	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۲	۰/۰۴۴۶	۰/۰۰۷۴	۰/۰۷۷۸	۰/۱۳۶۶
w'_j	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۵۷	۱

روشهای تصمیم گیری چند شاخصه

روشهای تصمیم گیری چند شاخصه به دو دسته **تعاملی** و **غیرتعاملی** تقسیم می شوند.

پیش فرض روش های غیرتعاملی آن است که هر شاخص مستقل ازدیگری است و هرکدام از شاخص ها به تنهایی درانتخاب مهم ۳ بین شاخص ها مجاز نیست و نقطه ضعف در یک شاخص توسط مزیت شاخص هستند. به بیان دیگر دراین روشها مبادله دیگر جبران نمی شود.

در روشهای تعاملی قوت یک شاخص می تواند نقاط ضعف شاخص های دیگر را بپوشاند و در واقع وزن کل شاخص ها مدنظر است.

روشهای غیر تعاملی	روشهای حل بدون ترجیحات معیارها(روش تسلط[1]، روش حداقل حداکثرها[2]، روش حداکثر حداقل‌ها[3])
	روشهای حل با سطح استاندارد(روش ارضای منفرد[4]، روش ارضای جامع[5])
	روشهای حل با ترجیحات کیفی(روش حذفی[6]، روش لغت نامه ای[7]، روش نیمه لغت نامه ای[8]، روش جایگشت[9])
روشهای تعاملی	روش وزن دهی ساده[10]
	روش برنامه ریزی توافقی[11]
	روش VIKOR
	روش شباهت به گزینه ایده آل[12]
	روش تسلط تقریبی[13]
	روش تحلیل سلسله مراتبی[14]
	روش تحلیل شبکه[15]