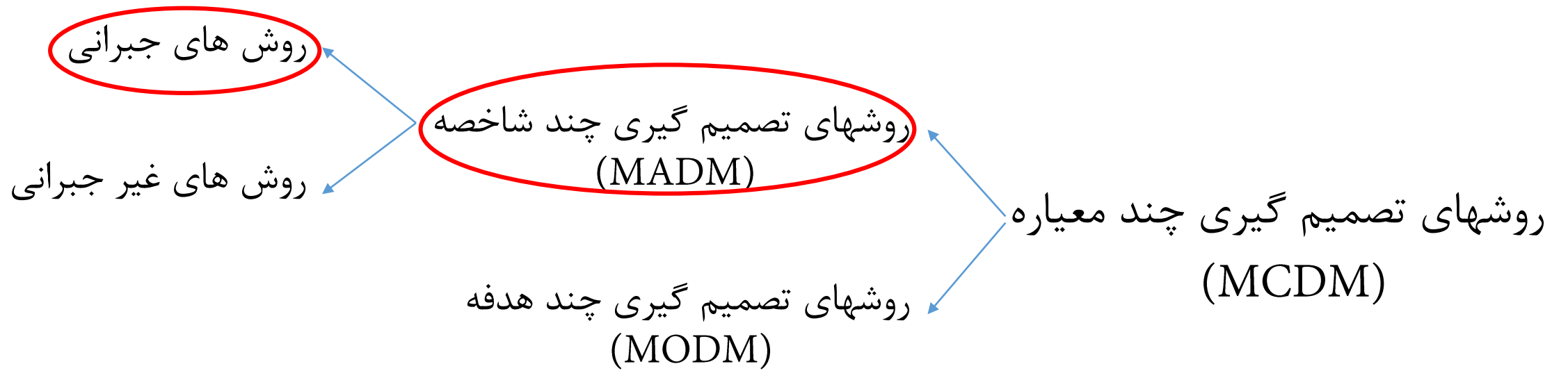


تصميم گيرى چند شاخصه

روش الكتراه فازى

ارائه دهنده: سروناز آرين فر

اردیبهشت ۹۳



مزایا و معایب روش الکتره

Advantages – Disadvantages

The main advantage of the ELECTRE method is that the comparison of the alternatives can be achieved even if there is not a clear preference for one of those therefore, and compared to other methods which are sensitive to the decision maker's beliefs, it is more reliable. Moreover, it has the ability to handle both quantitative and qualitative judgements. On the other hand it is a rather complex decision making method and requires a lot of primary data.

The ELECTRE method has several unique features not found in other solution methods; these are the concepts of outranking and indifference and preference thresholds.

کاربردهای روش الکتره

روش الکتره کاربرد زیادی در مسائل تصمیم گیری داشته است نظیر:

✓ مدیریت و بهینه سازی سیستم های انرژی (Georgopoulon-1997 & Papadopoulos-2008)

✓ ارزیابی و انتخاب قراردادهای بهینه برون سپاری (Almeida-2007)

✓ رتبه بندی بهینه گزینه های منابع آب (Anand Raj-1996)

✓ انتخاب سیستم مدیریت پس ماندها (Hokkanen-1997)

✓ فرآیند رتبه بندی دانش آموزان (Leyva-2005)

✓ رتبه بندی پروژه ها از لحاظ سودآوری (Buchanan-1999)

✓ برنامه ریزی منابع طبیعی استراتژیک (Kangas-2001)

✓ انتخاب ماشین آلات و تجهیزات ساخت (Tam-2003 & Ulubeyli-2009) و ...

مراحل روش الکتیره

ELimination and Choice Expressing REality

مثال

فرض کنید مدیر خرید صنایع دفاع هستید و از بین چهار جنگنده باید یکی را انتخاب کنید اگر این جنگنده ها A1 تا A4 باشند و هر کدام از ۶ شاخصه X1 تا X6 مورد بررسی قرار میگیرند.

X1: حداکثر سرعت

X2: سرعت چرخش

X3: وزن مهمات قابل حمل

X4: قیمت

X5: قابلیت اطمینان

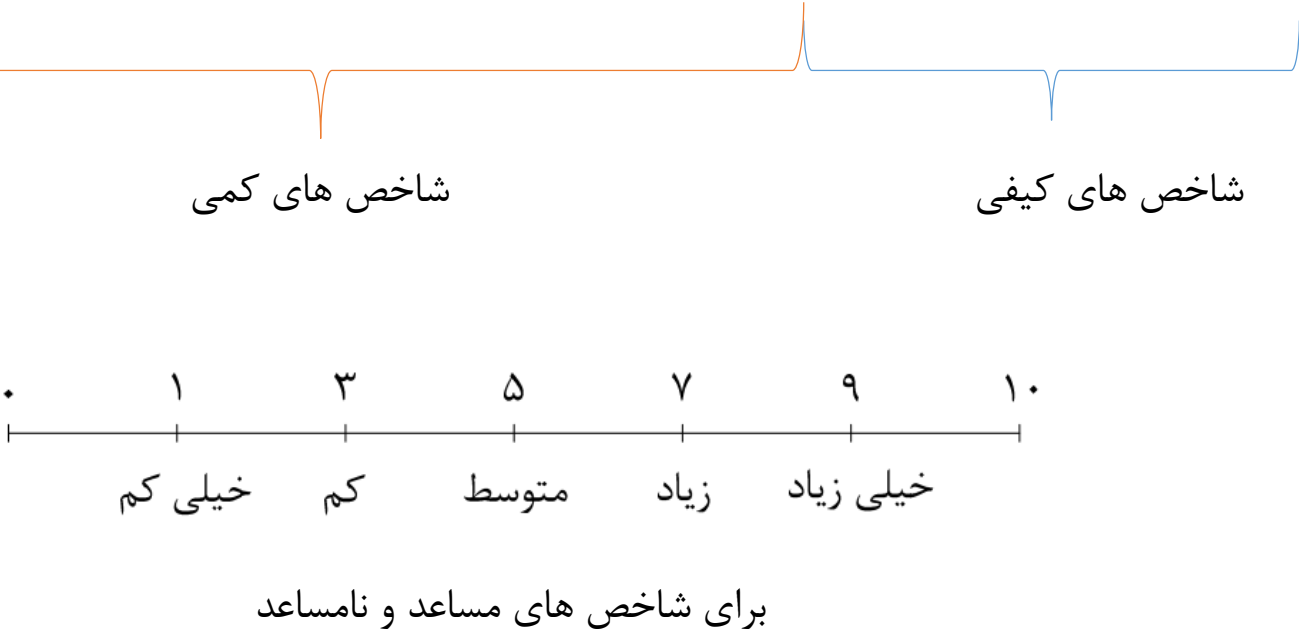
X6: قابلیت مانور

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	2	1500	20000	5.5	متوسط	خیلی زیاد
A2	2.5	2700	18000	6.3	کم	متوسط
A3	1.8	2000	21000	4.5	زیاد	زیاد
A4	2.2	1800	20000	5	متوسط	متوسط

تبدیل شاخص کیفی به کمی

	X1	X2	X3	شاخص نا مساعد		X6
A1	2	1500	20000	5.5	متوسط	خیلی زیاد
A2	2.5	2700	18000	6.3	کم	متوسط
A3	1.8	2000	21000	4.5	زیاد	زیاد
A4	2.2	1800	20000	5	متوسط	متوسط

- X1: حداکثر سرعت
- X2: سرعت چرخش
- X3: وزن مهمات قابل حمل
- X4: قیمت
- X5: قابلیت اطمینان
- X6: قابلیت مانور



ماتریس تصمیم گیری

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	2	1500	20000	5.5	۵	۹
A2	2.5	2700	18000	6.3	۳	۵
A3	1.8	2000	21000	4.5	۷	۷
A4	2.2	1800	20000	5	۵	۵

X1: حداکثر سرعت

X2: سرعت چرخش

X3: وزن مهمات قابل حمل

X4: قیمت

X5: قابلیت اطمینان

X6: قابلیت مانور

بی مقیاس سازی

• نرمالیزاسیون برداری

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

مساعده

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

• بی مقیاس سازی خطی

مساعده

$$n_{ij} = \frac{a_{ij} - \text{Min } a_j}{\text{Max } a_j - \text{Min } a_j}$$

• بی مقیاس سازی فازی

نامساعد

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

نامساعد

$$n_{ij} = \frac{\text{Max } a_j - a_{ij}}{\text{Max } a_j - \text{Min } a_j}$$

فرمالیزاسیون برداری

	X1
A1	2
A2	2.5
A3	1.8
A4	2.2

$$A1X1: \frac{2}{\sqrt{2.5^2 + 2^2 + 2.2^2 + 1.8^2}}$$

$$A2X1: \frac{2.5}{\sqrt{2.5^2 + 2^2 + 2.2^2 + 1.8^2}}$$

ماتریسی نرمال شده

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	0.467142	0.366181	0.50556	0.512454	0.481125	0.67082
A2	0.583927	0.659125	0.455004	0.586993	0.288675	0.372678
A3	0.420428	0.488241	0.530838	0.419281	0.673575	0.521749
A4	0.513856	0.439417	0.50556	0.465868	0.481125	0.372678

تعیین وزن شاخص ها برای ماتریس تصمیم گیری

1. نظر متخصصان

2. آنتروپی شانون

3. LINMAP

روش آنترپی شانون

ایده اصلی این روش بر این پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. (m تعداد گزینه ها میباشد).

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

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

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

$$d_j = 1 - E_j; \forall j$$

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

ماتریس نرمال شده



تشکیل ماتریس بی مقیاس موزون V

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	0.467142	0.366181	0.50556	0.512454	0.481125	0.67082
A2	0.583927	0.659125	0.455004	0.586993	0.288675	0.372678
A3	0.420428	0.488241	0.530838	0.419281	0.673575	0.521749
A4	0.513856	0.439417	0.50556	0.465868	0.481125	0.372678

w1	w2	w3	w4	w5	w6
0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3

ماتریس بی مقیاس موزون V

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	0.093428	0.036618	0.050556	0.051245	0.096225	0.201246
A2	0.116785	0.065913	0.0455	0.058699	0.057735	0.111803
A3	0.084086	0.048824	0.053084	0.041928	0.134715	0.156525
A4	0.102771	0.043942	0.050556	0.046587	0.096225	0.111803

تشکیل مجموعه هماهنگی و نا هماهنگی

C_{ij} = کلیه برتری های گزینه i نسبت به گزینه j

D_{ij} = برعکس C_{ij}

نکته : در صورتی که گزینه ها برابر باشند در C قرار میگیرید

نکته : در صورتی که شاخص نا مساعد باشد شاخصی که کوچکتر است برتر میباشد

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	0.093428	0.036618	0.050556	0.051245	0.096225	0.201246
A2	0.116785	0.065913	0.0455	0.058699	0.057735	0.111803
A3	0.084086	0.048824	0.053084	0.041928	0.134715	0.156525
A4	0.102771	0.043942	0.050556	0.046587	0.096225	0.111803

$$C_{12}=\{3,4,5,6\}$$

$$D_{12}=\{1,2\}$$

$$C_{14}=\{5,3,6\}$$

$$D_{14}=\{1,2,4\}$$

$$C_{13}=\{1,6\}$$

$$D_{13}=\{2,3,4,5\}$$

$$C_{41}=\{1,2,4,3,5\}$$

$$D_{41}=\{6\}$$

$$C_{21}=\{1,2\}$$

$$D_{21}=\{3,4,5,6\}$$

$$C_{24}=\{1,2,6\}$$

$$D_{24}=\{3,4,5\}$$

$$C_{23}=\{1,2\}$$

$$D_{23}=\{3,4,5,6\}$$

$$C_{42}=\{3,4,5,6\}$$

$$D_{42}=\{1,2\}$$

$$C_{31}=\{2,3,4,5\}$$

$$D_{31}=\{1,6\}$$

$$C_{34}=\{2,3,4,5,6\}$$

$$D_{34}=\{1\}$$

$$C_{32}=\{3,4,5,6\}$$

$$D_{32}=\{1,2\}$$

$$C_{43}=\{1\}$$

$$D_{43}=\{2,3,4,5,6\}$$

تشکیل ماتریس هماهنگی

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j$$

w1	w2	w3	w4	w5	w6
0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3

$$C_{12} = \{3, 4, 5, 6\} \longrightarrow C_{12} = 0.1 + 0.1 + 0.2 + 0.3 = 0.7$$

ماتریس هماهنگی

C =

	A1	A2	A3	A4
A1	-	0.7	0.5	0.6
A2	0.3	-	0.3	0.6
A3	0.5	0.7	-	0.8
A4	0.7	0.7	0.2	-

تشکیل ماتریس نا هماهنگی

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |\tilde{m}_{kj} - \tilde{m}_{lj}|}{\max_j |\tilde{m}_{kj} - \tilde{m}_{lj}|}$$

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
A1	0.093428	0.036618	0.050556	0.051245	0.096225	0.201246
A2	0.116785	0.065913	0.0455	0.058699	0.057735	0.111803
A3	0.084086	0.048824	0.053084	0.041928	0.134715	0.156525
A4	0.102771	0.043942	0.050556	0.046587	0.096225	0.111803
A1-A4	0.00934	0.00732	0	0.004658	0	0.089443

$$D_{14} = \{1, 2, 4\} \quad D_{14} = \frac{0.00934}{0.089443} = 0.104424$$

ماتریس نا ہماہنگی

D =

	A1	A2	A3	A4
A1	-	0.3277	0.8613	0.1051
A2	1	-	1	1
A3	1	0.4247	-	0.4183
A4	1	0.5714	1	-

تشکیل ماتریس های بولینی

$$\bar{c} = (\sum_{l=1}^m \sum_{k=1}^m c_{kl}) / m (m - 1)$$

$$\bar{d} = (\sum_{l=1}^m \sum_{k=1}^m d_{kl}) / m (m - 1)$$

$$\text{if } c_{ij} \geq \bar{c} \Rightarrow b_{ij} = 1$$

$$\text{if } c_{ij} < \bar{c} \Rightarrow b_{ij} = 0$$

$$\text{if } d_{ij} \geq \bar{d} \Rightarrow h_{ij} = 0$$

$$\text{if } d_{ij} < \bar{d} \Rightarrow h_{ij} = 1$$

ماتریس بولینی B

ماتریس همبستگی

$$\bar{C} = \frac{0.7 + 0.5 + 0.6 + 0.3 + 0.3 + 0.6 + 0.5 + 0.7 + 0.8 + 0.7 + 0.7 + 0.2}{12} = 0.55$$

C =

-	0.7	0.5	0.6
0.3	-	0.3	0.6
0.5	0.7	-	0.8
0.7	0.7	0.2	-

B =

-	1	0	1
0	-	0	1
0	1	-	1
1	1	0	-

ماتریس بولینی H

ماتریس ناهمبندگی

$$\bar{d} = \frac{0.3277 + 1 + 1 + 1 + 0.8613 + 0.1051 + 0.4247 + 0.5714 + 0.4183 + 1 + 1 + 1}{12} = 0.7257$$

D =

-	0.3277	0.8613	0.1051
1	-	1	1
1	0.4247	-	0.4183
1	0.5714	1	-



H =

-	1	0	1
0	-	0	0
0	1	-	1
0	1	0	-

تشکیل ماتریس چیرگی نهایی Z

B =

-	1	0	1
0	-	0	1
0	1	-	1
1	1	0	-



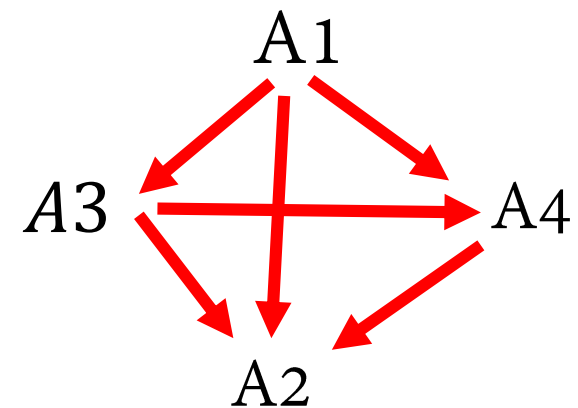
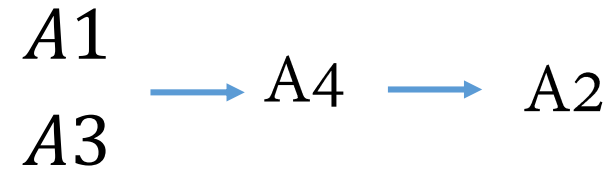
H =

-	1	0	1
0	-	0	0
0	1	-	1
0	1	0	-

ماتریس چیرگی نهایی Z

Z =

A1	-	1	0	1
A2	0	-	0	0
A3	0	1	-	1
A4	0	1	0	-



چرا فازی؟

1. Fuzzy electre-which not only can address the **uncertainty** of the alternatives' performances but also is less complicated than the ordinary ELECTRE III method to be utilized to address the **uncertainty** in ranking of the alternatives. (Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection- Gholam Ali Montazer *, Hamed Qahri Saremi, Maryam Ramezani-2009)
2. However in this method the ratings and the weights of the selection criteria are known precisely and thus are **inadequate for dealing with the imprecise or vague nature of linguistic assessment**. So in the literature ELECTRE I has been combined with fuzzy set theory. Fuzzy set theory resembles human reasoning in its use of **approximate information** and **uncertainty** to generate decisions. Since the conventional ELECTRE I cannot **reflect the human thinking** style, fuzzy ELECTRE I is used to solve a catering firm selection problem in this study. (Fuzzy ELECTRE I Method for Evaluating Catering Firm Alternatives- Esra AYTAÇ¹, Ayşegül TUŞ IŞIK², Nilsen KUNDAKCI³2011)

چرا فازی؟

3. با توجه به ماهیت **عدم اطمینان** و ابهام موجود در ارزیابی استراتژی ها ، از قابلیت منطق فازی جهت تکمیل ماتریسی عملکرد تصمیم گیری بهره برداری شده است. (ارزیابی و اولویت بندی استراتژی ها با استفاده از تکنیک الکتره ۳ در محیط فازی- ابوالفضل کزازی - مقصود امیری - فاطمه رهبر یعقوبی / دانشگاه علامه طباطبائی-۱۳۸۹)

4. ترکیب تئوری فازی با روش ELECTRE به دلیل **استفاده آسانتر از مدل** و پوشش **عدم قطعیت** های موجود در این زمینه (انتخاب بخش خصوصی در پروژه های مشارکتی با استفاده از مدل SWOT-Fuzzy ELECTRE - اقبال شاکری - محمدحسین دادپور- حمیدرضا عباسیان / دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

تبدیل پارامترهای زبانی به اعداد فازی

پارامترهای زبانی	اعداد فازی	شکل
Very low (VL)	(0,0,0.1,0.2)	
Low (L)	(0.1,0.2,0.2,0.3)	
Medium low (ML)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	
Medium (M)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	
Medium high (MH)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	
High (H)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	
Very high (VH)	(0.8,0.9,1,1)	

تصمیم گیری گروهی

- با توجه به اینکه در بیشتر تصمیم گیری های مهم تیم از خبرگان تصمیم گیری را انجام م دهند لذا چنانچه k تصمیم گیرنده داشته باشیم با توجه به هر معیار به صورت زیر عمل میکنیم:

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\} \quad b_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^K b_{ijk}$$

$$c_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^K c_{ijk} \quad d_{ij} = \max_k \{d_{ijk}\} \quad k = 1, 2, \dots, K$$

$$A1 = (1, 2, 3, 4)$$

$$A2 = (2, 3, 4, 5) \longrightarrow \mathbf{A_{Final}} = (0, 2, 3, 5)$$

$$A3 = (0, 1, 2, 3)$$

مثال: ماتریس تصمیم فازی به صورت زیر می باشد مطلوب است رنکینگ گزینه ها را بر اساس روش فازی الکره

	X1	X2	X3	X4
A1	(.583,.725,.768,.873)	(.594,.708,.738,.841)	(.575,.752,.786,.916)	(.596,.701,.732,.837)
A2	(.197,.476,.514,.799)	(.615,.757,.799,.905)	(.73,.852,.934,.979)	(.502,.652,.681,.783)
A3	(.682,.814,.854,.936)	(.626,.761,.78,.888)	(.498,.636,.684,.829)	(.474,.581,.645,.758)

W1	W2	W3	W4
0.218	0.041	0.183	0.558

$$W_i = (a, b, c, d)$$

X1 و X3 مساعد و X2 و X4 نامساعد می باشند.

ماتریس تصمیم موزون

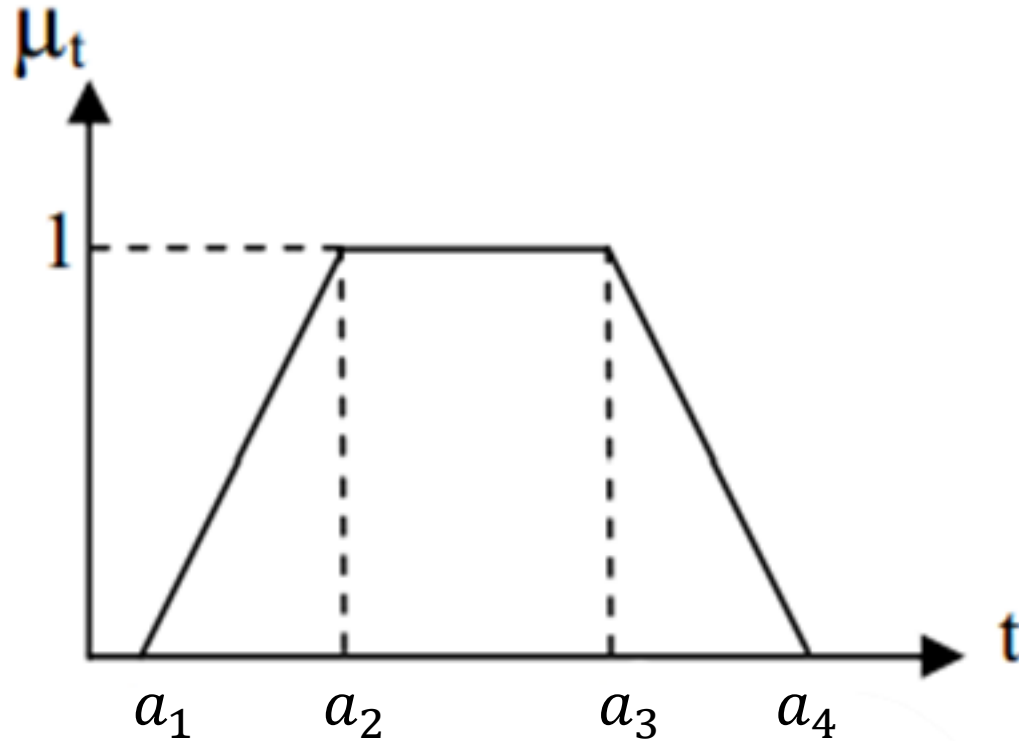
	X1	X2	X3	X4
A1	(.127,.158,.167,.19)	(.0244,.029,.03,.0345)	(.105,.138,.144,.168)	(.333,.391,.41,.467)
A2	(.043,.1,.112,.174)	(.025,.031,.033,.037)	(.134,.156,.171,.179)	(.28,.364,.38,.437)
A3	(.149,.177,.186,.2)	(.026,.031,.032,.036)	(.091,.116,.125,.152)	(.264,.324,.36,.423)

تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی (دیفازی)

گاهی لازم است که دو عدد فازی را با هم مقایسه کرده تا مشخص شود که کدام یک بزرگ تر از دیگری است. گاهی نیز به دلیل متغیرهای زیاد و محاسبات گسترده اعداد فازی، باید اعداد فازی را به اعداد قطعی تبدیل کرد. به این کار دیفازی کردن (تبدیل اعداد از حالت فازی به قطعی) گفته می شود. مهم ترین روش های دیفازی کردن عبارتند از:

- روش میانگین
- روش مرکز ناحیه
- روش برش α
- گشتاورها

فرمول روش میانگین برای اعداد دوزنقه ای

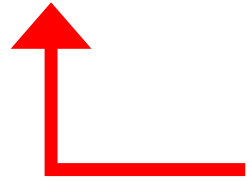


$$\frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$$

محاسبه برتری ها

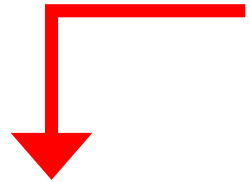
- به منظور مقایسه گزینه ها و تعیین برتری ها ابتدا باید اعداد دیفازی گردند.

به روش مرکز ناحیه



	X1	X2	X3	X4
A1	0.159929	0.029467	0.138071	0.400178
A2	0.107628	0.031361	0.159222	0.363229
A3	0.177039	0.031175	0.121142	0.342943

به روش میانگین



	X1	X2	X3	X4
A1	0.1605	0.029475	0.13875	0.40025
A2	0.10725	0.0315	0.16	0.36525
A3	0.178	0.03125	0.121	0.34275

تشکیل مجموعه های هماهنگی و نا هماهنگی

	X1	X2	X3	X4
A1	0.159929	0.029467	0.138071	0.400178
A2	0.107628	0.031361	0.159222	0.363229
A3	0.177039	0.031175	0.121142	0.342943

$$C_{12}=\{1,2\}$$

$$D_{12}=\{3,4\}$$

$$C_{13}=\{2,3\}$$

$$D_{13}=\{1,4\}$$

$$C_{21}=\{3,4\}$$

$$D_{21}=\{1,2\}$$

$$C_{23}=\{3\}$$

$$D_{23}=\{1,2,4\}$$

$$C_{31}=\{1,4\}$$

$$D_{31}=\{2,3\}$$

$$C_{32}=\{1,2,4\}$$

$$D_{32}=\{3\}$$

تشکیل ماتریس هماهنگی

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j$$

W1	W2	W3	W4
0.218	0.041	0.183	0.558

$$C_{12} = \{1,2\} = 0.218 + 0.041 = 0.259$$

$$C_{13} = \{2,3\} = 0.041 + 0.183 = 0.224$$

$$C_{21} = \{3,4\} = 0.183 + 0.558 = 0.741$$

$$C_{23} = \{3\} = 0.183$$

$$C_{31} = \{1,4\} = 0.218 + 0.558 = 0.776$$

$$C_{32} = \{1,2,4\} = 0.218 + 0.041 + 0.558 = 0.817$$

ماتریس هماہنگی

	A1	A2	A3
A1	-	0.259	0.224
A2	0.741	-	0.183
A3	0.776	0.817	-

تشکیل ماتریس ناهمبستگی

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |\tilde{m}_{kj} - \tilde{m}_{lj}|}{\max_j |\tilde{m}_{kj} - \tilde{m}_{lj}|}$$

	A1	A2	A3
A1	-	0.7017	1
A2	1	-	1
A3	0.296	0.554	-

تشکیل ماتریس های بولینی

$$\bar{c} = \left(\sum_{l=1}^m \sum_{k=1}^m c_{kl} \right) / m (m - 1)$$

$$\bar{d} = \left(\sum_{l=1}^m \sum_{k=1}^m d_{kl} \right) / m (m - 1)$$

$$\text{if } c_{ij} \geq \bar{c} \Rightarrow b_{ij} = 1$$

$$\text{if } c_{ij} < \bar{c} \Rightarrow b_{ij} = 0$$

$$\text{if } d_{ij} \geq \bar{d} \Rightarrow h_{ij} = 0$$

$$\text{if } d_{ij} < \bar{d} \Rightarrow h_{ij} = 1$$

ماتریس بولینی B

$$\bar{C} = \frac{0.259 + 0.224 + 0.741 + 0.776 + 0.817 + 0.183}{6} = 0.5$$

C =

-	0.259	0.224
0.741	-	0.183
0.776	0.817	-



B =

-	0	0
1	-	0
1	1	-

ماتریس بولینی H

$$\bar{D} = \frac{0.7017 + 0.296 + 0.554 + 1 + 1 + 1}{6} = 0.7586$$

D =

-	0.7017	1
1	-	1
0.296	0.554	-



H =

-	1	0
0	-	0
1	1	-

تشکیل ماتریس چیرگی نهایی Z

B =

-	0	0
1	-	0
1	1	-



H =

-	1	0
0	-	0
1	1	-

ماتریس چیرگی نهایی Z

Z =

A1	-	0	0
A2	0	-	0
A3	1	1	-

A3 $\rightarrow$ A1
A2

A3 $\rightarrow$ A1 $\rightarrow$ A2

باتشکر از توجه شما

نرم افزار

نام نرم افزار	روش مورد استفاده	مقایسه بجفتی	آنالیز حسابیت	ارزیابی گروهی	تحت وب
1000minds	PAPRIKA	Yes	Yes	Yes	Yes
BENSOLVE					
Decisionarium					
D-sight	PROMETHEE, MAUT	Yes	Yes	Yes	Yes
GUIMOO					
IDS	ER				
IDSS software					
IND-NIMBUS					
IRIS and VIP	ELECTRE TRI				
MACBETH for MCDA	MACBETH				
MakeItRational	AHP	Yes	Yes	Yes	Yes
ParadisEo-MOEO					
PROMETHEE-GAIA	ELECTRE				
MCDA software by Quartzstar Ltd					
RGDB	IDM				
Robust Decisions					
Transparent choice					
VISA					
WINPRE	PAIRS, AHP				
PRIME Decisions	PRIME				
RPM- Robust Portfolio Modeling	Preference Programming				
Criterium Decision Plus	AHP				
DecideIT	MAUT	Yes	Yes	Yes	Yes
DecisionLens	AHP,ANP	Yes	Yes	Yes	Yes
ExpertChoice	AHP	Yes	Yes	Yes	Yes
Logical Decision	AHP,MAUT	No	Yes	Yes	Yes
Mind Decider	AHP	No	Yes	Yes	Yes
Sawtooth	CA/ACA	Yes	Yes	Yes	Yes
TreeAge Pro		No	Yes	No	No
Very Good choice	ELECTRE	No	Yes	Yes	Yes
HiView3		No	Yes	Yes	No
DecisionCloud	ELECTRE	Yes	Yes	Yes	Yes
Criterium Decision Plus	AHP,SMART	No	Yes	No	No
Analytica		Yes	No	Yes	No
Altova Meta Team	WSM	Yes	No	No	No