



تکنیک DEMATEL

Decision Making Trial And Evaluation

افسانه بیجاری^۱، حمیده نقاده^۲

دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی دانش و علوم تصمیم، پاییز ۱۳۹۱

1.afsane.bijari@gmail.com 2.hamide.naghadeh@gmail.com



فهرست:

- معرفی تکنیک DEMATEL
- بیان مزایای تکنیک
- بیان بعضی از کاربردهای تکنیک
- بررسی مدل پیشنهادی و گام های مختلف آن
- حل یک مثال موردی



تکنیک DEMATEL:

تکنیک DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation) یکی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری گروهی بر اساس مقایسه‌های زوجی و قضاوت کارشناسان است، که در بین سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۷۱ میلادی، توسط Gabus و Fonetla برای مطالعه و حل مسائل پیچیده و در هم تنیده جهان ارائه شد. و در اهداف استراتژیک و عینی از مسائل جهانی، به منظور دسترسی به راه حل‌های مناسب مد نظر قرار گرفت.



تکنیک DEMATEL:

این تکنیک بر مبنای دیاگرام‌ها (گراف جهت دار) بنا نهاده شده که با بهره‌مندی از قضاوت کارشناسان در شناسایی عوامل موجود در یک سیستم و با بکارگیری اصول نظریه گرافها، به استخراج روابط تاثیرگذار یا تاثیرپذیر (روابط علی و معلولی، متقابل) عناصر پرداخته و ساختاری سلسله‌مراتبی و نظام مند از آنها ارائه می‌دهد. به طوریکه **شدت اثر روابط** مذکور را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند.



نکته:

✓ تکنیک DEMATEL یک رتبه بندی از آلترناتیوها را به ما نمی دهد بلکه برای تعیین میزان اثرگذاری و اثرپذیری معیارهای یک سیستم (که در ادبیات روش به آن عامل گفته می شود) کاربرد دارد.

✓ این تکنیک اغلب بصورت مستقل عمل نمی کند بلکه به عنوان زیر روشی از روشهای دیگر خصوصا ANP است.



بیان روش:

پایه روش DEMATEL بر اساس این فرض بنا شده که یک سیستم شامل مجموعه ای از معیارهای $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ است و مقایسه زوجی روابط میان آنها می تواند به وسیله معادلات ریاضی مدل شود.

این تکنیک برای ساختن و تحلیل مدل های ساختاری مرتبط با روابط علی و معلولی پیچیده میان عوامل یک مسئله است.



بیان روش:

به طور خلاصه، این روش برای ساختاردهی به یک دنباله از اطلاعات مفروض کاربرد دارد به طوریکه:

- شدت ارتباطات را به صورت امتیازدهی مورد بررسی قرار می دهد.
- بازخوردهای توأم با اهمیت آنها را تجسس می کند.
- روابط انتقال ناپذیر را محاسبه می نماید.



مزایای تکنیک:

- در نظر گرفتن بازخور روابط (روابط متقابل)
- ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی
- تعیین اهمیت و وزن عوامل دخیل در مدل توسط تمامی عوامل موجود (کل مدل)
- تعامل بیشتر بین تصمیم گیرنده و کارشناسان سازمان



کاربردهای تکنیک:

- کشف استراتژی های بازاریابی (Chyv et al. ۲۰۰۱)
- سیستم های کنترل (Hori & shimizu. ۱۹۹۹)
- مسائل امنیتی خطوط هوایی (Liu et al. ۲۰۰۲)
- تعیین صلاحیت یا انتخاب مدیران (Lin & Wu. ۱۹۹۸)
- استخراج عوامل تنش زا در زندگی (Tamura et al. ۲۰۰۲)
- انتخاب نظام بهبود مدیریت در صنایع کوچک (Tesae chow. ۲۰۰۹)
- ارزیابی ریسک های بحرانی پروژه های مهندسی

مدل پیشنهادی:

در سال ۱۹۷۶، *Fontela & Gabus* این تکنیک را توسعه داده و گام های اصلی زیر را برای آن پیشنهاد دادند:

۱. ایجاد ماتریس روابط مستقیم

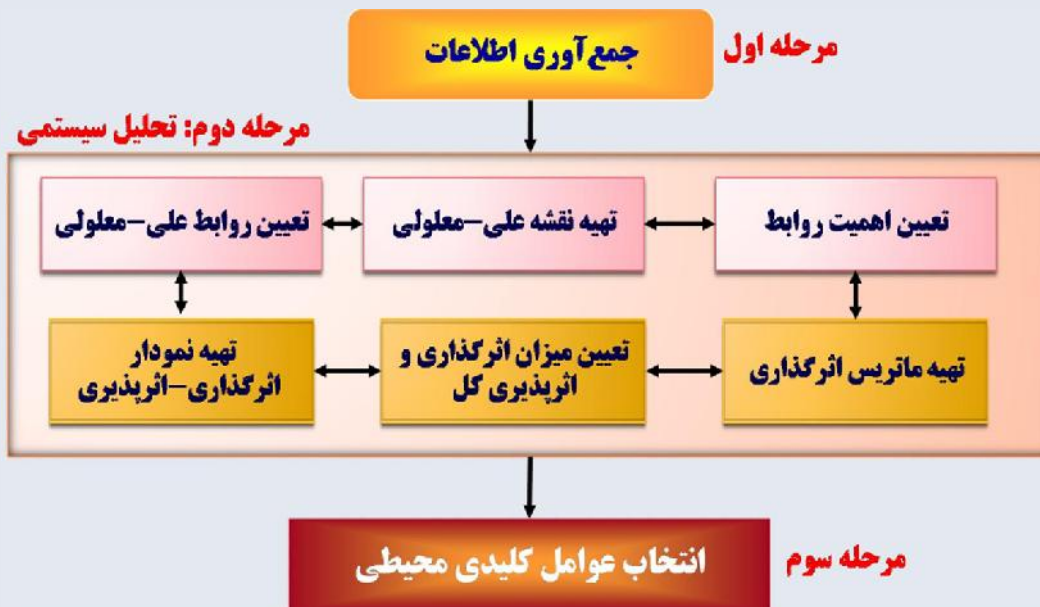
۲. نرمال سازی ماتریس

۳. محاسبه ماتریس روابط کل

۴. رسم نمودار علی - معلولی

۵. محاسبه میزان تاثیرگذاری و

تاثیرپذیری هر یک از عوامل





گام اول: تعیین عوامل موجود در مسئله

به کمک یکی از روشهای ایده آفرینی و تفکر گروهی در خبرگان مانند طوفان فکری، فکرنویسی، دلفی یا کنفرانس، فهرستی از عوامل موجود و موثر در مساله مورد بررسی را از نظر گروه کارشناسان سازمان استخراج کرده و در رئوس یک دیاگراف قرار دهید.



گام دوم: تعیین روابط حاکم بین عوامل با مقایسه زوجی آنها

با استفاده از نظر کارشناسان روابط حاکم بر ارتباطات بین رؤس را تعیین کرده و ماتریس $n \times n$ مقایسات زوجی میان عوامل که معرف میزان تاثیر رابطه بین آنهاست را طبق نظر هر کارشناس، تشکیل دهید. (که در آن a_{ij} درجه نفوذ معیار c_i بر c_j است).

$$Z = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_1 & c_2 & \dots & c_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$



گام دوم: تعیین مقادیر عددی ترجیحات

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)	
۰	No influence	بدون اثرگذاری (کاملاً اثرپذیر)
۱	Very Low influence	بسیار کم اثرگذار
۲	Low influence	اثرگذاری کم
۳	High influence	اثرگذاری زیاد
۴	Very high influence	بسیار اثرگذار



گام سوم: محاسبه ماتریس مستقیم با استفاده از مقایسات زوجی گروهی

ماتریسهای حاصل از گام قبل را بررسی کرده و وجود یا عدم وجود رابطه نهایی بین دو عامل را توسط رای اکثریت کارشناسان (در ماتریسهای پذیرفته شده که مطابقت بیشتری با هم دارند) تصمیم گیری کرده و ماتریس ارتباط مستقیم (میانگین) M را تشکیل دهید.



گام سوم: ادامه

این کار بدین طریق انجام می شود که اگر **بیش از نیمی** از کارشناسان شدت اثر عامل A بر B را صفر تشخیص داده بودند، **بی** اثر بودن A بر B **تایید شده** و درایه متناظر در ماتریس M مقدار صفر می گیرد. در غیر اینصورت با توجه به **توافق جمعی کارشناسان** یا با استفاده از **میانگین ساده نظرات**، امتیاز مربوطه را تعیین و در درایه متناظرش قرار دهید.



گام چهارم: رسم دیاگراف روابط مستقیم

دیاگراف متناظر با ماتریس ارتباط مستقیم M را رسم کنید به گونه ای که:

- راس های آن: عوامل
- کمان های آن: در جهات روابط مستقیم موجود بین هر دو عامل
- وزن هر یال: امتیاز داده شده به هر رابطه مستقیم



گام پنجم: نرمال سازی ماتریس M

جمع سطری درایه های ماتریس M را محاسبه کرده و معکوس
بیشترین آن را در درایه های ماتریس M ضرب کنید. با این کار
شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم تعیین می شود.

$$N = r \cdot M \quad r = \frac{1}{\text{Max}_i \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$



گام ششم: محاسبه ماتریس روابط کل

در این گام ماتریس شدت نسبی موجود از روابط مستقیم و غیر مستقیم (S) با توجه به فرمول زیر، تشکیل می شود:

$$S = N + N^2 + N^3 + \dots + N^t = \frac{N(I - N^t)}{I - N} = \frac{N}{I - N} = N(I - N)^{-1}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} N^t = O$$

نکته: آثار غیر مستقیم عامل های موجود در طول زنجیره دیاگراف اولیه به صورت پیوسته کاهش می یابد، لذا این اثرها به ماتریس معکوسه همگرا می شوند.



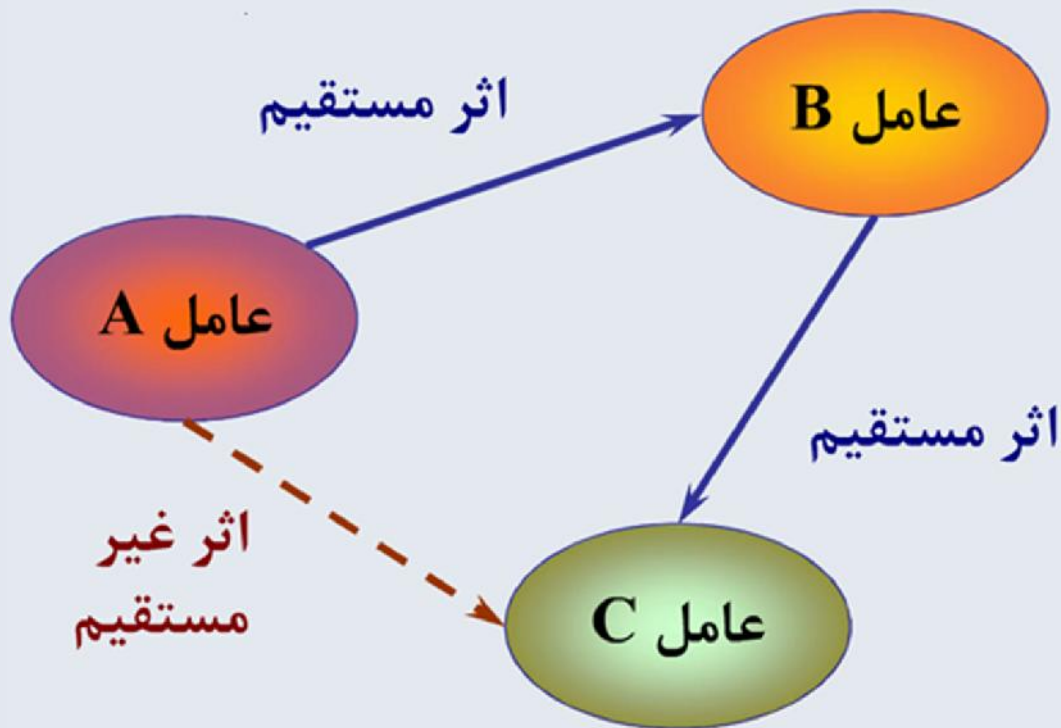
گام ششم: محاسبه شدت ممکن از روابط غیرمستقیم

شدت ممکن از روابط غیرمستقیم (از عناصر موجود بر یکدیگر)
از طریق مجموع تصاعد هندسی زیر با استدلالی مشابه قبل،
محاسبه می شود.

$$T_{t \rightarrow \infty} = N^2 + N^3 + N^4 + \dots + N^t = N^2 (I - N)^{-1}$$

روابط مستقیم و غیر مستقیم:

تعیین میزان اثر گذاری و اثر پذیرگی کل





گام هفتم: رسم نمودار علی

causal diagram

R : جمع سطری درایه ها، برای هر عامل معرف میزان تاثیرگذاری آن بر سایر عناصر سیستم مورد بررسی است.

J : جمع ستونی درایه ها، برای هر عامل معرف شدت تاثیرپذیری عامل مذکور از سایر عناصر سیستم مورد بررسی است.

$R+J$: بردار برتری، که بردار افقی بوده و میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار $R+J$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عناصر سیستم دارد لذا وزن (اهمیت) عامل در سیستم بیشتر است.



گام هفتم: ادامه

$R-J$: بردار ارتباط، که بردار عمودی بوده و مقدار نهایی تاثیر گذاری هر عامل بر مجموعه عناصر دیگر سیستم را نشان می دهد.

$$R > J \Rightarrow R - J > 0 \Rightarrow$$

عامل یک تاثیر گذار قطعی است و یک متغیر علت (اثرگذار) محسوب می شود.

$$R < J \Rightarrow R - J < 0 \Rightarrow$$

عامل یک تاثیر پذیر قطعی است و یک متغیر معلول (اثرپذیر) محسوب می شود.

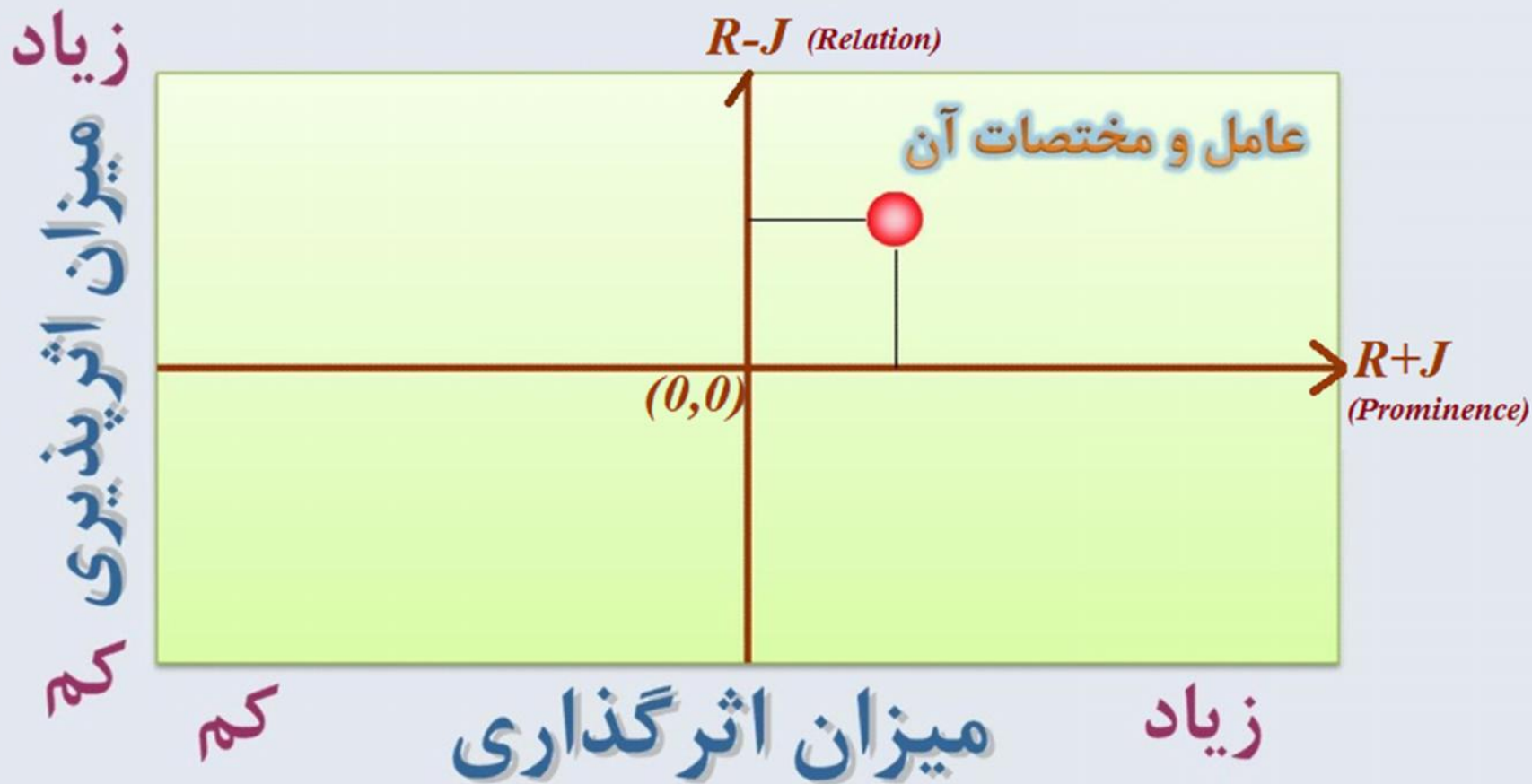


گام هفتم: ادامه

بنابراین نمودار علی می تواند بر اساس ترسیم زوج مرتب های $(R+J, R-J)$ به دست آید که درون بینی با ارزشی برای تصمیم گیری فراهم می کند.

برای اینکار یک دستگاه مختصات دکارتی با محور طولی $R+J$ و محور عرضی $R-J$ رسم می شود که در آن **موقعیت هر عامل** با نقطه ای به مختصات $(R+J, R-J)$ تعیین می گردد.

نمودار علی (اثرگذاری-اثرپذیری) و نحوه
نمایش عوامل





گام هشتم: مشخص نمودن سلسله مراتب یا ساختار ممکن معیارها

در این گام با مرتب کردن عوامل براساس مقادیر R و J و $R+J$ و $R-J$ حاصله از ماتریس S می توان یک ساختار و رتبه بندی ممکن از عوامل، به دست آورد.



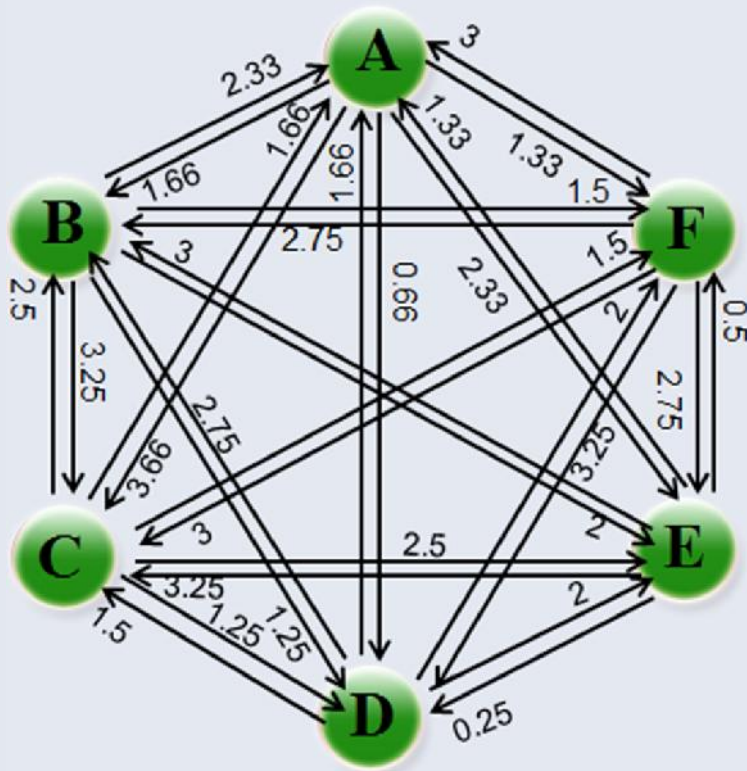
گام نهم: رسم نقشه روابط شبکه

همچنین یک نقشه روابط شبکه (*NRM: Network Relationships Map*) بین عوامل قابل رسم است. جهت رسم *NRM* باید ارزش آستانه روابط از طریق میانگین مقادیر ماتریس S محاسبه شود. با این کار می‌توان از روابط جزئی (تمامی روابط با مقدار کوچکتر از آستانه در ماتریس S) صرف‌نظر کرده و مقدار آنها را صفر نمود یعنی آن رابطه را علی در نظر نگرفت. و شبکه روابط قابل اعتنا (روابطی که مقادیر آنها در ماتریس S از مقدار آستانه بزرگتر باشد) را ترسیم کرد.

مثال:

فرض کنید دیاگراف روابط مستقیم ۶ عامل A و B و C و D و E و D به صورت زیر باشد. تکنیک *DEMATEL* را گام به گام روی آن اعمال

کرده و سلسله مراتب آنها را مشخص کنید





حل مثال: ماتریس روابط مستقیم

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1.66 & 3.66 & 0.66 & 2.33 & 1.33 \\ 2.33 & 0 & 3.25 & 1.25 & 2 & 1.5 \\ 1.66 & 2.5 & 0 & 1.25 & 2.5 & 1.5 \\ 1.66 & 2.75 & 1.5 & 0 & 2 & 2 \\ 1.33 & 3 & 3.25 & 0.25 & 0 & 0.5 \\ 3 & 2.75 & 3 & 3.25 & 2.75 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

جمع
سطری

⇒	9.64
⇒	10.33
⇒	9.41
⇒	9.91
⇒	8.33
⇒	14.75 max

$$r = \frac{1}{14.75} = 0.0678$$



حل مثال: نرمال سازی ماتریس M

$$N = \alpha \cdot M = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.1125 & 0.248 & 0.045 & 0.158 & 0.09 \\ 0.158 & 0 & 0.22 & 0.085 & 0.135 & 0.1 \\ 0.112 & 0.17 & 0 & 0.85 & 0.17 & 0.1 \\ 0.112 & 0.186 & 0.1 & 0 & 0.135 & 0.135 \\ 0.09 & 0.2 & 0.22 & 0.017 & 0 & 0.034 \\ 0.2 & 0.186 & 0.2 & 0.22 & 0.186 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$



حل مثال: محاسبه ماتریس معکوسه

$$(I - N)^{-1} = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1.4643 & 0.7068 & 0.8530 & 0.9596 & 0.6833 & 0.4406 \\ 0.6194 & 1.6252 & 0.8549 & 1.0062 & 0.6845 & 0.4629 \\ 0.8926 & 1.1867 & 2.0697 & 2.0774 & 1.0680 & 0.7227 \\ 0.5420 & 0.7249 & 0.7029 & 1.7943 & 0.6299 & 0.4552 \\ 0.4883 & 0.6950 & 0.7502 & 0.8208 & 1.4743 & 0.3494 \\ 0.7967 & 0.9697 & 1.0378 & 1.3420 & 0.8904 & 1.4839 \end{pmatrix} \end{matrix}$$



حل مثال: محاسبه ماتریس روابط کل

$$S = N(I - N)^{-1} = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F \end{matrix} & \text{جمع سطری: R} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.646 & 0.7068 & 0.853 & 0.9596 & 0.6833 & 0.4406 & 4.1 \\ 0.6194 & 0.6252 & 0.8549 & 1.0062 & 0.6845 & 0.4629 & 4.25 \\ 0.8926 & 1.1867 & 1.0697 & 2.0774 & 1.068 & 0.7227 & 7.00 \\ 0.542 & 0.7249 & 0.7029 & 0.7943 & 0.6299 & 0.4552 & 3.85 \\ 0.4883 & 0.695 & 0.753 & 0.8208 & 0.4743 & 0.3494 & 3.58 \\ 0.7967 & 0.9697 & 1.0378 & 1.342 & 0.8904 & 0.4839 & 5.25 \\ \text{جمع ستونی: J} & \begin{pmatrix} 3.8 & 4.9 & 5.27 & 7.1 & 4.43 & 2.91 \end{pmatrix} & \end{matrix}$$



حل مثال: محاسبه شدت ممکن از روابط غیر مستقیم

$$T = N^2 (I - N)^{-1} = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.464 & 0.59 & 0.6 & 0.91 & 0.525 & 0.35 \\ 0.46 & 0.625 & 0.63 & 0.92 & 0.55 & 0.36 \\ 0.78 & 1.00 & 1.07 & 1.22 & 0.9 & 0.62 \\ 0.43 & 0.54 & 0.6 & 0.8 & 0.5 & 0.32 \\ 0.4 & 0.5 & 0.53 & 0.8 & 0.47 & 0.315 \\ 0.6 & 0.78 & 0.84 & 1.12 & 0.7 & 0.48 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

در این ماتریس مشاهده می شود که همه درایه های قطر اصلی غیر صفر هستند بدان معنی که این عناصر بر خود نیز تاثیر می گذارند لذا با رسم دیاگرام روابط غیرمستقیم توأم با شدت نسبی ملاحظه می گردد که همه عناصر دارای "حلقه" به خود هستند.



حل مثال: تعیین میزان تاثیرگذاری و تاثیر پذیری عوامل

R	ترتیب واقع شدن عوامل در محور افقی
7.00	C
5.52	F
4.25	B
4.1	A
3.85	D
3.58	E

J	ترتیب واقع شدن عوامل در محور افقی
7.1	D
5.27	C
4.9	B
4.43	E
3.8	A
2.91	F

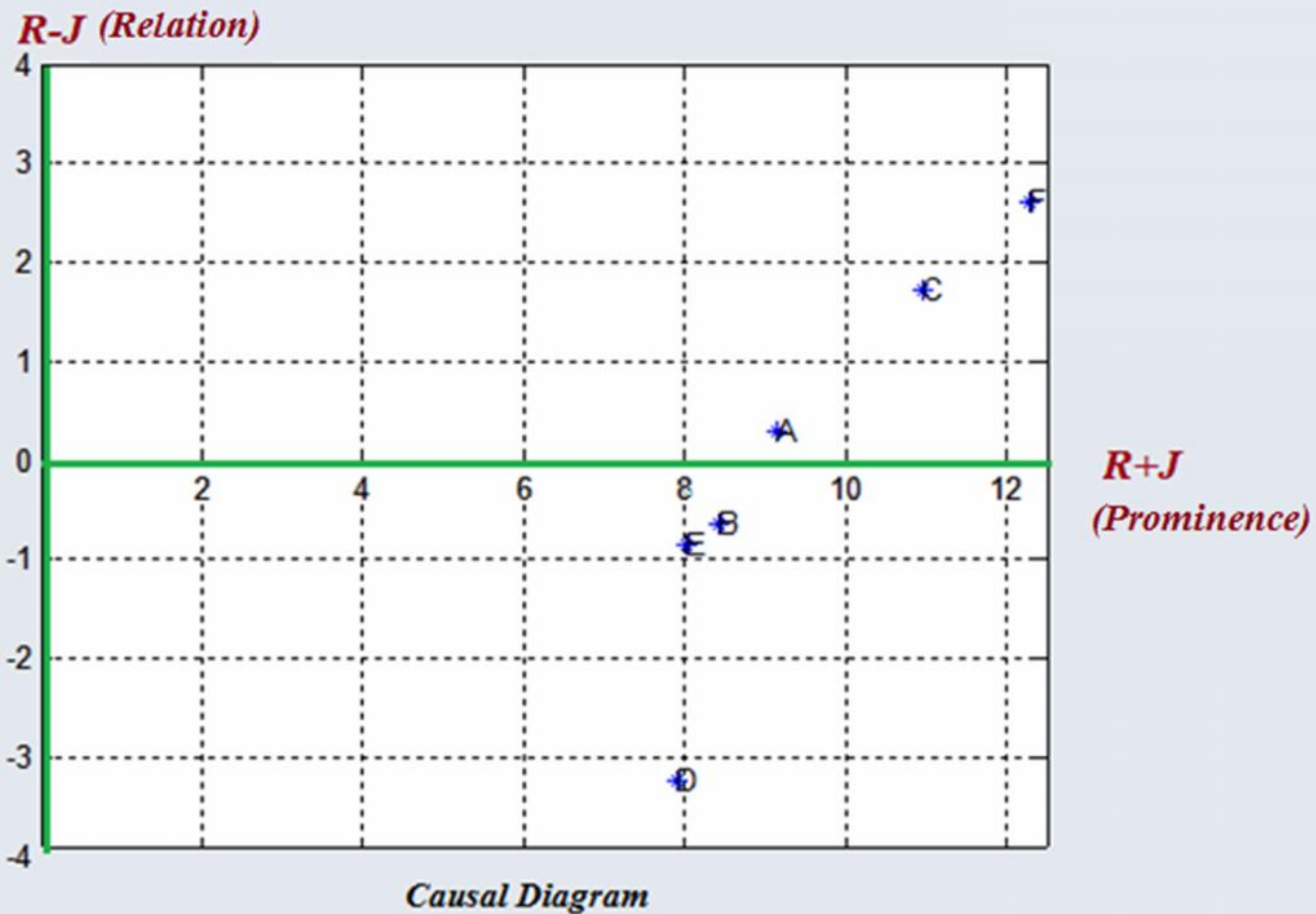


حل مثال: تعیین میزان تاثیرگذاری و تاثیر پذیری عوامل

R+J	ترتیب واقع شدن عوامل در محور افقی
12.27	C
10.95	D
9.15	B
8.43	F
8.01	E
7.9	A

R-J	ترتیب واقع شدن عوامل در محور افقی
+2.61	F
+1.73	C
+0.3	A
-0.65	B
-0.85	E
-3.25	D

حل مثال: رسم نمودار علی





حل مثال: سلسله مراتب نهایی معیارها

عنصر F در این ساختار به طور قطع تاثیرگذارترین عامل بر مجموع سیستم است و عوامل دیگر به ترتیب به لحاظ ازدیاد تاثیرگذاری و کاهش تاثیر پذیری C, A, B, E, D هستند.

