روش فرا ابتکاری (سیم انپ)[1] برای حل مسایل شبکه‌ای

علی محمد احمدوند[2]
بهروز فرهاد زارع[3]

تاریخ دریافت: 90/11/2 تاریخ پذیرش: 91/2/10

چکیده

تصمیم گیری بخش مهمی از مدیریت است و برخی آن را شالوده عمل مدیران می نامند. تصمیم گیری در سطح راهبردی از اهمیت وافری برخوردار می باشد به همین دلیل برای کمک به مدیران، استراتژی ها، مدل ها و روشهای مختلفی در زمینه تصمیم گیری توسعه یافته‌اند که تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)[4] از جمله آنها می باشد. در بیشتر مسایل واقعی انواع مختلف وابستگی‌ها بین عناصر موجود در مسئله از جمله وابستگی بین معیارهای تصمیم گیری وجود دارد به همین دلیل فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)[5] که قادر به اعمال کلیه وابستگی های عناصر موجود در مسئله می باشد برای پاسخگویی به این نیاز مطرح شده است. روش ANP به دلیل پیچیدگی و زمان بر بودن و لزوم استفاده از نرم افزار حتی برای مسایل ساده در موارد کاری با حوصله کم و سرعت بالا همچو مسایل واقعی که استراتژیست‌ها با آن روبرو هستند کمتر مورد استقبال قرار می گیرد و روش AHP به دلیل سادگی فرایند در رسیدن به نتیجه گیری، بیشتر از ANP مورد استقبال استراتژیست‌ها قرار گرفته ولی این روش قادر به اعمال وابستگی معیارها به یکدیگر نمی باشد که در بسیاری از موارد به دلیل انتخاب استراتژی نامناسب منجر به نتیجه گیری غیرمنطقی و اشتباه و در نهایت سبب هدر رفت سرمایه و فرصت می‌شود. هدف از این مقاله ارائه روش فرا ابتکاری به نام SIMANP می باشد که با طرز کار ساده، سرعت، دقت بالا، در زمان کوتاه و بدون نیاز به نرم افزار، به حل مسایل شبکه‌ای می‌پردازد و استراتژیست‌ها و مدیران

---

1. SIMANP

2- دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه امام حسین(ع) A.ahmadvan@eyc.ac.ir
3- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه امام حسین (ع) B.Farhadzare@yahoo.com

4. Multi Criteria Decision Making
5. Analytic Network Process

Archive of SID
www.SID.ir

استراتژی را که نیاز به نتیجه گیری دقیق و در عین حال ساده و سریع دارند را از مزایای روش ANP نسبت به AHP بهره مند سازد.

واژگان کلیدی: روش فرا ابتکاری، ANP، فرایند سلسله مراتبی، استراتژی.

مقدمه

بقا و حیات یک سازمان منوط به تصمیم گیری صحیح در مواجه با فرصت‌ها و تهدیدات موجود در محیط بیرونی سازمان می‌باشد و مسئولیت تصمیمات استراتژیک همیشه بر عهده استراتژیست‌ها می‌باشد. از آنجایی که هیچ سازمانی نمی‌تواند منابع نامحدود داشته باشد استراتژیست‌ها باید در این مورد که کدام یک از استراتژی‌های مختلف می توانند بیشترین منفعت را به سازمان برسانند، تصمیم‌گیری نمایند. مدیریت استراتژیک به سازمان این امکان را می‌دهد برای شکل دادن به آینده خود به صورت انفعالی عمل نکند و سازمان دارای ابتکار عمل باشد و به بیان ساده استراتژی های بهتری را تدوین نماید (1). "Fre99" و انتخاب استراتژی با اولویت بالاتر کلید تصمیم گیری اثر بخش برای بقا و حیات یک سازمان می‌باشد (2). بنابراین امروزه مدیریت استراتژیک به نحو گسترده‌ای توسط بنگاه‌های دولتی و خصوصی در برابر هجوم بی‌امان رقابت بازار و تغییرات محیطی و سایر عوامل استفاده می‌شود (3).

به منظور برخورد اثربخش با همه این عوامل که بر توانایی شرکت در رشد سودآور آن تأثیر دارند مدیران به برنامه‌ریزی استراتژیک روی می‌آورند. از آنجایی که اصلی ترین مؤلفه در حوزه مدیریت استراتژیک تصمیم گیری با در نظر گرفتن همزمان ملاحظات چندگانه می‌باشد لذا فنون و مدل‌های تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM) بیشترین میزان استفاده را درمدیریت استراتژیک به خود اختصاص داده‌اند.گفتنی است این تکنیک‌ها زمانی استراتژیست ها را در تصمیم گیری اثربخش یاری خواهند کرد که دارای دو شرط باشند: 1)منطق حاکم بر تکنیک با ماهیت مسئله همخوانی داشته باشد 2)تمام معیارهای مؤثر در فرایند تصمیم گیری در نظر گرفته شود.

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از پرکاربردترین و مشهورترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی در سال 1980 برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی ارائه گردید (4). AHP بر مبنای مقایسات زوجی بنا نهاده شده که قضاوت‌ها و محاسبات را تسهیل می نماید، همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد و بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است به همین دلیل بیشتر مورد استقبال قرار گرفته است (4). این روش می تواند معیارهای کیفی و هم کمی را برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم لحاظ کند (5). نرم افزارهای پشتیبان متعددی برای AHP توسعه داده شده‌اند از جمله اکسپرت چویس[1]، کرایتریوم[2]، هایپر3[3] و رمبراند[4] (6) که مطرح ترین آنها نرم افزار Expert choice است که توسط ساعتی و همکارانش ایجاد شده است (7). این روش یک محدودیت اساسی دارد و آن این است که تنها وابستگی گزینه‌ها به معیارها را اعمال می‌کند و سایر وابستگی‌های احتمالی از جمله وابستگی معیارها به هم را نمی‌بیند (8). اما می‌دانیم در دنیای برنامه‌ریزی استراتژی این فرض، فرض منطقی نیست. فرض کنید در یک مسئله واقعی استراتژی‌های مختلف براساس چهار معیار: 1) نقاط قوت داخلی یک سازمان؛ 2)نقاط ضعف داخلی یک سازمان؛ 3) فرصت‌های خارجی به وجود آمده در خارج سازمان؛ 4) تهدیدهای به وجود آمده در خارج سازمان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. می‌توان گفت که یک سازمان زمانی می‌تواند از فرصت‌ها استفاده مناسب بنماید که دارای توانمندی‌ها و نقاط قوت درونی باشد زیرا در غیر این صورت فرصت‌ها یا از دست رفته و یا توسط رقبا مورد بهره برداری قرار می‌گیرند. پس در این نمونه معیارهای قوت درونی سازمان و فرصت‌های به وجود آمده در خارج سازمان به هم وابسته‌اند پس نتیجه گیری می‌کنیم که معیارهای موجود در این مسئله مستقل از یکدیگر نیستند و لذا با مفروضات AHP همخوانی ندارد و از آنجایی که اوزانی که AHP به گزینه‌ها اختصاص

1. Expert choice
2. criterium
3. HIPRE 3
4. REMBRANDT

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهد بدون در نظر گرفتن وابستگی بین معیارهاست در بسیاری موارد منجربه انتخاب استراتژی نامناسب می‌شود بنابراین به کارگیری رویکردی که وابستگی‌های احتمالی میان معیارها را در اندازه گیری دخالت دهد ضرورت می‌یابد (9).

فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) که توسط توماس ال ساعتی برای رفع محدودیت AHP معرفی شده است. به دنبال حل و رفع مشکلات و نواقص AHP مطرح شده است. در این روش ارتباطات پیچیده بین و میان عناصر تصمیم از طریق جایگزینی ساختار سلسله مراتبی با ساختار شبکه ای در نظر گرفته می‌شود. این روش در واقع حالت عمومی AHP و شکل گسترده تر آن می‌باشد که در آن مسایل با وابستگی متقابل و بازخورد را نیز می‌توان در نظر گرفت (10). به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از ANP به جای AHP در اغلب زمینه‌ها افزایش پیدا کرده است (11). برای تسهیل محاسبات ریاضی از نرم افزار Super Decision استفاده می‌گردد (13). از موارد کاربردهای اخیر ANP می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:1) انتخاب پروژه‌های سازمانی؛ 2) قرار دادن سریع منابع در بحث انتقال؛ 3)برنامه ریزی استراتژیک؛ 4) آنالیز استراتژی تصمیم گیری در کسب و کار الکترونیکی؛ 5) تعیین سیاست انرژی مناسب؛ 6) پیش بینی بحران های مالی (14). هدف از روش های فرا ابتکاری ارائه روش نوینی برای حل مسایل به گونه ای که منجر به سرعت، سهولت و یا رفع نواقص روش های پیشین است. این روش از منطق حاکم بر روش ANP برای حل مسایل شبکه‌ای استنباط شده است و بر خلاف پیچیدگی‌های روش ANP و زمانبر بودن محاسبات آن با استفاده از عملیات جبری ساده به حل مسایل شبکه‌ای می‌پردازد بنابراین این روش با طرز کار ساده و سرعت و دقت بالا و در زمان کوتاه و بدون نیاز به نرم افزار، به حل مسایل شبکه‌ای می‌پردازد و استراتژیست‌ها و مدیران استراتژی را که نیاز به نتیجه گیری دقیق و در عین حال ساده و سریع دارند را کمک کرده، آنان را از مزایای روش ANP نسبت به AHP بهره مند می‌سازد. نگارندگان این روش را به دلیل ساده‌سازی و سهولت بالا در رفع نواقص و پیچیدگی‌های ANP، روش ANP ساده یا SIMANP نامیده اند.

Archive of SID

www.SID.ir

توصیف روش SIMANP

روش SIMANP شامل مراحل زیر است که 5 گام اول آن همانند روش ANP ساعتی است (15).

1- ساخت مدل و تبدیل مسئله/موضوع به یک ساختار شبکه‌ای

ساخت مدل شامل مراحل زیر می باشد:

1- تعریف مسئله و هدف آن.

2- تعیین معیارها و گزینه‌های تصمیم گیری.

3- ترسیم ساختار شبکه‌ای که در آن گره‌ها به عنوان خوشه‌ها مطرح هستند

4- مشخص کردن وابستگی‌های بیرونی عناصر موجود در یک خوشه با یال‌های جهت‌دار وارد بر خوشه و وابستگی‌های درونی آنها با حلقه‌های موجود در خوشه مربوطه (16).

2- تشکیل ماتریس مقایسه دودویی و تعیین بردارهای اولویت

مقایسات زوجی را براساس تحلیل‌های ذهنی بین عناصر وابسته یک خوشه از لحاظ عنصر وابسته به آن که از همان خوشه یا خوشه دیگر است را انجام می دهیم و این مقایسات را برای همه خوشه‌ها تکرار می کنیم این مقایسات در ابتدا به صورت کیفی هستند سپس در یک مقیاس عددی (شامل 1 تا 9) کمی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1. مقدارعددی ترجیحات (قضاوت شخصی)

ترجیحات (قضاوت شخصی)	مقدار عددی
کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر	9
اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	7
کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر	5
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	3
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	1
ترجیحات بین فواصل فوق	8 و 6، 4، 2

سپس ماتریس‌های مقایسات زوجی را تشکیل می‌دهیم و وزن‌های نسبی عناصر همانند روش AHP سنجیده می‌شود.

3-محاسبه اندازه ناسازگاری ماتریس های مقایسات زوجی

در این گام، خطای ناشی از ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی محاسبه می‌شود. این خطا توسط نسبت معروف همانند AHP محاسبه می شود:

مقدارشاخص ناسازگاری (C.I.) را از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{C.R.} = \frac{\text{C.I.}}{\text{R.I.}} \qquad (۱)$$

برای قضاوت انفرادی از رابطه $\boldsymbol{C.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}}$ وبرای قضاوت گروهی از رابطه $\boldsymbol{C.I = \frac{\lambda_{max}}{n}}$ به دست می آید.

Archive of SID
www.SID.ir

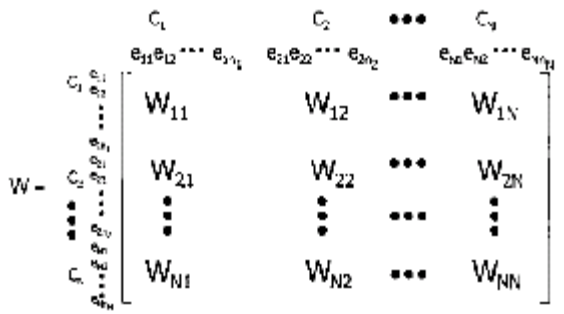
جدول 2. شاخص ناسازگاری تصادفی (19)

Average random consistency (RI)										
Size of matrix	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random consistency	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

اگر اندازه ناسازگاری ماتریسی از 0/1 کوچک‌تر باشد قضاوت‌ها قابل قبول است، اما اگر بزرگ تر از 0/1 باشد قضاوت قابل قبول نیست و بایست در آن تجدید نظر کرد.

4-تشکیل سوپرماتریس نامتوازن

درساختمان ابرماتریس هم گزینه ها هم معیارها و زیرمعیارهادرسطرها وستون‌ها آورده می‌شود و وزن‌های نسبی به دست آمده درماتریس‌های مقایسات زوجی در این ماتریس قرارمی‌گیرد و همچنین اگر عنصری دارای رابطه بازخوردی باخودش باشد مقدار 1در ارتباط باخودش در سوپر ماتریس نامتوازن می گیرد. شکل 1 ساختار کلی سوپرماتریس را نشان می‌دهد e_{ij}. عنصر j ام از خوشه i ام و w_{ik} ماتریس بلوکی است که نشان‌دهنده وزن برداریست که تحت تأثیر عنصر i ام خوشه درارتباط باخوشه k ام قرارگرفته است.



شکل 1. سوپرماتریس وزن دهی نشده (20)

Archive of SID

www.SID.ir

در صورت وابستگی بین خوشه ها ماتریس مقایسات زوجی خوشه ها را تشکیل می دهد و مانند روش AHP وزن‌های نسبی خوشه ها را به دست می‌آوریم و در ماتریسی به نام ماتریس خوشه ای[1] وارد می کنیم.

5-تشکیل سوپرماتریس موزون ($\hat{W}$)

در این مرحله سوپر ماتریس موزون($\hat{W}$) از طریق ضرب مقادیر سوپر ماتریس نا موزون در ماتریس خوشه‌ای و نرمالیزه کردن هر ستون سوپرماتریس ناموزون به دست می‌آید (10)

تمایز روش فرا ابتکاری (سیم انپ) در مراحل بعدی نمایان می گردد که عبارت است از:

6-می‌دانیم عناصر موجود در مسئله (e_{ij} ها) به دودسته زیرمعیارها و گزینه ها تقسیم می‌شوند

بنابر این اگر تعدادزیرمعیارها n تا از $c_n, \dots, c_2, c_1$ و تعداد گزینه‌ها m تا از $A_m, \dots, A_2, A_1$ باشد، سوپرماتریس وزن دهی شده به شکل زیر می‌باشد:

$$
\begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccccc} C_1 & C_2 & \cdots & C_n & A_1 & A_2 & \cdots & A_m \end{array} \\
\begin{bmatrix}
W_{C_1C_1} & W_{C_1C_2} & \cdots & W_{C_1C_n} & W_{C_1A_1} & W_{C_1A_2} & \cdots & W_{C_1A_m} \\
W_{C_2C_1} & W_{C_2C_2} & \cdots & W_{C_2C_n} & W_{C_2A_1} & W_{C_2A_2} & \cdots & W_{C_2A_m} \\
\vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\
W_{C_nC_1} & W_{C_nC_2} & \cdots & W_{C_nC_n} & W_{C_nA_1} & W_{C_nA_2} & \cdots & W_{C_nA_m} \\
W_{A_1C_1} & W_{A_1C_2} & \cdots & W_{A_1C_n} & W_{A_1A_1} & W_{A_1A_2} & \cdots & W_{A_1A_m} \\
W_{A_2C_1} & W_{A_2C_2} & \cdots & W_{A_2C_n} & W_{A_2A_1} & W_{A_2A_2} & \cdots & W_{A_2A_m} \\
\vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots & & \cdots & \vdots \\
W_{A_mC_1} & W_{A_mC_2} & & W_{A_mC_n} & W_{A_mA_1} & W_{A_mA_2} & \cdots & W_{A_mA_m}
\end{bmatrix}
\end{array}
$$

شکل 2. سوپر ماتریس وزن دهی شده($\hat{W}$)

$$
\begin{array}{c} \\ C \\ A \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cc} C & A \end{array} \\
\begin{bmatrix} W_{CC} & W_{CA} \\ W_{AC} & W_{AA} \end{bmatrix}
\end{array}
=
$$

1. Cluster matrix

Archive of SID
www.SID.ir

سوپرماتریس وزن دهی شده از 4 ماتریس زیر تشکیل شده است:

1- $\begin{matrix} C \\ C \end{matrix}\ [w_{CC}]$: ماتریس وزن های نسبی زیر معیارها از لحاظ زیر معیارها

2- $\begin{matrix} A \\ C \end{matrix}\ [w_{CA}]$: ماتریس وزن‌های نسبی زیر معیارها از لحاظ گزینه‌ها

3- $\begin{matrix} C \\ A \end{matrix}\ [w_{AC}]$: ماتریس وزن های نسبی گزینه ها از لحاظ زیر معیارها

4- $\begin{matrix} A \\ A \end{matrix}\ [w_{AA}]$: ماتریس وزن‌های نسبی گزینه‌ها از لحاظ گزینه‌ها

در این مرحله مقادیر $\mathbf{u_i}$ را به شکل زیر به دست می آوریم:

$$u_i = (w_{C_i C_1} + w_{C_i C_2} + \ldots + w_{C_i C_n}) + (w_{C_i A_1} + w_{C_i A_2} + \ldots + w_{C_i A_n}) \qquad (۲)$$

$$u_i = \sum_{j=1}^{n} w_{C_i C_j} + \sum_{j=1}^{m} w_{C_i A_j} \qquad i=1, \ldots, n$$

به بیان ساده u_i برابر جمع وزن های نسبی معیار c_i از لحاظ معیارها و گزینه‌ها از سوپر ماتریس وزن دهی شده می‌باشد. بعد از به دست آوردن u_iها، $\vec{u}$ را تشکیل می دهیم.

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}$$

و $\overrightarrow{u'}$ را از نرمالیزه کردن درصدی $\vec{u}$ به دست می آوریم.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} u_1' = \frac{u_1}{u_1+..+u_n} \\ u_2' = \frac{u_2}{u_1+..+u_n} \\ \vdots \\ u_n' = \frac{u_n}{u_1+..+u_n} \end{bmatrix} \quad (٤)$$

7- در این مرحله $\vec{L}$ را به صورت زیر به دست می آوریم .

$$(5)\quad {}_{A}\,[w_{AC}]^{C} \times \vec{u} = \vec{L}_{m\times 1}$$

8- مقادیر s_i را از ماتریس وزن های نسبی گزینه‌ها از لحاظ گزینه ها به شکل زیر به دست می آوریم:

$$(6)\quad s_i = \sum_{j=1}^{m} w_{A_iA_j} \times \sum_{j=1}^{m} w_{A_jA_i} \quad i=1, \dots, m$$

$$A\,[w_{AA}] = \begin{matrix} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{matrix} \begin{matrix} A_1 & A_2 & \cdots & A_m \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} w_{A_1A_1} & w_{A_1A_2} & \cdots & w_{A_1A_m} \\ w_{A_2A_1} & w_{A_2A_2} & \cdots & w_{A_2A_m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_{A_mA_1} & w_{A_mA_2} & \cdots & w_{A_mA_m} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

شکل 3. وزن‌های نسبی گزینه‌ها از لحاظ گزینه‌ها

$w_{A_iA_j}$: وزن نسبی گزینه A_i از لحاظ A_j

$w_{A_jA_i}$: وزن نسبی گزینه A_j از لحاظ A_i

Archive of SID
www.SID.ir

سپس بعد از به دست آوردن s_i ها $\vec{S}_{m\times1}=\begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_m \end{bmatrix}$ را تشکیل می دهیم.

9- $\vec{N}_{m\times1}$ را از جمع دو بردار به دست آمده از مراحل 8 و 9 به دست می‌آوریم.

$$\vec{N}_{m\times1} = \vec{L}_{m\times1} + \vec{S}_{m\times1} \quad (7)$$

حال با نرمالیزه کردن $\vec{N}$ به روش در صدی، $\vec{N}$ به دست آمده که وزن نهایی نسبی گزینه ها می‌باشد.

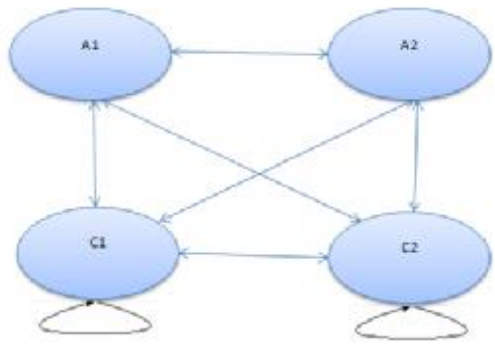
برای درک بهتر روش فرا ابتکاری یک مثال ساده طراحی شده و فرایند روش فرا ابتکاری برای حل مسایل شبکه ای روی این مثال پیاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مثال:

مرحله 1:



شکل 4. ساختار شبکه‌ای مسئله

مرحله 2: تشکیل ماتریس مقایسه دودویی و تعیین بردارهای اولویت

$$\begin{array}{ccc} C_1 & A_1 & A_2 \\ A_1 & 1 & 2 \\ A_2 & \frac{1}{2} & 1 \end{array} \xrightarrow{w} \begin{array}{cc} C_1 & \\ A_1 & \frac{2}{3} \\ A_2 & \frac{1}{3} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} C_2 & A_1 & A_2 \\ A_1 & 1 & \frac{1}{2} \\ A_2 & 2 & 1 \end{array} \xrightarrow{w} \begin{array}{cc} C_2 & \\ A_1 & \frac{1}{3} \\ A_2 & \frac{2}{3} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} A_1 & C_1 & C_2 \\ C_1 & 1 & 5 \\ C_2 & \frac{1}{5} & 1 \end{array} \xrightarrow{w} \begin{array}{cc} A_1 & \\ C_1 & \frac{5}{6} \\ C_2 & \frac{1}{6} \end{array}$$

Archive of SID
www.SID.ir

$$\begin{matrix} A_2 & C_1 & C_2 \\ C_1 \\ C_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 20 \\ \frac{1}{20} & 1 \end{bmatrix} \overset{w}{\Rightarrow} \begin{matrix} A_2 \\ C_1 \\ C_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} \frac{20}{21} \\ \frac{1}{21} \end{bmatrix}$$

مرحله 3: محاسبه اندازه ناسازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی باتوجه به اینکه همه ماتریس های مقایسات زوجی سازگار می باشند $\frac{w_I}{w_J}=a_{IJ}$ بنابراین نرخ ناسازگاری برای هریک از ماتریس‌ها صفر می باشد.

مرحله 4: تشکیل سوپر ماتریس نامتوازن:

$$\begin{matrix} & c_1 & c_2 & A_1 & A_2 \\ c_1 \\ c_2 \\ A_1 \\ A_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} & & \frac{5}{6} & \frac{20}{21} \\ 1 & 1 & & \\ 1 & 1 & \frac{1}{6} & \frac{1}{21} \\ \frac{2}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 1 \\ \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

مرحله 5 : تشکیل سوپر ماتریس متوازن($\hat{W}$):

$$\begin{matrix} & c_1 & c_2 & A_1 & A_2 \\ c_1 \\ c_2 \\ A_1 \\ A_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{5}{12} & \frac{10}{21} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{12} & \frac{1}{42} \\ \frac{2}{9} & \frac{1}{9} & 0 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{9} & \frac{2}{9} & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix}$$

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله 6: به دست آوردن $\vec{u}$:

$$(8)u_i = \sum_{j=1}^{n} w_{C_i C_j} + \sum_{j=1}^{m} w_{C_i A_j} \quad i=1, \dots, n$$

$$u_1 = \left(w_{C_1 C_1} + w_{C_1 C_2}\right) + \left(w_{C_1 A_1} + w_{C_1 A_2}\right)$$

$$u_1 = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{5}{12} + \frac{10}{21}\right) \Longrightarrow u_1 = \frac{131}{84}$$

$$u_2 = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{11}{12} + \frac{1}{42}\right) \Longrightarrow u_2 = \frac{65}{84}$$

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \Longrightarrow \vec{u} = \begin{bmatrix} \frac{131}{84} \\ \frac{65}{84} \end{bmatrix}$$

$$\vec{w} = \begin{bmatrix} \frac{\frac{131}{84}}{\frac{131}{84} + \frac{65}{84}} \\ \frac{\frac{65}{84}}{\frac{131}{84} + \frac{65}{84}} \end{bmatrix} \Longrightarrow \vec{w} = \begin{bmatrix} \frac{131}{196} \\ \frac{65}{196} \end{bmatrix}$$

مرحله 7: به دست آوردن $\vec{L}$:

$$(9)\vec{L} = A\begin{bmatrix} C \\ W_{AC} \end{bmatrix} \times \vec{u}$$

$$\Longrightarrow \vec{L} = \begin{matrix} \\ A_1 \\ A_2 \end{matrix} \begin{matrix} \begin{matrix} C_1 & C_2 \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} \frac{2}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{2}{9} \end{bmatrix} \end{matrix} \times \begin{bmatrix} \frac{131}{196} \\ \frac{65}{196} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{105}{588} \\ \frac{29}{196} \end{bmatrix}$$

مرحله 8: به دست آوردن $\vec{S}$:

$$(10)s_i = \sum_{j=1}^{m} w_{A_i A_j} \times \sum_{j=1}^{m} w_{A_j A_i}$$

Archive of SID
www.SID.ir

$$s_i = \left(w_{A_iA_1} + w_{A_iA_2} + \cdots + w_{A_iA_m}\right) \times \left(w_{A_1A_i} + w_{A_2A_i} + \cdots + w_{A_mA_i}\right)$$

$$s_1 = \left(w_{A_1A_1} + w_{A_1A_2}\right) \times \left(w_{A_1A_1} + w_{A_2A_1}\right) s_1 = \left(0 + \frac{1}{2}\right) \times \left(0 + \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$$

$$s_2 = \frac{1}{4}$$

$$\vec{S} = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} \end{bmatrix}$$

مرحله 9: به دست آوردن $\vec{N}$:

$$\vec{N} = \vec{L} + \vec{S} \implies \vec{N} = \begin{bmatrix} \frac{105}{588} \\ \frac{29}{196} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3}{7} \\ \frac{39}{98} \end{bmatrix}$$

$$\vec{N'} = \begin{bmatrix} \frac{14}{27} \\ \frac{13}{27} \end{bmatrix} \implies w_{A_1} = \frac{14}{27} \ , w_{A_2} = \frac{13}{27}$$

نتایج

اعمال روش فرا ابتکاری (سیم انت) و مقایسه با روش‌های پیشین:

در این مرحله با مقایسه نتیجه به دست آمده از روش SIMANP با روش ANP با استفاده از نرم افزار Super Decision مشاهده می‌گردد که بدون استفاده از نرم افزار نتایج حاصل از روش SIMANP از دقت بالایی برخوردار می‌باشد. برای اثبات دقت SIMANP مثال‌هایی ساده تا پیچیده به نوعی در نرم افزار Super Decision و کتاب ها و مقالات معتبر حل شده با جواب‌های حاصله از روش SIMANP مقایسه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3. نتایج مثال حل شده

	C1	C2	A1	A2
C1	0.333333	0.333333	0.4167	0.476195
C2	0.333333	0.333333	0.0833	0.0238
A1	0.222222	0.111111	0	0.500005
A2	0.111111	0.222222	0.5	0

مقادیر ماتریس LIMIT	مقادیر نرمالیزه شده LIMIT	روش جدید	اختلاف
0.205796	0.514488714	0.518518519	0.003692
0.194205	0.485511286	0.481481481	0.004031
A1			
A2			

مثال هایی از Sample Models نرم افزار Super Decision

جدول 4. مثال big berger

سئله Big berger	مقادیر نرمالیزه شده ANP	روش جدید	اختلاف
1 McDonalds	0.633944307	0.639295812	0.005351504
2 Burger King	0.232860416	0.205895464	0.026964952
3 Wendy's	0.133195277	0.154808724	0.021613447

جدول 5. مثال hamberger

مسئلهhamberger	مقادیر نرمالیزه شدهANP	روش جدید	اختلاف
1 McDonald's	0.554875398	0.57524277	0.02036738
2 Burger King	0.280166792	0.27165267	0.00851412
3 Wendy's	0.16495781	0.15310456	0.01185325

جدول 6. مثال Mkt Share Beer

مسئلهMkt Share Beer	نرمالیزه شدهanp	روش جدید	اختلاف
Cheap Brew	0.610491192	0.575561	0.034930184
Microbrew & Imports	0.159261985	0.185845	0.026583258
Premium	0.230246823	0.238594	0.008346927

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 7. مثال Mkt Share Cereal Industry

Mkt Share Cereal Industry	نرمالیزه شده anp	روش جدید	اختلاف
1Kellogg	0.323901	0.306198	0.017703
2General Mills	0.254814	0.263237	0.008424
3Post	0.147101	0.146595	0.000506
4Quaker	0.116246	0.119938	0.003691
5Nabisco	0.071309	0.072956	0.001648
6Ralston	0.086629	0.091076	0.004446

جدول 8. مثال Mkt Share Passenger Car

Mkt Share PassengerCar	روش ANP نرمالیزه شده	روش جدید	اختلاف
1American	0.53845613	0.600674	0.062218
2Asian	0.302565851	0.261273	0.041292
3European	0.158978019	0.138052	0.020926

جدول 9. مثال Mkt Share Walmart

Mkt Share Walmart	نرمالیزه شده ANP	روش جدید	اختلاف
1 Walmart	0.5985268	0.604731	0.00620397
2 KMart	0.247585823	0.247232	0.0003541
3 Target	0.153887377	0.148038	0.00584987

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 10. مثال طراحی شده

C5	C4	C3	C2	C1	A3	A2	A1	
0.081712	0.3655	0.163424	0.318491	0.039128	0.120352	0.048141	0	A1
0.269807	0.0405	0.539614	0.052363	0.358826	0.120352	0	0.048141	A2
0.148481	0.094	0.296961	0.129146	0.102545	0	0.192562	0.192562	A3
0.05	0.062495	0	0.125	0.125	0.231642	0.231642	0.077208	C1
0.2	0.187505	0	0.125	0.125	0.077214	0.077214	0.231648	C2
0	0	0	0	0	0.141575	0.141575	0.141575	C3
0.25	0	0	0.031258	0.083333	0.077211	0.077211	0.257388	C4
0	0.25	0	0.218742	0.166667	0.231655	0.231655	0.051478	C5

اختلاف	روش جدید	مقادیر نرمالیزه شده LIMIT	مقادیر ماتریس LIMIT	
0.000543	0.317255	0.31779798	0.133696	A1
0.002354	0.362409	0.360054196	0.151473	A2
0.001811	0.320337	0.322147871	0.135526	A3

جدول 11. مثال طراحی شده

C5	C4	C3	C2	C1	A3	A2	A1	
0.081712	0.3655	0.163424	0.318491	0.039128	0.120352	0.02407	0.120352	A1
0.269807	0.0405	0.539614	0.052363	0.358826	0.120352	0.120352	0.02407	A2
0.148481	0.094	0.296961	0.129146	0.102545	0	0.096281	0.096281	A3
0.05	0.062495	0	0.125	0.125	0.231642	0.231642	0.077208	C1
0.2	0.187505	0	0.125	0.125	0.077214	0.077214	0.231648	C2
0	0	0	0	0	0.141575	0.141575	0.141575	C3
0.25	0	0	0.031258	0.083333	0.077211	0.077211	0.257388	C4
0	0.25	0	0.218742	0.166667	0.231655	0.231655	0.051478	C5

اختلاف	روش جدید	مقادیر نرمالیزه شده LIMIT	مقادیر ماتریس LIMIT	
0.0024871	0.3492894	0.346802315	0.145898	A1
0.0037701	0.394113	0.390672578	0.164351	A2
0.0062563	0.2562688	0.262525107	0.110443	A3

جدول 12. مثال طراحی شده

www.SID.ir

C5	C4	C3	C2	C1	A3	A2	A1	
0.081712	0.365321	0.163424	0.318491	0.039128	0.080234	0.048141	0.058353	A1
0.269807	0.040479	0.539614	0.052363	0.358326	0.080234	0	0.036471	A2
0.148481	0.0942	0.296961	0.129146	0.102545	0.080234	0.192562	0.14588	A3
0.05	0.062495	0	0.25	0	0.231642	0.231642	0.077208	C1
0.2	0.187505	0	0	0.25	0.077214	0.077214	0.231648	C2
0	0	0	0	0	0.141575	0.141575	0.141575	C3
0.25	0	0	0.031258	0.083333	0.077211	0.077211	0.257388	C4
0	0.25	0	0.218742	0.166667	0.231655	0.231655	0.051478	C5

اختلاف	روش جدید	مقادیر نرمالیزه شده LIMIT	مقادیر ماتریس LIMIT	
2.168351e-05	0.3233226	0.323344283	0.136029	A1
0.000286288	0.3451783	0.344892012	0.145094	A2
0.000264605	0.3314991	0.331763705	0.139571	A3

جدول 13. مثال طراحی شده

C5	C4	C3	C2	C1	A3	A2	A1	
0.081712	0.3655	0.163424	0.318491	0.039128	0.060176	0.02407	0.120352	A1
0.269807	0.0405	0.539614	0.052363	0.358326	0.060176	0.120352	0.02407	A2
0.148481	0.094	0.296961	0.129146	0.102545	0.120352	0.096281	0.096281	A3
0.05	0.062495	0	0.125	0.125	0.231642	0.231642	0.077208	C1
0.2	0.187505	0	0.125	0.125	0.077214	0.077214	0.231648	C2
0	0	0	0	0	0.141575	0.141575	0.141575	C3
0.25	0	0	0.031258	0.083333	0.077211	0.077211	0.257388	C4
0	0.25	0	0.218742	0.166667	0.231655	0.231655	0.051478	C5

اختلاف	روش جدید	مقادیر وزن نهایی شده LIMIT	مقادیر ماتریس LIMIT	
0.0002596	0.3292676	0.329008	0.138412	A1
0.001609	0.3744211	0.3760301	0.158191	A2
0.0013494	0.2963113	0.294961908	0.124089	A3

مثال حل شده در کتاب مرجع (21)

www.SID.ir

	روش ANP	روش جدید	اختلاف
ITF	0.474	0.47625	2.25*10-3
LF	0.04	0.043825	3.825*10-3
MF	0.21	0.2055	4.45*10-3
PDF	0.264	0.26375	2.25*10-4
SF	0.012	0.01065	1.375*10-3

بحث و نتیجه گیری

روش ANP یک روش تقریبی برای حل مسایل شبکه ای به دلایل زیر می باشد:

1- در مباحث ریاضی زمانی که مقدار تابع f(x) در نقطه x=a نامعلوم و در واقع مبهم باشد با استفاده از حد تابع f(x) در نقطه a $\lim_{x\to a} f(x)$ مقدار تقریبی تابع f(x) در نقطه x=a را به دست می آوریم.

درروش ANP نیز از مفهوم حد، برای به دست آوردن وزن نهایی عناصر استفاده می کنیم یعنی اگر $\hat{W}$ سوپر ماتریس وزن دهی شده باشد وزن نهایی عناصر برابر $\hat{w} = \lim_{k\to\infty} \hat{w}^k$ است با [22] بنابراین وزن های نهایی به دست آمده در روش ANP برای عناصر مقدار واقعی آنها نمی باشد.

2- در مباحث ریاضی هنگامی که حد تابع در نقطه a نامعلوم بود از روش‌های دیگری برای به دست آوردن مقدار تقریبی تابع f(x) در نقطه a استفاده می‌کنیم و روش ANP نیز چون از مفهوم حد استفاده می کند از این قاعده مستثنا نیست یعنی امکان دارد حد سوپر ماتریس وزن دهی شده($\hat{W}$)وجود نداشته باشد یعنی اگردر سطری به همگرایی نرسیم در این حالت از میانگین حسابی برای سطری که به همگرایی نرسیده است، استفاده می‌کنیم. $\hat{w}_{i,1}^{\infty} = \lim_{k\to\infty} \left(\frac{1}{m+n}\right) \sum_{j=1}^{m+n} w_{ij,1}^{k}$ (23).

Archive of SID
www.SID.ir

حالا با توجه به فرآیند روش فرا ابتکاری SIMANP و دقت نشان داده شده این روش در محاسبه وزن نهایی عناصر در بخش نتایج و همچنین تقریبی بودن روش ANP در حل مسایل شبکه‌ای به دلیل استفاده از حد برای به دست آوردن وزن نهایی عناصر روش فرا ابتکاری SIMANP با توجه به سادگی و کوتاهی مراحل و همچنین دقت بالا و سرعت بالا در به دست آوردن وزن نهایی عناصر می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش ANP در حل مسایل شبکه‌ای باشد.

منابع

David Fred R., *Strategic Managment*., 1999.

Myles Munroe, *The Principles and Power of Vision*., 2003.

John Pearce and Richard Robinson, *Strategic Management*.: McGraw-Hill/Irwin, 2008.

Saaty TL, *The analytic hierarchy process*. new york: McGraw-Hill, 1980.

Thomas L. Saaty, *Decision Making for Leaders*.: RWS Publications, 2008.

David Olsen, *Multiple Criteria Decision Making Methods*.

Ernest, H., Saaty, T., Selly, Mary, A., Waldron, R. Forman, *Expert Choice 1982–2000*. Pittsburgh, USA: Decision Support Software Inc., 2000.

Ram K. Shrestha and Janaki R.R, *Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an pplication of SWOT–AHP method*. Alavalapati: Agricultural Systems, 2004.

Ihsan Yu¨ksel and Metin Dagdeviren, *Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis-A case study for a textile firm*.: Information Sciences, 2007.

T. L. Saaty, *Fundamentals of the Analytic Network Process*. Kobe, Japan: Proceedings of ISAHP 1999, 1999.

S. and Shankar, R Jharkharia, *Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP)*.: Omega, 2007.

Thomas L.Saaty, *The analytic network process*., 2005.

Thomas L.Saaty, *Decision making in complex environments*.: Super decisions, 2003.

Aida Smith and Perea, *A project strategic index proposal for portfolio selection in electrical company based on analytic network process*., 2010.

Carlucci and Schiuma, "Applying the analytic network process to disclose knowledge assets value creation dynamics," vol. 36, no. 4, 2008.

Thomas L.Saaty, *Decision making with the analytic hierarchy process*., 2008.

T.L. Saaty, *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process.* Pittsburgh: RWS Publications, 1996.

T. L Saaty, *The analytic network process*. Pittsburgh: RWS Publications, 2001.

Archive of SID

www.SID.ir

Al Harbi Kamal Al subhi, *Application of the AHP in project management*., 1999.
Thomas L. Saaty and Luis G. Vargas, *DECISION MAKING WITH THE ANALYTIC NETWORK PROCESS*., 2006.
Subhash Wadhwa, Madhawanand Mishra, and Avneet Saxena,.: Springer Science+Business Media, 2008, pp. 432-433.
L.G. Vargas T.L. Saaty, "Diagnosis with dependent symptoms: Bayes theorem and the analytic network process," *Operations Research*, vol. 46, pp. 491-592, 1988.
G.H. Tzeng R Yu, *Applied Mathematics and Computation*., 2006, pp. 63–75.

Archive of SID
www.SID.ir