دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال ششم، شماره بیست و پنجم، مرداد و شهریور ۱۳۹۹
شماره شاپا: ۵۸۸X-۲۵۸۸

پژوهش‌های نوین در ریاضی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

ارایه روشی برای AHP فازی با اعمال اصل گسترش"زاده"

محمدعلی جهان تیغی[۱]*، رضا کارگر[۲]

(۱) گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، زاهدان، ایران
(۲) گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قم، قم، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۹۷/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۰/۱۹

چکیده

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. این مدل با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل اهداف، معیارها و گزینه‌های احتمالی، فرآیند شناسایی این عناصر و ارتباط بین آنها در نهایت منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌شود. اما در بسیاری از موارد برخی و یا تمام داده‌های مساله تصمیم‌گیری فازی می‌باشند پس لازم است در چنین مسایل عدم قطعیت را در مدل تصمیم‌گیری لحاظ کرد. این مقاله می‌کوشد که نگاهی تازه به مقوله تحلیل سلسله مراتبی فازی داشته باشد این نگاه متاثر از ایرادهای وارد در روش‌های فازی و روش‌های تصمیم‌گیری گروهی نظیر دلفی است.

واژه‌های کلیدی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ماتریس فازی زوجی، اصل گسترش "زاده"، ژنتیک آلگوریتم، بهینه‌سازی |، منطق فازی.

* عهده‌دار مکاتبات
Email: Mohamadjahantig@yahoo.com

۱ – مقدمه

از آنجا که اتخاذ تصمیم صحیح وبه موقع می‌تواند تاثیر بسزایی در زندگی شخصی و اجتماعی انسان‌ها داشته باشد، ضرورت وجود تکنیک‌های قوی که بتواند انسان را در این زمینه یاری کند کاملاً محسوس می‌باشد. یکی از این کارآمدترین این تکنیک‌ها "فرایند سلسله مراتبی" (Analytically Hierarchy process) است که برای اولین بار وسط توماس ال ساعتی [1] مطرح شد. این تکنیک براساس مقایسه زوجی بنا شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و جامعی که دارد موجب نگارش مقالات متعددی در این زمینه شده است. دراین میان شخص ساعتی نقش ویژه‌ای [11 _ 2] را ایفا نموده است.

لکن از آنجا که در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره کلاسیک سعی می‌شود که تاثیر عوامل مختلف با استفاده از مفاهیم ریاضی محاسبه شود اما بیان بسیاری از مسایل با منطق کلاسیک ریاضیات سازگار نیست و همچنین عدم قطعیت و شرایط نامطئن همیشه در دنیای واقعی وجود داشته بنابراین با بسط نظریه فازی، روش AHP نیز با منطق فازی ترکیب شد که یانگ در [12] روش FAHP را بنا نهاد و دیگران [21 _ 13] به صورت کاربردی مقاله وی رابه کار بستند که البته عدم آشنایی یانگ [12] با مفاهیم عمیق فازی مثل اصل گسترش "زاده" موجب انحراف در رتبه‌بندی گزینه‌ها ست و ایراد اساسی به مقاله وی وبه تبع آن دیگران وارد است.

۲ – مفاهیم اولیه

۲-۱- ژنتیک الگوریتم

در بسیاری از مسایل، به‌ویژه مسایل سخت، انتخاب بهترین جواب از طریق جستجوی همه جانبه[1] (آزمودن تمام جواب‌های ممکن)، اگر کاری غیرممکن نباشد، بسیار دشوار و غیرعملی است. یک عامل مهم در بهینه‌سازی، زمان رسیدن به پاسخ است که جستجوی همه جانبه زمان بر و از این جنبه پر هزینه است. منظور از واژه بهینه سازی، یافتن بهترین جواب برای حل یک مسأله از بین جواب‌های ممکن در یک زمان قابل قبول است. [۲۲]

الگوریتم‌های ژنتیکی با یک مجموعه از جواب‌ها (که کروموزوم[2] هم نامیده می‌شوند) کار خود را شروع می‌کنند. به این مجموعه جمعیت[3] نیز گفته می‌شود. از جواب‌های یک جمعیت با استفاده از تکنیک‌هایی برای ایجاد جمعیت جدید استفاده می‌کنیم. با این امید که جواب‌های جمعیت جدید بهتر از جمعیت قبلی باشد. برای تشکیل جمعیت جدید از میان جواب‌های تولید شده در هر مرحله بهترین آنها را با توجه به ارزش آنها انتخاب می‌کنیم. هر چه قدرت آنها بیشتر باشد شانس حضور آنها در مجموعۀ بعدی بیشتر است. این عملیات آنقدر تکرار می‌شود تا به شرایط خاصی برسیم. برای مثال تعداد جمعیت‌های ساخته شده به حد معینی برسند یا اینکه بهبود مشخصی در جواب بدست آید. [۲۲]

۲-۲- منطق فازی

مطالب این قسمت از [۲۲] اخذ شده است

پروفسور "زاده" در سال ۱۹۶۵ در کنترل بهین منطق فازی را بنا نهاد. ودر همین مقاله اصل مهم گسترش فازی نیز شرح داده شد. رشد منطق فازی و ورود آن به داده‌های مبهم منجر به نگارش مقالات متعدد دربهینه سازی فازی شد. نظریه مجموعه‌های فازی، یک تعمیم و گسترش طبیعی نظریه مجموعه‌های معمولی است که دریک قالب جدید ریاضی برای صورت‌بندی و تجزیه و تحلیل مفاهیم موافق با زبان و فهم طبیعی انسان‌ها بیان شده است.

تعریف (۲_۱) مجموعه فازی: فرض کنید X مجموعه‌ای نا تهی باشد. هر زیر مجموعه فازی از X توسط یک تابع $\mu_{\tilde{A}}(x): X \to [0,1]$ به نام تابع عضویت معین می‌شود. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ نشان دهنده میزان تعلق داشتن x به مجموعه فازی $\widetilde{A}$ می‌باشد.

1. Exhaustive search

2. Chromosome

3. population

۲-۲-۱- اصل گسترش

این اصل ابزاری است برای گسترش و تعمیم مفاهیم ریاضی غیرفازی به گونه‌ای که بصورت کمیت‌های فازی در آیند. این اصل به ویژه درتعمیم عملگرهای جبری بین اعداد و تعریف این عملگرها برای اعداد فازی مفید است.

تعریف (۲-۲) حاصلضرب دکارتی: فرض کنید $\widetilde{A}_1,\ldots,\widetilde{A}_n$ زیر مجموعه‌های فازی از مجموعه مرجع X باشد. در این صورت حاصلضرب دکارتی آنها بصورت زیر تعریف می‌شود:

برای هر $x \in X$

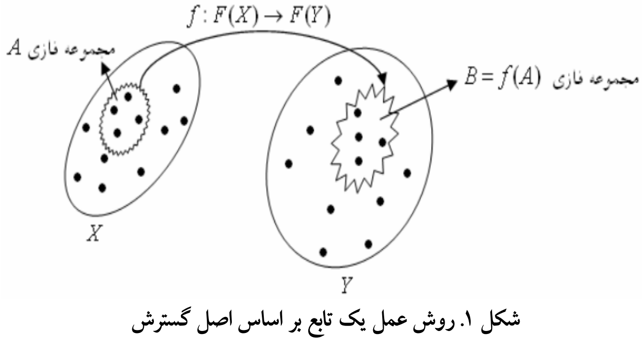
$$\mu_{\widetilde{A}_1 * \ldots * \widetilde{A}_n}(x_1,\ldots,x_n) = \min\{\mu_{\widetilde{A}_1}(x_1),\ldots,\mu_{\widetilde{A}_n}(x_n)\}$$

تعریف (۲-۳) (اصل گسترش)

فرض کنید $X = X_1 \times \ldots \times X_n$ حاصلضرب دکارتی n مجموعه مرجع و $\widetilde{A}_1,\ldots,\widetilde{A}_n$، n زیرمجموعه فازی به ترتیب از $X_1, X_2, \ldots, X_n$ باشد و $f: X \to Y$ که $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$. در این صورت حاصل عمل f بر n مجموعه فازی $\widetilde{A}_1,\ldots,\widetilde{A}_n$ به صورت زیر تعریف می‌شود که زیر مجموعه فازی $\widetilde{B}$ از Y خواهد بود.

$$\widetilde{B} = f(\widetilde{A}_1,\ldots,\widetilde{A}_n) = \{(y, \mu_{\widetilde{B}}(y)) \mid y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n), (x_1 \ldots, x_n) \in X\}$$

$$\mu_{\widetilde{B}}(y) = \mu_{f(\widetilde{A}_1,\widetilde{A}_2,\ldots,\widetilde{A}_n)}(y) = \begin{cases} \sup\limits_{(x_1,x_2,\ldots,x_n)\in f^{-1}(y)} \min\{\mu_{\widetilde{A}_1}(x_1),\ldots,\mu_{\widetilde{A}_n}(x_n)\} & , f^{-1}(y) \neq \varphi \\ 0 & , f^{-1}(y) = \varphi \end{cases}$$



شکل ۱. روش عمل یک تابع بر اساس اصل گسترش

۲-۳- اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مطالب این قسمت از [۲۳] اخذ شده است فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا

نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد، که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد.

توماس ساعتی (بنیان‌گذار این روش) چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه‌ی محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است این اصول عبارتند:

اصل اول: معکوس‌پذیری اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر با $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

اصل دوم: عنصر A با B باید همگن و قابل مقایسه باشند به بیان دیگری برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی نهایت یا صفر باشد

اصل سوم: وابستگی هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

اصل چهارم انتظارات: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد فرآیند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

۲-۳-۲- الگوریتم حل یک مسئله سلسله مراتبی

الگوریتم حل یک مسئله سلسله مراتبی به شرح ذیل می‌باشد:

دسته‌بندی سطوح تصمیم و رسم نمودار سلسله مراتبی مشخص کردن ماتریس مقایسه زوجی هر معیار یا گزینه نسبت به سطوح بالاتر توسط تصمیم‌گیرنده بدست آوردن وزن‌های نسبی هر ماتریس مقایسه زوجی با روش‌های ارائه شده در این بخش تلفیق وزن‌های نهایی با استفاده از وزن‌های نسبی و اولویت‌بندی گزینه‌ها.

۲-۳-۳- محاسبه وزن در روش میانگین وزنی

این روش در چهار گام زیر خلاصه شده است.

قدم اول: مقادیر ستون‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

قدم دوم: هر عنصر در ماتریسی مقایسه زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم کرده تا ماتریس مقایسه زوجی نرمالیزه شود.

قدم سوم: مقدار متوسط (میانگین) عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه را محاسبه می‌کنیم این مقدار متوسط، تخمینی از وزنهای نسبی مورد نظر است.

قدم چهارم: وزن نهایی که تعیین‌کننده رتبه گزینه‌ها است از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در وزن گزینه‌های مربوطه‌ی آن معیار بدست می‌آید.

۲-۳-۴- محاسبه وزن در AHP با روش بردار ویژه

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ابتدا عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد سپس با استفاده از این ماتریس وزن نسبی عناصر محاسبه می‌گردد. به‌طورکلی ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر نشان داده می‌شود که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i نسبت به j است. حال با مشخص بودن a_{ij} می‌توان وزن گزینه‌ها یعنی w_i را به دست می‌آورد.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

در این روش w_i را به گونه‌ای تعین می‌کنیم که روابط زیر صادق باشند:

$$\begin{gathered} a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \cdots + a_{1n}w_n = \lambda w_1 \\ a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \cdots + a_{2n}w_n = \lambda w_2 \\ \vdots \\ a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \cdots + a_{nn}w_n = \lambda w_n \end{gathered}$$

در آن a_{ij} ترجیح عنصر i نسبت به j است. و w_i نیز وزن عنصر i و λ یک عدد ثابت (مقدار ویژه) می‌باشد.

$$w_{i=}\frac{1}{\lambda}\sum_{j=1}^{n}a_{ij}w_j$$

دستگاه فوق را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$Aw=\lambda w$$

بنابر این در روش بردار ویژه برای محاسبه w_i ها باید طبق مراحل زیر عمل کرد:

۱- ماتریس زوجی A را تسکیل می‌دهیم.

۲- ماتریس $A-\lambda I$ را مشخص می‌نماییم.

۳- ریشه‌های ترمینان ماتریس $A-\lambda I$ را محاسبه می‌کنیم.

۴- برای بزرگترین مقدار ویژه حاصل از مرحله سوم بردار ویژه به دست می‌آید.

۵- بردار ویژه را نرمال می‌کنیم.

بردار نرمال بیانگر اوزان است. سپس برای تک ماتریس‌ها و سطوح این عمل تکرار می‌شود. نهایتاً از روش SAW اوزان به دست می‌آید.

۳- روش پیشنهادی

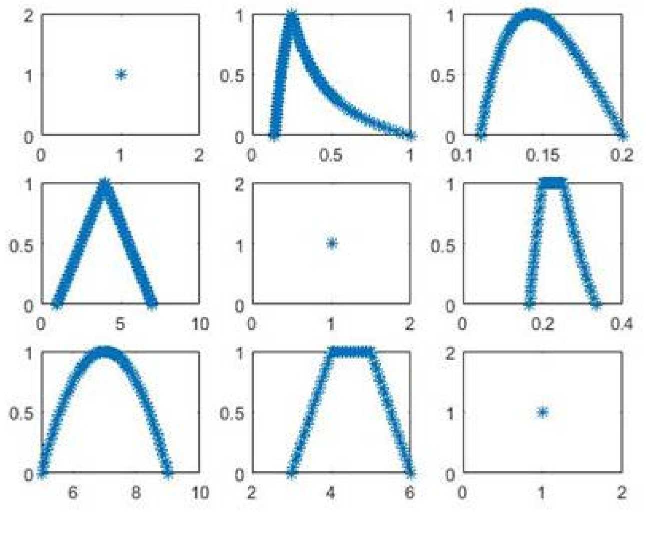
در این قسمت براساس روش‌های گفته شده در قسمت‌های پیشین یک روش جدید پیشنهاد می‌گردد که این روش بر اساس اصل "زاده" عمل خواهد نمود. در ابتدا تعاریف خاص این روش بیان خواهد شد. سپس الگوریتم پیشنهادی بیان خواهد شد. در نهایت یک مثال مطرح می‌گردد.

تعریف (۳-۱) ماتریس فازی زوجی: ماتریس فازی A را زوجی گویند هرگاه:

الف) مربعی باشد و عناصر قطر اصلی آن عدد قطعی یک باشد.

ب) برای هر عنصر A نظیر a_{ij} عنصر ترانهاده آن یعنی a_{ji} مقدار تابع $f(x)=\frac{1}{x}$ برای a_{ij} مطابق اصل "زاده" باشد.

مثال (۱-۳) ماتریس فازی زیر زوجی است:



که درایه سطر دوم ستون اول آن عدد فازی مثلثی است به شرح $(1,4,7)$ و عنصر سط سوم ستون اول یک عدد فازی مثلثی با محمل $[5,9]$ وتابع عضویت $\mu(x)=.025(x-5)(9-x)$ و عنصر سطر سوم ستون دوم یک عدد فازی ذوزنقه‌ای به شرح $(3,4,5,6)$ می‌باشد سایر عناصر به گونه‌ای می‌باشد که زوجی بودن استنتاج شود.

تعریف (۲-۳) ماتریس فازی زوجی سازگار: ماتریس فازی زوجی A را سازگار گویند هرگاه عناصر هر ستون بجز درایه قطر اصلی مضرب ستون اول باشد.

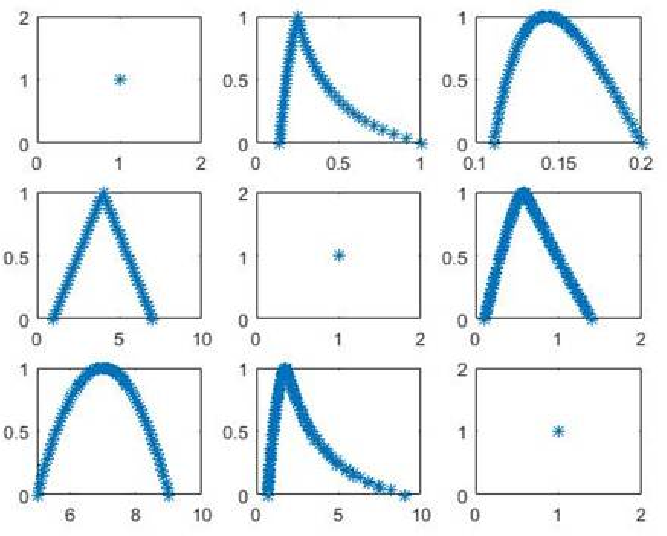
گزاره (۱-۳)

ماتریس فازی زوجی A سازگار است اگر و تنها اگر ستون jام A برابر با حاصلضرب وارون شده A_{j1} در ستون اول باشد.

اثبات بدیهی است.

مثال (۲-۳) ماتریس فازی زوجی مذکور ناسازگار است.

مثال (۳-۳) ماتریس فازی زوجی زیر سازگار است.



که درایه سطر دوم ستون اول آن عدد فازی مثلثی است به شرح $(1,4,7)$ و عنصر سط سوم ستون اول یک عدد فازی مثلثی با محمل $[5,9]$ وتابع عضویت $\mu(x) = .025\,(x-5)(9-x)$ سایر عناصر به گونه‌ای می‌باشد که زوجی و سازگار بودن استنتاج شود.

در اینجا با هر روش ترتیبی و دفازی می‌توان اوزان را حساب کرد.

به عنوان مثال چنانچه تابع عضویت را یک تابع عادی بپنداریم آنگاه برای مرکز جرم رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$\frac{\int_{\sup p} x\mu(x)dx}{\int_{\sup p} \mu(x)dx} = c_M \qquad (۱\_۳)$$

که می‌تواند در تعیین اوزان رابطه مناسبی باشد بنابراین

$$W_i = \frac{c_{a_{i1}}}{\sum_{i=1}^{m} c_{a_{i1}}} \qquad (۲\_۳)$$

تعریف: شاخص تفاوت دو عدد فازی y و x عبارت است از:

$$co(x,y) = \int_R |\mu(x) - \mu(y)| dx$$
$$R = SUPP(x) \cup SUPP(y)$$

گزاره (۲-۳)

$co(x,y) = 0$ اگر و تنها اگر $x = y$.

اثبات بدیهی است.

در اینجا روش اصلی را ارایه می‌کنیم:

فرض کنید که ماتریس B زوجی فازی است که مبین نظرات کارشناسان در مورد معیارخاص برای گزینه‌هاست. هدف یافتن ماتریس زوجی فازی سازگار چون X است به نحوی که تابع زیر مینیمم گردد:

$$f(X)=\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}\int_{R_{ij}}\left|\mu(X_{ij})-\mu(B_{ij})\right|dx$$

$$R_{ij}=SUPP(X_{ij})\cup SUPP(B_{ij})$$

در واقع یافتن یک ماتریس زوجی فازی سازگار برای ماتریس زوجی فازی که درایه‌های آن کمترین تفاوت را با ماتریس مفروض دارد
چون تابع فوق یک تابع ساختنی و مشتق‌ناپذیر است از الگوریتم مکاشفه‌ای GA بهره می‌بریم. بعد از یافتن ماتریس بهینه نسبت به دی فازی کردن آن اقدام می‌کنیم. این کار برای هر ماتریس و در هر سطحی قابل استفاده است.

۴- مثال

فرض کنید برای سه گزینه α_1 α_2 α_3 و سه معیار β_1 β_2 β_3 سلسله مراتب زیر ساخته شده است.

ماتریس مقایسه زوجی برای β_1

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(3,\ 4,\ 5)$

درایه سطر سوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(2,\ 3,\ 4)$

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(.5,\ .7,\ .8)$

ماتریس مقایسه زوجی برای β_2

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(2,\ 3,\ 4)$

درایه سطر سوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(4,\ 5,\ 6)$

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(3,\ 4,\ 5)$

ماتریس مقایسه زوجی برای β_3

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(0.5,\ 1, 1.2)$

درایه سطر سوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(0.1,\ .5,\ 1)$

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(1.5,\ 2,\ 2.5)$

ماتریس تصمیم‌ها

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(2,\ 2.5,\ 3)$

درایه سطر سوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(1,\ 1.5,\ 2)$

درایه سطر دوم ستون اول عدد فازی مثلثی $(1.5,\ 2,\ 2.5)$

بعد از اجرای برنامه که مندرج در پیوست می‌باشد اوزان زیر بدست آمد.

$$\begin{array}{c c} & \begin{array}{ccc}\beta_1 & \beta_2 & \beta_3\end{array} \\ \begin{array}{c}\alpha_1\\ \alpha_2\\ \alpha_3\end{array} & \begin{bmatrix} .3915 & .4101 & .4134 \\ .2815 & .2950 & .2972 \\ .2951 & .2949 & .2894 \end{bmatrix}\end{array}$$

و بردار وزن ماتریس تصمیم عبارت است از

$$\begin{array}{c c} \begin{array}{c}\beta_1\\ \beta_2\\ \beta_3\end{array} & \begin{bmatrix} .2753 \\ .3695 \\ .3587 \end{bmatrix}\end{array}$$

در نتیجه رتبه بندی گزینه ها عبارت است از

$$\begin{array}{c} \alpha_1\\ \alpha_2\\ \alpha_3\end{array} = \begin{bmatrix} .3915 & .4101 & .4134 \\ .2815 & .2950 & .2972 \\ .2951 & .2949 & .2894 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} .2753 \\ .3695 \\ .3587 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} .4045 \\ .2909 \\ .2930 \end{bmatrix}$$

بنابر این گزینه اول ارجح بر دو گزینه دیگر گزینه سوم بر گزینه دوم رجحان دارد.

نتیجه‌گیری

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است به روش‌های AHP فازی موجود ایرادات اساسی وارد است که باعث می‌شود مفاهیم تحلیل سلسله مراتبی در این روش‌ها کمرنگ شوند برخی از این اشکالات عبارت است از اینکه این روش‌ها از دقت لازم در محاسبات فازی برخوردار نمی باشند و علت آن عدم استفاده از اصل گسترش "زاده" در تعریف اپراتورها ست.به‌عنوان مثال ضرب دو عدد فازی مثلثی الزاماً فازی مثلثی نخواهد بود.لکن در عمده روش‌های AHP فازی این‌گونه فرض شده است. مشکل دیگر این روش‌ها تعریف معکوس عدد فازی است که در فازی چنین شی موجود نیست. بنابراین مفهوم ماتریس زوجی با ابهام روبرو می‌شود.
در این طرح یک روش نوین با رعایت اصل‌زاده ابداع شده است این روش مبتنی بر استفاده از اصل‌زاده است بدین معنی که نصف ماتریس مقایسه زوجی فازی ابتدا

توسط خبرگان مشخص می‌شود و نصف دیگر با کمک گسسته‌سازی و اعمال اصل گسترش ساخته می‌شود.

از AHP حالت قطعی می‌دانیم که ماتریس زوجی سازگار یک ماتریس منطقی در تصمیم‌گیری است اما بدیهی است که رتبه این ماتریس یک است بنابراین با کمک اصل گسترش به تعمیم در حالت فازی پرداختیم و سپس برای هر ماتریس ناسازگار سعی شد با بهینه سازی تابعی را که در قسمت سوم این مقاله ساختیم بوسیله ژنتیک الگوریتم، نزدیکترین ماتریس سازگار را بیابیم. بعد از یافتن بهترین سازگار با کمک مرکز ثقل عدد فازی اوزان یافت شد. از این قسمت به بعد شبیه حالت قطعی عمل می‌گردد.

تشکر و قدر دانی

این مقاله با حمایت مالی از طرح ارایه روشی برای AHP فازی با اعمال اصل گسترش "زاده" در دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان نوشته شده است.

فهرست منابع

[1] Vasudevan Ramanujam, Thomas L. Saaty, Technological choice in the less developed countries: An analytic hierarchy approach, Technological Forecasting and Social Change,Volume 19, Issue 1, February 1981, Pages 81–98.

[2] T.L. Saaty, Introduction to a modeling of social decision processes, Mathematics and Computers in Simulation, Volume 25, Issue 2, April 1983, Pages 105–107.

[3] Thomas L. Saaty, Exploring optimization through hierarchies and ratio scalesSocio-Economic Planning Sciences, Volume 20, Issue 6, 1986, Pages 355–360 “Special Issue the Analytic Hierarchy Process”

[4] Thomas L. Saaty, The analytic hierarchy process—what it is and how it is used, Mathematical Modeling, Volume 9, Issues 3–5, 1987, Pages 161–176.

[5] Thomas L. Saaty , How to make a decision: The analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, Volume 48, Issue 1, 5 September 1990, Pages 9–26.

[6] Thomas L. Saat, Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, Volume 74, Issue 3, 5 May 1994, Pages 426–447.

[7] Thomas L. Saaty, Homogeneity and clustering in AHP ensures the validity of the scale, European Journal of Operational Research, Volume 72, Issue 3, 10 February 1994, Pages 598–601.

[8] Ido Millet,Thomas L. Saaty, On the relativity of relative measures–accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP, European Journal of Operational Research, Volume 121, Issue 1, 15 February 2000, Pages 205–212.

[9] Thomas L. Saaty, Liem T. Tran On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy ProcessMathematical and Computer Modelling, Volume 46, Issues 7–8, October 2007, Pages 962–975.

[10] Thomas L. Saaty ,Time dependent decision-making; dynamic priorities in the AHP/ANP: Generalizing from points to functions and from real to complex variables, Mathematical and Computer Modelling, Volume 46, Issues 7–8, October 2007, Pages 860–891.

[11] Thomas L. Saaty, Jennifer S. Shang, An innovative orders-of-magnitude approach to AHP-based mutli-criteria decision making: Prioritizing divergent intangible humane acts, European Journal of Operational Research, Volume 214, Issue 3, 1 November 2011, Pages 703–715.

[12] Da-Yong Chang, Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, Volume 95, Issue 3, 20 December 1996, Pages 649–655.

[13] Zone-Ching Lin, Ho Chang Application of fuzzy set theory and back-propagation neural networks in progressive die design Journal of Manufacturing Systems, Volume 15, Issue 4, 1996, Pages 268–281.

[14] Guozhong Zheng, Neng ZhuZhe Tian, Ying Chen, Binhui Sun, Application of a trapezoidal fuzzy AHP method for work safety evaluation and early warning rating of hot and humid environments, Safety Science, Volume 50, Issue 2, February 2012, Pages 228–239.

[15] Chi-Cheng Huang[a,] Pin-Yu Chu,Yu-Hsiu Chiang,A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection Omega, Volume 36, Issue 6, December 2008, Pages 1038–1052.

[16] Emrah Bulut',Okan Duru,Tuba Keçeci, Shigeru Yoshida ,Use of consistency index, expert prioritization and direct numerical inputs for generic fuzzy-AHP modeling: A process model for shipping asset management Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 2, 1 February 2012, Pages 1911–1923.

[17] M. Monitto,P. Pappalardo,T. Tolio, A new Fuzzy AHP method for the Evaluation of Automated Manufacturing Systems, CIRP Annals - Manufacturing Technology ,Volume 51, Issue 1, 2002, Pages 395–398.

[18] S.K Ong, M.J Sun, A.Y.C Nee ,A fuzzy set AHP-based DFM tool for rotational parts,Journal of Materials Processing Technology ,Volume 138, Issues 1–3, 20 July 2003, Pages 223–230.

[19] Ozan Çakır, On the order of the preference intensities in fuzzy AHP, Computers & Industrial Engineering, Volume 54, Issue 4, May 2008, Pages 993–1005

[20] Gülçin Büyüközkan,Gizem Çifçi,Sezin Güleryüz, ,Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology,Expert Systems with Applications, Volume 38, Issue 8, August 2011, Pages 9407–9424.

[21] Ufuk Cebeci, Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard, Expert Systems with Applications,Volume 36, Issue 5, July 2009, Pages 8900–8909.

[22] L.C. Leung D. Cao On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHPEuropean Journal of Operational Research, Volume 124, Issue 1, 1 July 2000, Pages 102–113.

[۲۳] رساله دکتری رضا کارگر استاد راهنما فرهاد حسین‌زاده و... دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات دانشکده علوم پایه زمستان ۹۲.

[۲۴] قدسی، فرایند تخلیل سلسله مراتبی انتشارات دانشگاه امیر کبیر سال ۱۳۷۸.