**دوفصلنامه علمی ـ ترویجی کارافن**
**شماره چهلم، پاییز و زمستان ۱۳۹۵** (ص ۷۵-۶۳)
شاپای چاپی: ۹۷۹۶-۲۳۸۲ شاپای الکترونیکی: ۴۴۳۰-۲۵۳۸
*http//:karafan.tvu.ac.ir*

# کاربرد روش تلفیقی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) در اولویت‌بندی رشته‌های جدید هر منطقه در دانشگاه فنی و حرفه‌ای کشور

**مصطفی دبیری***
مدرس آموزشکده فنی و حرفه‌ای شهید مفتح همدان، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، همدان

**بهمن صفری**
دانش‌آموخته کارشناسی آموزشکده فنی و حرفه‌ای شهید مفتح همدان، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، همدان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۳۰

**چکیده**
از مبحث‌های بسیار مهم در برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی توسعه‌ای، اجرای مراحل مختلف، ارزیابی روش‌ها، روابط، معیارها، تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی و اختصاص درجه ی اهمیت به پیشنهادها (آلترناتیوها) است. در بعضی از برنامه‌ها، به‌ویژه توسعه ی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، معیارهای موجود از یک جنس نیست، یعنی بعضی کمّی و بعضی کیفی‌اند و گاهی معیارها باید خارج از سیستم انتخاب شوند؛ بنابراین برای اجرای مراحل برنامه‌ریزی و انتخاب گزینه و راهکار مناسب، باید از روشی استفاده کرد که معیارهای مختلف (از هر جنس) را با مشخص کردن زیرمعیارها، از یک طرف به هدف برنامه و از طرف دیگر به گزینه‌های مختلف مرتبط کند و با تعیین ضرایب اهمیت همه‌ی معیارها و گزینه‌ها، به درجه‌بندی گزینه‌ها بپردازد و در نهایت بهترین پیشنهاد را انتخاب کند. با توجه به اینکه تصمیم‌گیرندگان گاهی طی تصمیم‌گیری چندمعیاره، در مقایسه‌ی زوجی معیارها با هم و اولویت‌بندی گزینه‌ها براساس هر معیار و اعمال ضرایب اهمیت با تردید مواجه می شوند، از مجموعه‌های کلاسیک و فازی معمولی برای ارزیابی درجه‌ی تردید و عدم قطعیت نمی‌توان استفاده کرد؛ این پژوهش برای حل چنین مسائلی استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی را پیشنهاد داده و ضمن معرفی این‌گونه مجموعه‌ها و روابط موجود در آنها، روش تلفیق تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و مجموعه‌های فازی شهودی (IFSs) را برای استفاده در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره بررسی کرده و در پایان، با تشریح مثالی در این خصوص و اجرای مراحل مختلف فرایند مربوط، کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی در توسعه‌ی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را بیان کرده است.

**واژه‌های کلیدی**
اولویت‌بندی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی، مجموعه‌های فازی شهودی.

* نویسنده‌ی مسئول مکاتبات: jalilialvand123@gmail.com

## ۱. مقدمه

بشر از آغاز خلقت همواره در پی رفع نیازهای مادی و معنوی خود بوده و در این مسیر در کنار دستیابی به اهدافش، متوجه قواعد و فرمول های مدون حاکم بر جهان خلقت شده و به شناخت تخصص‌های مختلف برای رفع نیازهای اجتماعی رسیده است. در این میان می‌توان زندگی اجتماعی را به‌مثابه‌ی سیستمی پیچیده تصور کرد که افراد، عناصر این سیستم هستند و هر کدام نقشی در تأمین نیازهای این سیستم دارند. از این مقوله می‌توان به لزوم تفکیک حرفه‌ها و تخصص‌های مختلف پی برد و هر فرد می‌تواند براساس علاقه و توانایی خود و نیاز جامعه به کسب مهارت و شغل بپردازد.

هنگامی که این انتخاب با استفاده از شناخت بیشتر و براساس برنامه صورت گیرد، شکل و تخصص کسب‌شده‌ی فرد برای خود فرد و جامعه مفیدتر خواهد بود. یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح در تصمیم‌گیری چندمعیاره علاوه بر شناخت معیارهای صحیح و مرتبط، مشخص کردن درجه ی اهمیت این معیارها نسبت به هم و اولویت‌بندی گزینه‌ها براساس هر یک از معیارها، و انتخاب راه‌حل بهینه برای رسیدن به هدف است.

اعمال این ضرایب گاهی آن‌قدر ساده و روشن است که می توان برای بیان ترجیحات نسبی معیارها و گزینه‌ها از اعداد موجود در مجموعه‌های کلاسیک استفاده کرد.

در یک سطح بالاتر، با استفاده از مجموعه‌های کلاسیک به‌تنهایی نمی‌توان به تجزیه و تحلیل دقیقی رسید و باید از مجموعه‌های کلاسیک تعمیم‌یافته مانند مجموعه‌های فازی استفاده کرد. در مجموعه‌های فازی برخلاف مجموعه‌های کلاسیک، عناصر به دو دسته‌ی عضو و غیرعضو تقسیم می‌شوند. درجه‌ی عضویت و عدم عضویت در این مجموعه‌ها علاوه بر صفر و یک، اعداد حقیقی بین آنها را نیز دربرمی‌گیرد.

گاهی، با پیچیده شدن مسئله، اعمال ضرایب ترجیحی به معیارها و گزینه‌ها به‌قدری دشوار می‌شود که تصمیم‌گیرندگان برای این کار با تردید و عدم قطعیت مواجه خواهند شد؛ به‌طوری که حتی استفاده از مجموعه های فازی نیز کارساز نخواهد بود و باید از مجموعه های فازی شهودی استفاده کرد. در این پژوهش سعی بر آن است که ضمن معرفی مجموعه های فازی شهودی و روابط حاکم بر این مجموعه ها، به تحلیل مثالی با عنوان اولویت بندی رشته های فنی و حرفه ای قابل توسعه در هر منطقه با استفاده از مدل تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) پرداخته شود.

## ۲. کلیات و بیان مسئله

### ۲-۱. بیان مسئله

هدف از به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی، به‌دست آوردن نظر کارشناسان و متخصصان است، اما روش تحلیل سلسله‌مراتبی معمولی به‌درستی نحوه‌ی تفکر انسانی را منعکس نمی‌کند؛ زیرا در مقایسه‌های زوجیِ این روش از اعداد دقیق استفاده می‌شود.

از دیگر مواردی که اغلب روش تحلیل سلسله‌مراتبی به خاطر آنها مورد نکوهش قرار می‌گیرد. عبارت‌اند از وجود مقیاس نامتوازن در قضاوت‌ها، عدم قطعیت و نادقیق بودن مقایسه‌های زوجی. تصمیم‌گیرندگان اغلب به علت طبیعت فازی مقایسه‌های زوجی قادر نیستند به‌صراحت نظرشان را در مورد برتری‌ها اعلام کنند (عطائی، ۱۳۹۴).

در مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه‌های عمرانی، تصمیم‌گیری همواره از فرایندهای مهم تلقی می‌شود. با توجه به کاستی‌های روش سلسله‌مراتبی معمولی، در این پژوهش از مدل تلفیقی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی برای تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده و به کاربرد این روش در اولویت‌بندی رشته‌های فنی و حرفه‌ای قابل توسعه در هر منطقه پرداخته شده است.

### ۲-۲. اهداف پژوهش

اولین هدف، بیان کاربرد روش تلفیقی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) در فرایندهای پیچیده‌ی تصمیم‌گیری چندمعیاره هنگام مواجهه‌ی تصمیم‌گیرندگان با موضوع عدم قطعیت در مقایسه‌ی معیارها و گزینه‌ها و هدف دوم، بیان کاربرد تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) در توسعه‌ی رشته‌های دانشگاه فنی و حرفه‌ای کشور است.

### ۲-۳. ضرورت پژوهش

با توجه به اینکه در توسعه‌ی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، عوامل و معیارهای متعددی دخیل‌اند (نیروی انسانی، تجهیزات، فضای آموزشی، نیاز بازار کار و ...)، ضرورت استفاده از یک روش برنامه ریزی که به تلفیق معیارهای مختلف و حتی گاهی متضاد بپردازد، و حد تأثیر هر عامل را در نظر بگیرد، و گزینه‌ی بهتر را از میان گزینه‌های موجود انتخاب کند، بسیار آشکار است. مدل تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) که از روش‌های ارزیابی چندمعیاری است، ابزاری مناسب در خدمت توسعه‌ی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای است که با ایجاد ارتباط بین عوامل درونی و برونی این آموزش‌ها به هر گزینه‌ی موجود در برنامه‌ی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای نمره‌ای مشخص می‌دهد.

یکی از ضروریات این تحقیق، وجود معیارهای مختلف کمّی و کیفی هنگام تصمیم‌گیری در فرایندهای مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره به روش تحلیل سلسله‌مراتبی است که علاوه بر پیچیدگی در تصمیم گیری مانند انتخاب معیارها، گاهی در مقایسه و وزن‌دهی به معیارها نسبت به هم و وزن‌دهی گزینه‌های مختلف براساس هر معیار، دچار تردید می‌شود. با توجه به اینکه فاکتوری به نام تردید یا عدم قطعیت در مجموعه‌های کلاسیک و حتی مجموعه‌های فازی تعریف نشده است، استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی که در آن علاوه بر درجه‌ی عضویت و عدم عضویت به عامل دیگری نیز به‌عنوان درجه‌ی عدم قطعیت پرداخته می‌شود، در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره ضروری به‌نظر می‌رسد.

## ۲-۴. فرضیه‌های تحقیق

فرضیه‌های تحقیق این است که در تصمیم‌گیری چندمعیاره به روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) می‌توان از مجموعه‌های فازی شهودی استفاده کرد و در اولویت‌بندی رشته‌های فنی و حرفه‌ای قابل توسعه در هر منطقه، کاربرد روش تلفیقی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) امکان‌پذیر است.

## ۲-۵. روش تحقیق

این تحقیق با توجه به اینکه به آزمون مفاهیم علمی در عرصه‌ی عملی برنامه‌ریزی می‌پردازد و هدف آن توسعه‌ی کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی (IFAHP) است، از نوع کاربردی و توسعه‌ای بوده و از روش اسنادی و کتابخانه‌ای برای گردآوری مباحث استفاده شده است.

## ۲-۶. مبانی و متون نظری پژوهش

معرفی مجموعه‌های فازی شهودی

در منطق کلاسیک ریاضی، ارزش یا میزان صحت یک گزاره با ۱ به‌عنوان درست و صفر به‌معنای نادرست تعریف می‌شود. در منطق فازی، این ارزش مقداری حقیقی است که از بازه‌ی [۰، ۱] انتخاب می‌شود. این ارزش یا میزان صحت را می‌توان «درجه‌ی صحت» نامید. آتاناسوف مقداری حقیقی دیگری از فاصله‌ی [۰، ۱] با عنوان «درجه‌ی عدم صحت» را به این تعریف افزود؛ بنابراین به گزاره‌ی p دو مقدار $\mu(p)$ و $\nu(p)$ نسبت داده می‌شود، به‌طوری که:

$$\mu(p)+\nu(p)\leq 1$$

فرض کنیم تابع ارزش $\nu$ از مجموعه‌ی گزاره‌ها، S به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$v(p)=\langle \mu(p).v(p)\rangle$$

بنابراین تابع $v: s \to [0.1] \times [0.1]$ تابع ارزش است که «درجه‌ی صحت» و «درجه‌ی عدم صحت» هر یک از گزاره‌های مجموعه‌ی s را به ما می‌دهد. توجه کنید که منطق فازی حالتی خاص از منطق فازی شهودی است که در آن $\mu(p)+v(p)=1$ یعنی $v\ (p) =< \mu(p).1-\mu(p) >$.
یک مجموعه‌ی فازی شهودی A از مجموعه مرجع X این‌گونه تعریف می‌شود :

$$A=\{\langle x.\mu_A(x).v_A(x)\rangle \mid x\in X\}$$

که $\mu_A : X \to [0.1]$ و $v_A: X \to [0.1]$ با این شرط که $\forall x \in X: 0 \le \mu_A(x)+v_A(x) \le 1$ که مقادیر حقیقی $\mu_A(x)$ و $v_A(x)$ که متعلق به بازه‌ی [۰، ۱] است، درجه‌ی عضویت و درجه‌ی عدم عضویت x به A نامیده می‌شود.

هر مجموعه‌ی A′ حالت خاصی از مجموعه‌های فازی شهودی است و می‌توان آن را به‌شکل مجموعه‌ی فازی شهودی $A' = \{< x.\mu_{A'}(x).1-\mu_{A'}(x) > \mid x\in X\}$ نشان داد. برای هر مجموعه‌ی فازی شهودی A′ از X، $\pi_{A'}(x)=1-\mu_{A'}(x)-v_{A'}(x)$ را شاخص شهودی x در A′ می‌نامیم. این در حقیقت درجه‌ی تردید x در A′ است. به‌وضوح برای هر x متعلق به X داریم (عین‌اله پاشا و عادل فاطمی، ۱۳۸۱):

$$.\le \pi_{A'}(x) \le ۱$$

براساس پژوهش‌ها برای هر دو مقایسه‌ی فازی شهودی (Xu & Liao, 2014):

$$r_{tl}=(\mu_{tl},v_{tl}) \ , \ r_{ik}=(\mu_{ik},v_{ik})$$

$$n=۱,۲,۳,\dots \ , \ k=۱,۲,۳,\dots$$

$\mu_{ik}$=درجه‌ی عضویت

$v_{ik}$=درجه‌ی عدم عضویت

$\pi_{ik}$=درجه‌ی عدم قطعیت

$$r_{ik}\oplus r_{tl=}(\mu_{ik}+\mu_{tl}-\mu_{ik}\mu_{tl},v_{ik}v_{tl}) \quad (۱)$$

$$r_{ik}\otimes r_{tl=}(\mu_{ik}\mu_{tl}\ ،(v_{ik}+v_{tl}-v_{ik}v_{tl} \quad (۲)$$

$$\lambda r_{ik=}\left(۱-(۱-\mu_{ik})^{\lambda}،v_{ik}^{\lambda}\right) \ \lambda>۰ \quad (۳)$$

$$(r_{ik}^{\lambda})=(\mu_{ik}^{\lambda}.۱-(۱-v_{ik})^{\lambda}) \ , \ \lambda>۰ \quad (۴)$$

## ۳. پیشینه‌ی تحقیق

پاشا و فاطمی در مقاله‌ای با نام: «مجموعه‌های فازی شهودی و اعمال روی این مجموعه‌ها به‌همراه مثالی از روان‌شناسی»، ابتدا به تعریف مجموعه‌های کلاسیک، مجموعه‌های فازی و مجموعه‌های فازی شهودی پرداختند. سپس تفاوت‌های این مجموعه‌ها را بیان کرده و به اهمیت مجموعه‌های فازی شهودی در تحلیل داده‌هایی که با تردید و عدم قطعیت همراه‌اند، اشاره کردند. محققان اعمال مختلف ریاضی را در محیط چنین مجموعه هایی نشان دادند و در نهایت کاربرد مجموعه های فازی شهودی در مسائل روان‌شناسی را با یک مثال عددی اثبات کردند (پاشا و فاطمی، ۱۳۸۱).

روغنیان و مجیبیان در مقاله‌ای با عنوان «تصمیم‌گیری گروهی بر پایه‌ی یک روش تاپسیس فازی شهودی ذوزنقه‌ای جدید»، یک روش تاپسیس جدید مبتنی بر اعداد فازی شهودی ذوزنقه‌ای برای تصمیم‌گیری گروهی معرفی کردند که در آن، ارزشگذاری گزینه‌ها نسبت به شاخص‌ها و ارزش‌های وزنی شاخص‌ها با استفاده از اعداد فازی شهودی ذوزنقه‌ای تعیین می‌شود. سپس الگوریتمی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها در محیط فازی شهودی ذوزنقه‌ای معرفی کردند و در پایان، با استفاده از یک مثال عددی، به بررسی کارایی روش پیشنهادی جدید پرداختند (روغنیان و مجیبیان، ۱۳۹۱).

رضوی و همکاران در مقاله‌ی «ارزیابی فضای سبز شهری و مکان‌یابی آن با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی فازی»، هدف خود را تعیین مکان بهینه برای احداث پارک‌های شهری در منطقه‌ی ۳ مشهد بیان کردند. آنان برای دستیابی به هدف مورد نظر، معیارهایی از جمله وجود زمین‌های بایر، فاصله از مراکز آموزشی و فرهنگی، تراکم جمعیت، دسترسی به تأسیسات شهری و شبکه ی ارتباطی شهر و فاصله از پارک‌ها و فضای سبز موجود را ارزشگذاری کرده و سپس با استفاده از منطق فازی در محیط نرم‌افزار ArcGIS، لایه‌های مورد نیاز را فازی‌سازی کردند و در ادامه، لایه‌ها با یکدیگر تلفیق شدند. براساس نتایج تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، زمین‌های منطقه برای انتخاب مکان‌های مناسب فضای سبز اولویت‌بندی شد. در نهایت، زمین‌های اولویت‌بندی‌شده با نقشه‌ی کاربری اراضی ارزیابی شد که با کاربری موجود در منطقه همخوانی داشت (رضوی و همکاران، ۱۳۹۱).

در مقاله‌ی «فرایند سلسله‌مراتبی فازی شهودی» اهمیت استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره و نحوه‌ی محاسبات لازم در چنین فرایندی بیان شد. سپس برای نشان دادن کاربرد این روش، مثالی در مورد تصمیم‌گیری چندمعیاره، با عنوان انتخاب بهترین تأمین‌کننده‌ی جهانی ذکر و معیارها و زیرمعیارهای مختلفی در زمینه ی موضوع انتخاب شد و محاسبات لازم صورت گرفت و گزینه‌های موجود رتبه‌بندی شد (Xu & Liao, 2014).

## ۴. فرایند تصمیم‌گیری تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی با ذکر مثالی از اولویت‌بندی رشته‌های فنی و حرفه‌ای توسعه‌پذیر در هر منطقه

### ۴-۱. تعیین هدف

هدف در این مثال، اولویت‌بندی رشته‌های فنی و حرفه‌ای توسعه‌پذیر در هر منطقه است.

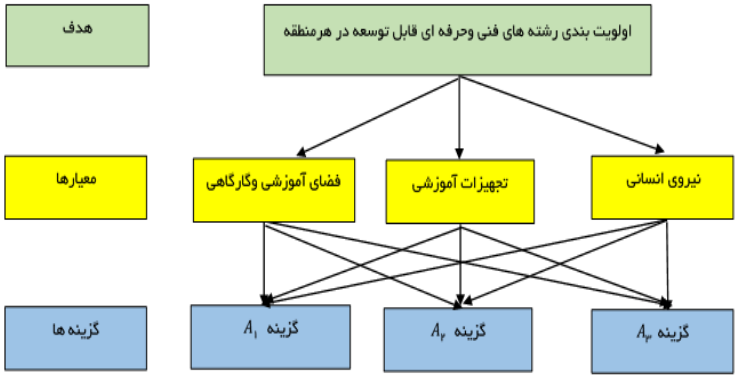
### ۴-۲. شناخت معیارهای تأثیرگذار در تصمیم‌گیری چندمعیاره

برای اولویت‌بندی رشته‌های فنی و حرفه‌ای توسعه‌پذیر در هر منطقه، معیارهای مختلفی (نیروی متخصص برای آموزش، تجهیزات کارگاهی، فضای آموزشی و کارگاهی، فضاهای رفاهی، زیرساخت ها و نیاز بازار کار، علاقه‌ی هنرجویان هنرستان‌ها به ادامه‌ی تحصیل در هر رشته، میزان تأثیر ایجاد هر رشته در توسعه ی پایدار منطقه و ...) وجود دارد که برای سادگی و کوتاه کردن راه‌حل در این تحقیق به انتخاب سه معیار و شاخص نیروی انسانی، فضای آموزشی و کارگاهی، و تجهیزات آموزشی بسنده شده است. هر کدام از این معیارها ممکن است دارای زیرمعیارهای مختلفی باشد.

### ۴-۳. تشکیل ساختار تصمیم‌گیری

ساختار کلی تصمیم‌گیری در این مثال، متشکل از سه سطحِ اهداف، معیارها و گزینه‌هاست.

اغلب مجموعه‌ی معیارها $C=\{C_1 ، C_2 ، C_3 \ \ldots\ldots\ldots\ldots ، C_n\}$ و مجموعه‌ی گزینه‌ها یا روش‌های موجود برای افزایش بهره‌وری با $A=\{A_1 ، A_2 ، A_3 \ \ldots\ldots\ldots\ldots ، A_n\}$ نمایش داده می‌شود.




**شکل ۱. ساختار تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی پژوهش**

## ۴-۴. تعیین متغیرهای زبانی فازی شهودی برای ارزیابی معیارها نسبت به هم

**جدول ۱. متغیرهای زبانی فازی شهودی برای اهمیت معیارها نسبت به هم**

| | |
|---|---|
| با اهمیت به‌طور مطلق کم | (۱/۰۰ ، ۰/۰۰) |
| با اهمیت بسیاربسیار کم | (۰/۰۵ ، ۰/۹) |
| با اهمیت بسیار کم | (۰/۱ ، ۰/۸) |
| با اهمیت کم | (۰/۲ ، ۰/۷) |
| با اهمیت تاحدودی کم | (۰/۳ ، ۰/۶) |
| با اهمیت یکسان | ( ۰/۵ ، ۰/۵) |
| با اهمیت تاحدودی زیاد | (۰/۶ ، ۰/۳) |
| با اهمیت زیاد | (۰/۷ ، ۰/۲) |
| با اهمیت بسیار زیاد | (۰/۸ ، ۰/۱) |
| با اهمیت بسیاربسیار زیاد | (۰/۹ ، ۰/۰۵) |
| با اهمیت به‌طور مطلق زیاد | (۱/۰۰ ، ۰/۰۰) |

## ۴-۵. تعیین متغیرهای زبانی فازی شهودی برای ترجیح زوجی گزینه‌ها

**جدول ۲. متغیرهای زبانی فازی شهودی برای ترجیح زوجی گزینه‌ها**

| | |
|---|---|
| به‌طور مطلق کم | (۱/۰۰ ، ۰/۰۰) |
| بسیاربسیار کم | (۰/۰۵ ، ۰/۹) |
| بسیار کم | (۰/۱ ، ۰/۸) |
| کم | (۰/۲ ، ۰/۷) |
| تاحدودی کم | (۰/۳ ، ۰/۶) |
| یکسان | (۰/۵ ، ۰/۵) |
| تاحدودی زیاد | (۰/۶ ، ۰/۳) |
| زیاد | (۰/۷ ، ۰/۲) |
| بسیار زیاد | (۰/۸ ، ۰/۱) |
| بسیاربسیار زیاد | (۰/۹ ، ۰/۰۵) |
| به‌طور مطلق زیاد | (۱/۰۰ ، ۰/۰۰) |

## ۴-۶. تشکیل ماتریس اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم

**جدول ۳. رابطه‌ی اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم**

| $R$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
|---|---|---|---|
| $C_1$ | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۶ ، ۰/۳) | (۰/۶ ، ۰/۳) |
| $C_2$ | (۰/۳ ، ۰/۶) | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۲ ، ۰/۷) |
| $C_3$ | (۰/۳ ، ۰/۶) | (۰/۷ ، ۰/۲) | (۰/۵ ، ۰/۵) |

## ۴-۷. تشکیل ماتریس رابطه‌ی ترجیحی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارها

**جدول ۴. رابطه‌ی ترجیحی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار $C_1$**

| $R$ | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۵ ، ۰/۴) | (۰/۶ ، ۰/۲) |
| $A_2$ | (۰/۴ ،۰/۵) | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۶۵ ،۰/۲۵) |
| $A_3$ | (۰/۲ ، ۰/۶) | (۰/۲۵ ، ۰/۶۵) | (۰/۵ ، ۰/۵) |

**جدول ۵. رابطه‌ی ترجیحی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار $C_2$**

| $R$ | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۶ ، ۰/۲) | (۰/۸ ، ۰/۱) |
| $A_2$ | (۰/۲ ، ۰/۶) | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۷ ، ۰/۲) |
| $A_3$ | (۰/۱ ، ۰/۸) | (۰/۲ ، ۰/۷) | (۰/۵ ، ۰/۵) |

**جدول ۶. رابطه‌ی ترجیحی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار $C_3$**

| $R$ | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۶ ، ۰/۲) | (۰/۷ ، ۰/۲) |
| $A_2$ | (۰/۲ ، ۰/۶) | (۰/۵ ، ۰/۵) | (۰/۸ ، ۰/۱) |
| $A_3$ | (۰/۲ ، ۰/۷) | (۰/۱ ، ۰/۸) | (۰/۵ ، ۰/۵) |

## ۴-۸. بررسی سازگاری ماتریس اهمیت زوجی شهودی معیارها

### ۴-۸-۱. تشکیل ماتریس R (رابطه‌ی اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم) (همان).

$$R = \begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} C_1 & C_2 & C_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} (0.5,0.5) & (0.6,0.3) & (0.6,0.3) \\ (0.3,0.6) & (0.5,0.5) & (0.2,0.7) \\ (0.3,0.6) & (0.7,0.2) & (0.5,0.5) \end{bmatrix} \end{array}$$

### ۴-۸-۲. تشکیل ماتریس $\bar{R}$

برای تعیین درجه‌ی عضویت‌ها و عدم عضویت‌ها در این ماتریس می‌توان از رابطه‌های زیر استفاده کرد (همان).

$$\bar{\mu}_{ik}=\frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1}\mu_{it}\mu_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1}\mu_{it}\mu_{tk}}+\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1}(1-\mu_{it})(1-\mu_{tk})}} \qquad k>i+1 \qquad (۵)$$

$$\bar{v}_{ik}=\frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1}v_{it}v_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1}v_{it}v_{tk}}+\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1}(1-v_{it})(1-v_{tk})}} \qquad k>i+1 \qquad (۶)$$

$$\bar{R}=\begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} C_1 & C_2 & C_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} (0.50,0.50) & (0.60,0.30) & (0.50,0.38) \\ (0.30,0.60) & (0.50,0.50) & (0.20,0.70) \\ (0.38,0.50) & (0.70,0.20) & (0.50,0.50) \end{bmatrix} \end{array}$$

**۴-۸-۳. محاسبه‌ی فاصله بین ماتریس $\bar{R}$ و ماتریس R (همان)**

$$d(\bar{R}-R)=\frac{1}{2(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\left|\bar{\mu}_{ik}-\mu_{tl}\right|+\left|\bar{v}_{ik}-v_{tl}\right|+\left|\bar{\pi}_{ik}-\pi_{tl}\right| \qquad (۷)$$

بعد از محاسبه‌ی این فاصله برای این تحقیق خواهیم داشت:

$$d(\bar{R}-R)=0.02$$

وچون $0.02<0.1$

در نتیجه ی سازگاری ماتریس اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم اثبات شد. اگر سازگاری در این ماتریس برقرار نباشد، باید ترمیم لازم روی این ماتریس انجام گیرد و دوباره مسئله‌ی سازگاری بررسی شود تـا در صورت سازگار بودن، وارد مرحله‌ی بعدی شد.

## ۴-۹. محاسبه‌ی وزن معیارها و گزینه‌ها در محیط فازی شهودی

برای محاسبه‌ی وزن معیارها و گزینه‌ها می‌توان از روابط زیر استفاده کرد (همان):

$$\omega_i = \left( \frac{\sum_{k=1}^{n} \mu_{ik}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\left(1 - v_{ik}\right)}, 1 - \frac{\sum_{k=1}^{n}\left(1 - v_{ik}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\mu_{ik}} \right) \quad (8)$$

$$\omega_{1=}\left(0.3542 , 0.5476\right)$$

$$\omega_{2=}\left(0.2083 , 0.7143\right)$$

$$\omega_{3=}\left(0.3125 , 0.5952\right)$$

**جدول ۷. وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها و وزن هر هرمعیار در مدل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی**

| $R$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $w_j$ |
|---|---|---|---|---|
| | $(0.3542,0.5476)$ | $(0.2083, 0.7143)$ | $(0.3125 ,0.5952)$ | |
| $A_3$ | $(0.3565 ,0.5365)$ | $(0.3878, 0.4634)$ | $(0.3673, 0.4878)$ | $(0.2891 ,0.5290)$ |
| $A_3$ | $(0.3163, 0.5731)$ | $(0.2857,0.5854)$ | $(0.3061 , 0.5610)$ | $(0.2445 ,0.5849)$ |
| $A_3$ | $(0.1939 ,0.6951)$ | $(0.1633 , 0.7561)$ | $(0.1633 , 0.7561)$ | $(0.1463 ,0.7228)$ |

**جدول ۸. وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها و وزن هر معیاردر تحلیل سلسله‌مراتبی**

| $R$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $w_j$ |
|---|---|---|---|---|
| | ۰,۴۰۰۳ | ۰,۲۴۳۹ | ۰,۳۵۵۷ | |
| $A_1$ | ۰,۴۰۶۵ | ۰,۴۵۶۲ | ۰,۴۳۳۷ | ۰,۳۶۹۰ |
| $A_2$ | ۰,۳۶۷۵ | ۰,۳۴۴۲ | ۰,۳۶۶۶ | ۰,۳۱۸۶ |
| $A_3$ | ۰,۲۴۳۱ | ۰,۱۹۹۶ | ۰,۱۹۹۶ | ۰,۲۰۱۴ |

## ۴-۱۰. محاسبه‌ی $\rho(\alpha) = 0.5(1 + \pi)(1- \mu\alpha)$

Szmidt و Kacprzyk برای اطمینان بیشتر از رتبه‌بندی IFVs در سال ۲۰۰۹، تابع ریاضی زیر را معرفی کردند (همان):

$$\rho(\alpha) = 0.5(1+\pi)(1-\mu\alpha)$$

$$\rho(\alpha_1) = 0.5\left(1+1-0.2891-0.5290\right)\left(1-0.2891\right) = 0.4201$$

$$\rho(\alpha_2) = 0.5\left(1+1-0.2445-0.5849\right)\left(1-0.2445\right) = 0.4422 \quad (9)$$

$$\rho(\alpha_3) = 0.5\left(1+1-0.1463-0.7228\right)\left(1-0.1463\right) = 0.4827$$

$$\Rightarrow \rho(\alpha_3) > \rho\left(\alpha_2\right) > \rho\left(\alpha_1\right) \Rightarrow A_3 > A_2 > A_1$$

بهترین گزینه‌ی مورد نیاز برای توسعه، $A_3$ است.

## ۵. نتیجه‌گیری

همان‌گونه که در این پژوهش دیده می‌شود، می‌توان با تلفیق روش تحلیل سلسله‌مراتبی با مجموعه‌های فازی شهودی و استفاده از روابط این مجموعه‌ها، تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره‌ی پیچیده مانند اولویت‌بندی رشته‌های فنی و حرفه‌ای توسعه‌پذیر در هر منطقه را با دقت زیاد انجام داد.

## ۶. پیشنهادها

۶-۱. براساس یافته‌های این تحقیق و با توجه به طولانی بودن محاسبات در این روش، پیشنهاد می‌شود علاوه بر بررسی سازگاری ماتریس‌ها هنگام تشکیل، در انتهای فرایند محاسبات نیز وزن‌های به‌دست‌آمده برای گزینه‌ها براساس هر معیار کنترل شود، به‌طوری که مجموع اوزان به‌دست‌آمده برای گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها عدد یک باشد. در غیر این صورت فرایند باید بازبینی شود. اما فاصله‌های جزئی با عدد یک در محاسبه به روش دستی، به‌علت رند کردن مکرر اعداد طی فرایند، طبق نظر محاسب تأییدشدنی است.

۶-۲. در صورتی که هر یک از معیارها از زیرمعیارهای فراوانی برخوردار باشد، می‌توان قبل از فرایند اصلی در این روش برای جلوگیری از پیچیده شدن محاسبات و ساده کردن فرایند، کل معیارهای اصلی و زیرمعیارها را تجزیه و تحلیل کارشناسی و رتبه‌بندی کرد و اهمیت فازی شهودی به‌دست‌آمده برای هر یک از معیارهای کلی را در فرایند اصلی روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی اعمال کرد.

## منابع


۱. اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۳)، «تصمیم‌گیری چندمعیاره»، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۲. روغنیان ،عماد و مجیبیان فاطمه (۱۳۹۱)، «تصمیم‌گیری گروهی برپایهٔ یک روش تاپسیس فازی شهودی ذوزنقه‌ای جدید»، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال دهم، ش ۲۶، صص ۴۶-۲۲.

۳. زارعی‌نژاد، محسن و حجتی، سید محمدحسین (۱۳۹۲)، «کاربرد مدل تلفیقی- مفهومی IF-AHP و FSIR در کارت امتیازی متوازن به‌منظور ارزیابی عملکرد واحد فناوری اطلاعات سیستم‌های بانکی»، نشریه‌ی تخصصی مهندسی صنایع، دورهٔ ۴۷ ، ش ۲، صص ۲۰۰-۱۸۳.

۴. ساعتی مهتدی، صابر؛ حاتمی ماربینی، عادل و ماکویی، احمد (۱۳۸۶)، «تصمیم‌گیری گروهی به‌کمک TOPSIS فازی»، مجلهٔ ریاضی کاربردی واحد لاهیجان، سال چهارم، ش ۱۳، صص ۳۴-۲۱.

۵. عطائی، محمد (۱۳۹۴)، «تصمیم‌گیری فازی»، شاهرود: انشارات دانشگاه شاهرود.

۶. عیسوی، وحید؛ کرمی، جلال؛ علی‌محمدی، عباس و نیک‌نژاد، سیدعلی (۱۳۹۱)، «مقایسهٔ دو روش تصمیم‌گیریی AHP و Fuzzy-AHP در مکان‌یابی اولیهٔ سدهای زیرزمینی در منطقهٔ طالقان»، نشریهٔ علم زمین ، سال بیست ودوم، ش ۸۵، صص ۳۴-۲۷.

۷. پاشا، عین‌اله و فاطمی، عادل (۱۳۸۱)، «مجموعه‌های فازی شهودی و اعمال روی این مجموعه‌ها به‌همراه مثالی از روان‌شناسی»،گزارش سومین همایش مجموعه‌های فازی و کاربرد آن، ۲۹ و۳۰ خرداد ۱۳۸۱، گروه ریاضی دانشگاه سیستان و بلوچستان، صص ۳۲-۲۲.

۸. قربانی، زینب؛ توکلی مقدم، رضا؛ وحدانی، بهنام؛ مینایی، منیر و موسوی، میثم (۱۳۹۳)، «حل یک مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب قوانین توزیع امکانات با استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی بازه‌ای»، مجلهٔ پژوهش‌های مدیریت در ایران، دورهٔ ۱۸، ش ۲، صص ۲۱۴-۱۹۵.

۹. کتابی، سعیده؛ حق‌شناس، اصغر و حدادیان، علیرضا(۱۳۸۵)، «انتخاب چندمعیارهٔ تأمین‌کنندگان با استفاده از AHP فازی»، فصلنامه‌ی مطالعات مدیریت صنعتی، دورهٔ ۴، ش ۱۲، صص ۹۶-۷۳.

۱۰. محمودی میرهاشم، وحید (۱۳۹۲)، «ارائه‌ی مدل فرایند سلسله‌مراتبی با به‌کارگیری داده‌های فازی شهودی»، کنفرانس مدیریت چالش‌ها و راهکارها، شیراز، دی ماه ۱۳۹۲.

۱۱. مشکینی، ابوالفضل؛ حبیبی، کیومرث و تفکری، اکرم (۱۳۸۹)، «تحلیل فضایی مکانی تجهیزات شهری و کاربست مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS (مطالعه‌ی موردی: ایستگاه‌های آتش‌نشانی هستهٔ مرکزی تهران)»، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ش ۷۴، صص ۱۰۱-۹۱.

12. Ayhan, M.B. (2013), "A FUZZY AHP APPROACH FOR SUPPLIER SELECTION PROBLEM: A CASE STUDY IN A GEARMOTOR COMPANY", International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC), Vol.4, No. 3, September 2013, pp. 11-23.

13. E. Szmidt & J. Kacprzyk (2009), "Amount of information and its reliability in the ranking of Atanassov's intuitionistic fuzzy alternatives", E. Rakus-Andersson, R. Yager, N. Ichalkaranje, and L. Jain, Eds. Recent Advancesin Decision Making (Studies in Computational Intelligence), Berlin, Germany: Springer, pp. 7–19.

14. Modarres, Mohammad; Sadi-Nezhad, Soheil & Arabi, Farzane (2010), "Fuzzy analytical hierarchy process using preference ratio: A case study for selecting management short course in a business school",International Journal of Industrial Engineering Computations, Vol. 1, No. 2, pp. 173–184

15. Saaty T.L. (2003), "Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process", RWS Publications, Pittsburgh, PA.

16. Xu, Zeshui*r* & Liao, Huchang (2014), "Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process" . IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS, VOL. 22, NO. 4, pp. 749-761.