DOI: 10.30495/jss.2022.1967508.1495
Research Paper

Fuzzy logic and the role of the weight of components affecting decision-making in social sciences

Lida Mahdizadeh Ghalehjoogh
Assistant Professor of Information Science, Islamic Azad University, Tabriz Branch.

Mahdi Mosayebzadeh
Assistant Professor of Geodesy, Islamic Azad University, Zarand Branch (Corresponding Author).
E- mail: mosayebz@ut.ac.ir

The problem of decision-making in social, political, economic, legal and etc. Issues is a problem with uncertainty, and this uncertainty is the main issue in fuzzy logic. Fuzzy logic is an advanced method for making decisions in all problems, which has been investigated in many researches, but the role of the weight of input components has not been explored much. The purpose of this research is to express the role of weight of input components in fuzzy logic and how to modify the weight of input components to achieve a fairer decision. In this research, first the concept of fuzzy logic is described and then the problem of weight is discussed from a mathematical point of view and it has been shown that, how much the application of the correct weight to the input variables can affect the issue of justice in decision making. Also, the method of "Variance Components Estimation" to correct the weight of input data has been introduced and described, and this mathematical point of view has been used and the process of weight correction in social, political, economic and etc. issues has been investigated. The mentioned examples have shown that, correcting the weight of the input variables makes the result more consistent with the concept of reality and justice. Finally, suggestions have been made so that different issues can be analyzed with a special process so that the inputs of different issues can correctly affect the results and achieve a fairer decision.

Conflict of interest:
ACCORDING TO THE AUTHORS, THE ARTICLE DID NOT HAVE ANY CONFLICT OF INTEREST.

Key words: ***Fuzzy Logic, Weight, Variance Component Estimation, Second Variance Factor.***

«مطالعات جامعه‌شناسی»
سال پانزدهم، شماره پنجاه و نهم، تابستان ۱۴۰۲
ص ص ۲۵-۷
DOI: 10.30495/jss.2022.1967508.1495

«مقاله پژوهشی»

منطق فازی و نقش وزن مولفه‌های موثر بر تصمیم‌گیری در علوم اجتماعی

لیدا مهدی‌زاده قلعه‌جوق[1]
مهدی مسیب‌زاده[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۶/۲۰ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۱/۷/۳۰

چکیده

مساله تصمیم‌گیری در مسائل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، حقوقی و ...، یک مساله همراه با عدم قطعیت است که این عدم قطعیت، موضوع اصلی در منطق فازی است. منطق فازی، یک روش پیشرفته برای اتخاذ تصمیم در تمام مسائل است که در تحقیقات بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است اما نقش وزن مولفه‌های ورودی، مورد کنکاش زیادی قرار نگرفته است. هدف از این پژوهش، بیان نقش وزن مولفه‌های ورودی در منطق فازی و نحوه اصلاح وزن مولفه‌های ورودی، برای نیل به تصمیم‌گیری عادلانه‌تر است. در این تحقیق، ابتدا مفهوم منطق فازی تشریح شده و سپس به مساله وزن از دید ریاضی پرداخته شده و نشان داده شده است که اعمال وزن صحیح به متغیرهای ورودی، چقدر می‌تواند بر روی مساله عدالت در تصمیم‌گیری تاثیرگذار باشد. هم‌چنین روش "برآورد مولفه‌های وریانس" جهت تصحیح وزن داده‌های ورودی، معرفی و تشریح شده است و از این دیدگاه ریاضی استفاده کرده و روند تصحیح وزن در مسائل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و ... بررسی شده است. مثال‌های ذکر شده، نشان داده است که اصلاح وزن متغیرهای ورودی، باعث می‌شود که نتیجه به دست آمده، با مفهوم واقعیت و هم‌چنین با مفهوم عدالت تطابق بیشتری داشته باشد. در نهایت پیشنهاداتی ارائه شده تا مسائل مختلف، با روند خاصی مورد تحلیل قرار بگیرند تا ورودی‌های مسائل مختلف، به صورت صحیح بر روی نتایج حاصله اثر گذاشته و به نتیجه مطلوب و تصمیم‌گیری عادلانه‌تری دست یابیم.

واژگان کلیدی: منطق فازی، وزن، برآورد مولفه‌های وریانس، فاکتور وریانس ثانویه.

---

۱. استادیار گروه علوم تربیتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران
۲. استادیار گروه عمران، واحد زرند کرماند، انشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران (نویسنده مسئول).
E- mail: mosayebz@ut.ac.ir

بیان مساله

تصمیم‌گیری در مورد یک رفتار اجتماعی و این که این رفتار یک عمل مجرمانه است یا نه، در اکثر اوقات یک فرآیند پیچیده بوده و معمولاً یک نتیجه توام با شک و تردید به همراه دارد. در بسیاری از موارد نیازمند یک تصمیم هستیم که به موضوع عدالت خدشه‌ای وارد نکند. برخورد دوارزشی [1] ۰ یا ۱ با موضوع جرم، یک برخورد سطحی و در واقع آسان‌ترین راه‌حل است. به عنوان یک مثال ساده در نظر بگیرید که اگر حد مجاز یک کمیت عددی، با یک عدد استاندارد تعریف شود، مثلاً زمانی که یک عدد به عنوان حداکثر سرعت مجاز در جاده تعریف می‌شود، این تعریف، ساده‌ترین راه‌حل برای کنترل افراد برای رعایت آن کمیت است. با تعریف یا تعیین این عدد استاندارد، هر نوع تجاوز از آن عدد استاندارد، یک عمل مجرمانه و مستحق اعمال جریمه تلقی خواهد شد. این نوع نگرش به مسائل، مشکلاتی را به همراه می‌آورد. به طور مثال در این موضوع حداکثر سرعت مجاز، مثلاً با تعریف حداکثر سرعت ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت در یک اتوبان، دو نوع مشکل بروز می‌کند. اول این که تفاوت بین سرعت ۱۲۰ با ۱۲۱، فقط در یک کیلومتر بر ساعت است. در نتیجه اگر تنها یک کیلومتر بر ساعت، در کیلومتر شمارِ خودرو یا سرعت‌سنج پلیس، خطای دستگاهی وجود داشته باشد، بسیاری از راننده‌ها بدون دلیل و به صورت ناعادلانه جریمه می‌شوند. مشکل دوم آن است که تفاوتی بین سرعت ۱۲۵ و سرعت ۱۳۰ کیلومتر بر ساعت وجود نداشته و هر دو راننده به یک میزان مجرم تلقی می‌شوند. در این نوع نگرش که نگاهی دوارزشی به مسائل است، ارزش یک عبارت، فقط می‌تواند "درست" یا "غلط" باشد و به عبارت دیگر، ارزش منطقی متغیرها یا ۰ فرض شده و یا ۱ در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه یک خلأ منطقی در نتیجه تصمیم‌گیری وجود داشته و در این منطق، تصمیم‌گیری‌ها لزوماً با عدالت همراه نیستند. نوع دیگری از ارزش‌گذاری وجود دارد که برای از بین بردن این خلأ منطقی، بین حقیقت سیاه و حقیقت سفید، حقیقت دیگری به نام خاکستری معرفی می‌کند و به منطق فازی مشهور است. به طور مثال به جای جریمه ثابت برای سرعت غیر مجاز، یک خروجی به صورت تابعی از سرعت، برای جریمه در نظر گرفته شود.

مفهوم منطق فازی نزدیک به تفکر انسان و فعالیت‌های طبیعی است(۱۰). اگر به مسائل اجتماعی و مراودات فرهنگی و سیاسی، از نقطه نظر ریاضی و با منطق فازی نگاه کنیم، یک نوع نگرش خاص به وجود می‌آید که نتیجه تصمیم‌گیری‌ها را بسیار معتدل کرده و منجر به نتایج عادلانه‌تری خواهد شد. آقامحمدی(۱۳۸۹)، به سامانه‌های خبره تصمیم‌گیری مبتنی بر قواعد فازی اشاره می‌کند و روشی برای پردازش وقایع غیر قطعی ارائه می‌کند که کشورهای پیشرفته توانسته‌اند با استفاده از سامانه‌های خبره مبتنی بر قواعد فازی، امکان تصمیم‌گیری صحیح و سریع را در شرایط بحران فراهم کنند. در این تحقیق سعی می‌کنیم این نوع نگاه را به صورت خاص و از منظر ریاضی واکاوی نموده و سپس، از نتایج آن در

[1]. Binary

سایر حوزه‌ها استفاده کنیم. حال اگر بخواهیم از منطق فازی در تصمیم‌گیری‌ها استفاده کنیم، باید یک توجه ویژه به مساله وزن مولفه‌های ورودی داشته باشیم. برای روشن شدن مطلب، فرض کنید سه زاویه یک مثلث را از سه روش مختلف به صورت $(\alpha_1 = 60^\circ, \alpha_2 = 60^\circ, \alpha_3 = 59^\circ)$ قرائت کرده‌ایم. واضح است که ۱ درجه خطا در مشاهدات وجود دارد زیرا جمع زوایا به عدد ۱۸۰ درجه نرسیده است. اگر بخواهیم زوایای صحیح را به دست آوریم، باید این مقدار خطا را به مشاهدات اعمال کنیم و به اصطلاح، ورودی‌ها را تصحیح کنیم. دو روش برای این تصحیح وجود دارد. روش اول این است که این خطا را به سه قسمت تقسیم کرده و با علامت معکوس، به هر زاویه اضافه کنیم. در این صورت زوایای تصحیح شده، برابر با $(\alpha_1 = 60^\circ 20', \alpha_2 = 60^\circ 20', \alpha_3 = 59^\circ 20')$ به دست خواهد آمد. روش دوم این است که با دید فازی به اعداد نگاه کنیم. اگر دقیق‌تر به این مثال دقت کنیم، متوجه می‌شویم که هر زاویه، از یک روش مختلف به دست آمده است. در نتیجه دقت (یا وزن) هر مشاهده، متفاوت است. حال اگر دقت این اعداد به صورت $(\alpha_1 = 60^\circ \pm 1^\circ, \alpha_2 = 60^\circ \pm 1', \alpha_3 = 59^\circ \pm 1'')$ تعریف شده باشد، با نگاه اول متوجه این نکته می‌شویم که تصحیح زوایا، نباید به صورت یکسان انجام شود. در واقع، رعایت مساوات در این مساله، کاملاً ناصحیح و یا به عبارتی ناعادلانه است. دقت مشاهده اول، ۱ درجه است در حالی که دقت مشاهده سوم، ۱ ثانیه است. مشاهده سوم، اصولاً نمی‌تواند حدود ۲۰ دقیقه خطا داشته باشد. در نتیجه، مقدار تصحیح هر زاویه، با توجه به مقدار دقت یا مقدار وزن آن مشاهده باید تعیین شود. همان طور که در این مثال کاملاً واضح است، مساله وزن، یک نکته اساسی است اما مهم‌تر این است که چگونه این وزن را تعیین کنیم؟ مساله اصلی این پژوهش، جواب دادن به این سوال است که اگر به یک مساله با دید منطق فازی نگاه کنیم و وزن یک مشاهده اشتباه تعیین شده باشد و یا این که اصلاً وزنی برای آن تعریف نشده باشد، چگونه می‌توان یک وزن صحیح برای آن مشاهده تعیین کرد؟

اهداف تحقیق

– تعیین و تشریح ریاضیات حاکم بر عدم قطعیت در منطق فازی و استفاده از نتایج مدل ریاضی برای تصمیم‌گیری در مسائل اجتماعی.

– تبیین و تشریح روش تصحیح وزن مولفه‌های ورودی در مسائل ریاضی و کاربرد این روش در مسائل اجتماعی

سوال‌های پژوهش

– آیا می‌توان ریاضیات حاکم بر مسئله عدم قطعیت منطق فازی را بر مسائل اجتماعی تسری داد؟

– در منطق فازی، وزن مولفه‌های ورودی برای مسائل اجتماعی چگونه تصحیح می‌شود؟

متغیرهای اصلی پژوهش

وزن: وزن، یک ویژگی برای متغیرها است که کیفیت و یا درجه اثر آن‌ها را نمایش می‌دهد. این کیفیت، هم در ریاضیات و هم در علوم اجتماعی می‌تواند به دو معنی باشد. اول این که دقت یک مولفه چقدر است؟ هرچه دقت متغیر بالاتر باشد، اثرگذاری آن متغیر، در مساله تصمیم‌گیری دقیق‌تر خواهد بود. دوم این که، وزن به مفهوم مقدار تاثیر نیز هست. یعنی وزن می‌تواند نشان دهد که هر مولفه ورودی، چقدر بر روی نتیجه اثر می‌گذارد.

فاکتور وریانس ثانویه: یک ضریب است که کیفیت وزن متغیرها را نشان می‌دهد. هر قدر که فاکتور وریانس ثانویه به عدد ۱ نزدیک‌تر شود، نشان دهنده این است که وزن این متغیر، بهتر تعیین شده است. به عبارت دیگر، این ضریب نشان می‌دهد که مقدار تاثیر یک متغیر بر روی تصمیم نهایی، مقدار صحیح است یا نه.

منطق فازی: یک نوع منطق براساس عدم قطعیت است که در مقابل منطق دوارزشی و دیدگاه قطعی، معنی پیدا می‌کند. عبارات منطقی در این دیدگاه، به غیر از اعداد ۰ و ۱، می‌توانند ارزش‌های منطقی دیگری نیز داشته و اصولاً با قطعیت همراه نباشند.

روش تحقیق

تحقیق حاضر، از نظر روش تحقیق، توصیفی- تحلیلی است. در این تحقیق ریاضیات حاکم بر مساله عدم قطعیت بررسی شده و روش تصحیح وزن متغیرهای ورودی تشریح شده است. سپس، از نتایج این روش ریاضی برای نیل به تصمیم‌گیری عادلانه‌تر در مسائل اجتماعی استفاده شده است. در این تحقیق از شبیه‌سازی تحلیل ریاضی منطق فازی استفاده کرده و کاربرد آن در مسائل اجتماعی و بخصوص در مساله تصمیم‌گیری تشریح شده است.

پیشینه و سوابق پژوهش

لطفی‌زاده(۱۹۶۵)، در مقاله‌ای با عنوان "Fuzzy Sets" اصطلاح "منطق فازی" را برای اولین بار ابداع نمود. در منطق فازی، از مفهوم عدم قطعیت بحث شده است و به جز تعیین اعداد ۰ و ۱، روش دیگری برای تعیین ارزش متغیرها مشخص می‌شود.

مکتبی‌فرد(۱۳۸۷)، در مقاله‌ای با عنوان "مدیریت اطلاعات با رویکرد فازی"، به کاربرد منطق فازی در علوم اطلاع رسانی و کتابداری اشاره کرده است. در این تحقیق بیان شده که در تقابل با منطق دوارزشی ارسطویی، ابهام به عنوان بخشی از سیستم پذیرفته شده و بر مفاهیم مبهم و نامعیّن دلالت می‌کند. در شرایطی که ماشین قادر به درک مفاهیم کیفی که به راحتی برای انسان قابل فهم است نیست، منطق فازی شیوه تفکر انسان را به فناوری منتقل می‌کند.

گلشنی و قائدی(۱۳۹۲)، در مقاله‌ای با عنوان "روش فازی در پژوهش، پلی ما بین روش‌های کمی و کیفی پژوهش"، به موضوع منطق فازی به عنوان یک نوع منطق چند ارزشی پرداخته است که ریشه در افکار افلاطون و فلسفه شرقی دارد. در این تحقیق عنوان شده است که بر خلاف منطق دوارزشی ارسطویی که به دنبال پاسخ آری و یا نه برای تعمیم به تمام پدیده‌ها می‌باشد (هم‌چون پوزیتیویسم)، منطق فازی جهان را همان گونه که هست معرفی می‌کند. هم‌چنین نویسندگان بیان کرده‌اند که با وجود منفعت‌های زیاد منطق فازی (به دلیل نقش برجسته ریاضیات در آن)، مشکل عمده این منطق ریاضی این است که تولید کننده الگوهای فکری بشری نیست. زیرا الگوهای فکری بشری اغلب شهودی هستند و ریاضیات از درک پیچیدگی‌های آن عاجز است. اما در نهایت، به نظر نویسندگان این مقاله، در روش فازی، رویکرد کمی و کیفی حضور همزمان دارند و این روش پلی بین روش کمی و کیفی برقرار می‌سازد.

عباسی تقی دیزج و فراستخواه(۱۳۹۳)، در تحقیقی با عنوان "تحلیل فازی عوامل مؤثر بر توازن بین برابری آموزش عالی و توسعه اقتصادی در سطح کلان" به تشریح ابتدایی منطق فازی پرداخته است. در این مقاله عنوان شده که در مجموعه فازی، بر عکس مجموعه کلاسیک که عضویت عنصری در یک مجموعه قطعی است و یا قطعی نیست، بحث از عضویت قطعی نیست و یک عنصری کم و بیش عضو است و ما به جای قطعیت عضویت با درجه‌ای از عضویت سر و کار داریم. در این منطق، واقعیت اجتماعی هویتی فازی داشته و در آن بر حضور همزمان پیچیدگی، عمومیت و تنوع واقعیت جتماعی تأکید می‌شود. آزمون فرضیات به روش فازی نیز ناظر بر تعیین درجه صدق و کذب عضویت در مجموعه است. در این میان حداقل سه عدد به عنوان کیفیت تعلق به یک مجموعه بیان می‌شود. یکی عدد صفر که عدم تعلق (عدم عضویت کامل) عنصر را می‌رساند. در مقابل عدد ۱، عضویت کامل را نشان می‌دهد و نقطه تقاطع، یعنی ۰,۵ که نشان دهنده آن است که عنصر مربوطه هم عضو زیر مجموعه هست و هم نیست.

ابوذری(۱۳۹۸)، در تحقیقی با عنوان "نگرش فازی در حوزهٔ سن مسئولیت کیفری"، به موضوع آغاز سن مسئولیت کیفری از منظر منطق فازی در قوانین داخلی و بین‌المللی پرداخته است. این که آیا در خصوص سن آغاز مسئولیت کیفری، نگرش دفعی و جهشی پذیرفته شود یا شکل‌گیری مسئولیت کیفری و آمادگی پذیرش کیفر به صورت تدریجی و مرحله‌ای باشد؟ و با دید فازی به این قضیه، در هر مرحلهٔ رشدی به تدریج مراتب کیفری، از خفیف تا کامل شکل گرفته شود. در این مقاله، ضمن تبیین و توضیح نگرش فازی و ضرورت‌های به کارگیری آن در حوزه‌های مختلف، قواعد آن درخصوص سن مسئولیت کیفری با ترسیم نمودارهای فازی و سیستم استنتاجی فازی ارائه شده است تا در نهایت ضرورت به کارگیری نگرش فازی و نحوهٔ اعمال محاسبات فازی در ترسیم رابطهٔ سن با درجهٔ مسئولیت کیفری و نوع مجازات و فواید این امر نشان داده شود.

نارانجو، آرویو و سانتوز[1](۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان " Fuzzy modeling of stock trading with fuzzy candlesticks"روشی را برای تشخیص الگوهای کندل استیک[2] در یک سیستم معاملاتی سهام با استفاده از منطق فازی پیشنهاد می‌کند. در این مقاله بیان شده که استفاده از قوانین فازی اجازه می‌دهد تا عدم قطعیت را در یک تصمیم معاملاتی لحاظ کرده و نه تنها به سرمایه‌گذار در مورد زمان سرمایه‌گذاری، بلکه در مورد میزان سرمایه‌گذاری نیز مشاوره می‌دهد.

کریمی، نیکنامفر و نیاکی(۲۰۱۹)، در مقاله با عنوان " An Application of Fuzzy-Logic and Grey-Relational ANP-Based SWOT in the Ceramic and Tile Industry" به بیان این مطلب می‌پردازند که در نظریه کلاسیک، یک عنصر، یا به یک مجموعه تعلق دارد یا تعلق ندارد. این مفهوم دقیق و تعیین کننده، اجازه نمی‌دهد تا موقعیت‌هایی که اغلب با آن مواجه می‌شویم را در نظر بگیریم که در آن، یک شی ممکن است تعلق خاصی به یک مجموعه خاص داشته باشد.

هرناندز و هیدالگو[3](۲۰۲۰)، مقاله‌ای با عنوان " Fuzzy Logic in Business, Management and Accounting" منتشر کرده‌اند که برای نشان دادن اجرای منطق فازی در کسب و کار، مدیریت و حسابداری، مقالات منتشر شده در Scopus را بررسی کرده‌اند. در این مقاله اذعان شده که مسائل پیچیده می‌توانند با داده‌های نه چندان دقیق و مبهم، حل شده و به نتیجه برسند.

مبانی نظری

اصطلاح "منطق فازی" اولین بار توسط لطفی‌زاده(۱۹۶۵)، ارائه گردید. در منطق فازی، به جز تعیین اعداد ۰ و ۱، روش دیگری برای تعیین ارزش متغیرها معرفی می‌شود. در این منطق، تعلق یک متغیر به دو مجموعه مختلف (و گاهی اوقات، دو مجموعه متضاد)، با دو عدد ۰ و ۱ بیان نمی‌شود و به جای این دو عدد، کیفیت تعلق به دو مجموعه بیان خواهد شد. برای درک بهتر در مورد مفهوم عدم قطعیت در منطق فازی، سوال "تپه و کوه" مطرح می‌شود. فرض کنید در پرداخت حق‌الزحمه یک پروژه عمرانی، به طور مثال پروژه نصب دکل برق، تعرفه انجام پروژه عمرانی در مناطق کوهستانی، با تعرفه انجام پروژه در مناطق پست، بسیار متفاوت باشد. حال برای پرداخت حق‌الزحمه پیمانکاران، باید تشخیص دهیم که منطقه دارای چه نوع ارتفاعی است و در نهایت باید به سوال زیر پاسخ دهیم:

سوال: برای دسته‌بندی ارتفاعات، تپه و کوه را چگونه از یکدیگر جدا کنیم؟

اگر جواب این سوال تنها با یک عدد بیان شود، مثلاً اگر ارتفاع تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا را "تپه" نامیده و بلندی‌های با ارتفاع بزرگ‌تر از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا را "کوه" بنامیم، یک مشکل عمده در

---

1. Naranjo, Arroyo & Santos
2. Candlestick
3. Hernanzez & Hidalgo

این طبقه‌بندی بروز خواهد کرد؛ مثلاً تپه‌ای که ارتفاع آن ۱۹۹۸ متر از سطح دریا است را در نظر بگیرید. اگر یک کپه خاک به ارتفاع ۳ متر را روی این تپه ایجاد کنیم در این صورت ارتفاع قله، به ۲۰۰۱ متر از سطح دریا خواهد رسید. اگر با منطق دوارزشی به این ارتفاع نگاه کنیم، با این تغییر کوچک، به یکباره ارزش منطقی این عارضه، از "تپه" به "کوه" تغییر خواهد کرد. واضح است که این تغییر عنوان از "تپه" به "کوه" کاملاً غلط بوده و از مفهوم "عدالت" فاصله زیادی دارد. همین موضوع در مورد سرعت خودروها نیز صادق است و هم‌چنین، این نوع نگاه، در مورد اتفاق افتادن انواع جرم نیز صادق است. در منطق فازی برای حل این مشکلات، سعی بر این است که برای یک موضوع خاص، به صراحت، "عنوان" تعیین نشود و به جای آن، سعی شود که از عدم قطعیت در تصمیم‌گیری استفاده کرده و از مفهوم "درجه تعلق" یا "درصد تعلق" استفاده شود. مثلاً در مورد مثال "تپه و کوه"، به جای این که تپه و کوه را با یک عدد استاندارد از هم جدا کنیم، منطق تعلق به دو گروه را تغییر دهیم. در منطق فازی، تمام ارتفاعات، هم کوه هستند و هم تپه؛ اما درصد تعلق به این دو عنوان کلی، با افزایش ارتفاع تغییر می‌کند. مثلاً ارتفاع ۲۰۰ متری از سطح دریا، هم یک تپه است و هم یک کوه؛ اما در مورد این مثال، میزان تعلق به عنوان "کوه" را می‌توان مثلاً ٪۵ و میزان تعلق به عنوان "تپه" را ٪۹۵ در نظر گرفت. با افزایش این ارتفاع، میزان تعلق تغییر می‌کند و مثلاً ارتفاع ۱۰۰۰ متری، به احتمال ٪۳۰ تپه بوده و به احتمال ٪۷۰ یک کوه خواهد شد و یک ارتفاع ۳۰۰۰ متری، به احتمال ٪۹۵ یک کوه بوده و به احتمال ٪۵ یک تپه است.

اکنون از زاویه دیگری به مساله کوه و تپه نگاه کنیم. آیا همیشه این اعداد و نتیجه دسته‌بندی آن، یکسان است؟ آیا این که این کوه یا تپه در چه منطقه‌ای قرار دارد، در کوه بودن یا تپه بودن تاثیری ندارد؟ مثلاً در یک دشت مسطح در اطراف شهر همدان که همه زمین‌های اطراف آن حدود ۱۸۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند، ارتفاع ۲۱۰۰ متری از سطح دریا، واقعا یک کوه دیده می‌شود؟ توجه شود که ارتفاع ۲۱۰۰ متر، فقط ۳۰۰ متر از زمین‌های اطراف بلندتر است. این در حالی است که ارتفاع ۲۱۰۰ متر در مناطق ساحلی دریای خزر، یک ارتفاع بسیار بلند به نظر رسیده و یک کوه بلند دیده می‌شود. با این مثال ساده متوجه می‌شویم که در بسیاری اوقات، تصمیم‌گیری در مورد تعلق یک متغیر به یک گروه، فقط وابسته به یک متغیر نیست و ممکن است متغیرهای بیشتری در یک تصمیم‌گیری دخیل باشند و با تغییر شرایط، متغیرهای دیگری نیز ممکن است در نتیجه تصمیم‌گیری دخالت نمایند. در ابتدای نگاه فازی به مسائل مختلف، فقط درصد تعلق به دو مجموعه مطرح می‌شود اما این نوع نگاه، به نتایج گسترده‌تری منجر می‌شود. این نوع نگاه، از دیدگاه ریاضی به مساله وزن‌دار شدن مشاهدات می‌انجامد. به این معنی که برای هر متغیر ورودی در هر مساله، یک کمیت به عنوان وزن تعریف کنیم تا مقدار تاثیر مشاهدات مختلف، بسته به اهمیت و دقت آن‌ها متفاوت باشد. در مسائل اجتماعی نیز این نوع نگاه بسیار کارآمد بوده و قابلیت آن را دارد که نحوه برخورد با مسائل اجتماعی را بسیار علمی‌تر و منطقی‌تر نماییم.

نگاه از منظر منطق فازی، در جرم‌انگاری بسیاری از رفتارهای افراد جامعه، می‌تواند تحول اساسی ایجاد کند. به خصوص در مورد تصحیح میزان تاثیر متغیرهای مساله بر روی نتیجه نهایی، این مساله می‌تواند بسیار راهگشا باشد.

تشریح نقش وزن در منطق فازی از منظر ریاضیات

از نظر ریاضی وزن یک ویژگی برای متغیرها است. هم متغیرهای مستقل می‌توانند وزن داشته باشند و هم متغیرهای وابسته می‌توانند به صورت وزن‌دار به دست آمده و برای آن‌ها یک خصیصه به عنوان "کیفیت" به دست آوریم. برای تعیین کیفیت متغیرهای وابسته، از روی دقت متغیرهای مستقل، از قانون انتشار خطاها در روش کمترین مربعات استفاده می‌شود. در روش کمترین مربعات یک رابطه بصورت رابطه *(۱)* تعریف می‌شود [۸].

$$X = BL \qquad (۱)$$

X بردار مجهولات یا نتایج مساله بوده و L برداری است که متغیرهای مستقل مسئله در آن قرار دارند. B یک ماتریس است که نحوه رابطه بین خروجی مساله و ورودی‌ها را مشخص می‌کند. اگر بتوانیم رابطه (۱) را بین مجهولات و ورودی‌ها بنویسیم، در این صورت برای L می‌توانیم یک ماتریس دقت یا ماتریس وریانس‌کوواریانس تعریف کنیم که به صورت رابطه (۲) بیان می‌شود.

$$\sum_L = \begin{bmatrix} \sigma_{l_1}^2 & & & \\ & \sigma_{l_2}^2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \sigma_{l_n}^2 \end{bmatrix} \qquad (۲)$$

$\sigma_{l_i}^2$ وریانس (توان دوم دقت یا توان دوم خطای) هر متغیر مستقل است که معکوس آن یعنی $1/\sigma_{l_i}^2$ وزن آن متغیر خواهد بود. در نتیجه هر چه خطای متغیر کمتر باشد وزن آن متغیر مستقل یا آن مشاهده بیشتر خواهد شد. این مساله به روش کمترین مربعات حل شده و دو خروجی می‌تواند داشته باشد. خروجی اول، خود مجهولات هستند و خروجی دوم، دقت یا وزن متغیر مستقل است. البته در اکثر اوقات روابط بین مجهولات و ورودی‌ها به صورت بر عکس تعریف می‌شود یعنی این که مولفه‌های ورودی، به صورت توابعی از نتایج تعریف می‌شوند. در این صورت رابطه (۱) به صورت رابطه (۳) تغییر شکل می‌دهد.

$$L = AX \qquad (۳)$$

A یک ماتریس است که نحوه ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی مسئله را تعیین می‌کند. در این حالت نیز مجهولات با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شوند [۸].

$$X = (A^T \sum_L^{-1} A)^{-1} A^T \sum_L^{-1} L \quad (۴)$$

با مقایسه رابطه (۴) با رابطه (۱) می‌توان رابطه *(۵)* را در نظر گرفته و در این صورت باز هم رابطه (۳) به حالت رابطه (۱) تبدیل می‌شود.

$$B = (A^T \sum_L^{-1} A)^{-1} A^T \sum_L^{-1} \quad (۵)$$

اکنون ماتریس دقت نتایج می‌تواند با استفاده از قانون انتشار خطاها به صورت رابطه (۶) به دست آید[۸].

$$\sum_X = B \sum_L B^T \quad (۶)$$

در رابطه (۶) حالت کلی ماتریس دقت نتایج $\sum_X$ به صورت رابطه (۷) است[۸].

$$\sum_X = \begin{bmatrix} \sigma_{X_1}^2 & & & \\ & \sigma_{X_2}^2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \sigma_{X_u}^2 \end{bmatrix} \quad (۷)$$

در رابطه (۷) عناصر روی روی قطر اصلی، واریانس متغیرهای وابسته و عناصر خارج از قطر اصلی، کوواریانس بین مجهولات است. هم‌چنین در رابطه *(۷)*، $\sigma_{X_j}^2$ واریانس یا توان دوم دقت مجهول شماره j است و در نتیجه $1/\sigma_{X_j}^2$ ، وزن مجهول شماره j خواهد بود. البته در بسیاری از موارد ممکن است فقط یک مجهول داشته باشیم و کوواریانسی وجود نداشته باشد. اما مسئله اصلی که در این مقاله به آن می‌پردازیم، این است‌که اگر در ابتدای حل مساله، وزن یا کیفیت متغیرهای مستقل، به صورت صحیح تعریف نشده باشد چه اتفاقی می‌افتد؟ مثلاً یک ورودی را بسیار با اهمیت در نظر گرفته‌ایم ولی در واقعیت، آن متغیر، زیاد هم با اهمیت نیست و در مقدار مجهول، تاثیر زیادی ندارد و در نتیجه باید در تصمیم‌گیری نهایی، تاثیر کمتری داشته باشد و یا بالعکس، ممکن است اهمیت یک متغیر را کمتر از واقعیت درنظر گرفته باشیم که در این صورت باید وزن متغیرها را اصلاح کنیم. برای اصلاح این نوع از اشتباهات، یک روش تصحیح وجود دارد که روش "برآورد مولفه‌های واریانس[1]" نامیده می‌شود. برای

[1]. Variance Component Estimation (VCE)

تشریح این روش، یک مسئله عددی طراحی کرده و در حین حل مسئله، کاربرد این روش و نتایج آن را بررسی می‌کنیم.

مسئه عددی: متوسط تولیدات علمی (تعداد مقالات چاپ شده در مجلات با درجه علمی- پژوهشی) چند دانشگاه بزرگ در دو دوره ۵ ساله در جدول (۱) ثبت شده است و قصد داریم متوسط تولیدات علمی این دانشگاه‌ها را در این دو دوره پنج ساله با هم مقایسه کنیم.

جدول شماره (۱): متوسط تعداد مقالات چاپ شده اعضای هیات علمی ۷ دانشگاه در ۲ دوره پنج ساله

شماره دانشگاه	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7
تعداد اعضای هیات علمی دانشگاه	۲٤۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۰۳	۲۲۰	۲۳۰	۲۲۰
متوسط تعداد مقالات چاپ شده هر هیات علمی در دوره پنج ساله اول	۲۰	۱۹	۱۸	٦	۱۹	۱۸	۱۹
متوسط تعداد مقالات چاپ شده هر هیات علمی در دوره پنج ساله دوم	۱۸	۱۸	۱۷	۱٦	۱۷	۱۷	۱٤

اگر مسئله را به صورت عادی و با میانگین‌گیری وزن‌دار حل کنیم، میانگین تولیدات علمی در دوره اول برابر ۱۶٫۴۳ و میانگین تولیدات علمی در دوره دوم برابر ۱۶٫۶۹ خواهد شد. اما با نگاه دقیق‌تر و عادلانه‌تر به تولیدات علمی هر دو دوره، مشخص می‌شود که تمام اعداد دوره اول، از تمام اعداد دوره دوم بهتر است و فقط در یک دانشگاه، متوسط تولیدات علمی، عدد ۶ بوده است که می‌تواند بنا به دلایل موجه اتفاق افتاده باشد. واضح است که از نظر علمی، تولیدات دانشگاه‌ها در دوره پنج ساله اول، بهتر از دوره پنج ساله دوم است. اما اگر با دید ساده و دوارزشی به قضیه نگاه کنیم، میانگین تولیدات علمی دوره دوم بیشتر بوده و به عنوان دوره بهتر انتخاب می‌شود.

حال یکبار دیگر این مسئله را حل می‌کنیم و این بار سعی می‌کنیم با تصحیح وزن، و با استفاده از روش برآورد مولفه‌های واریانس به جواب بهتر برسیم. برای این منظور مدل کمترین مربعات این مسئله را می‌نویسیم. در این صورت مدل ریاضی برای میانگین تولیدات علمی دوره اول، به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} l_1 &= x \\ l_2 &= x \\ &\vdots \\ l_7 &= x \end{aligned} \qquad (۸)$$

$$\Rightarrow A = [1,1,1,1,1,1,1]^T \qquad (۹)$$

$$L = [20,19,18,6,19,18,19]^T \qquad (۱۰)$$

$$P=\begin{bmatrix} 240 & & & & & & 0 \\ & 220 & & & & & \\ & & 200 & & & & \\ & & & 310 & & & \\ & & & & 220 & & \\ & & & & & 230 & \\ 0 & & & & & & 220 \end{bmatrix} \quad (۱۱)$$

در این صورت جواب مسئله (میانگین تولیدات علمی دوره اول)، باز هم عدد $\overline{L}=16.43$ به دست می‌آید.

در روش برآورد مولفه‌های واریانس، وزن داده‌های ورودی که در رابطه (۱۱) ذکر شده است، اصلاح می‌شود. یعنی یک ضریب σ_0^2 تعیین می‌شود که فاکتور واریانس ثانویه نامیده شده و با استفاده از روابط (۱۲) تا (۱۴) به دست می‌آید[۶] .

$$R=I-A^T(A^TPA)^{-1}A^TP \quad (۱۲)$$

$$V=AX-L \quad (۱۳)$$

$$\sigma_{0\,i}^2=\frac{V_i^TP_{i,i}V_i}{R_{i,i}} \quad (۱۴)$$

R ماتریس آزادی نامیده شده و $R_{i,i}$ درجه آزادی متغیر مستقل شماره i و V بردار باقی‌مانده‌ها است که در این مثال، اختلاف میانگین علمی هر دانشگاه با مقدار معدل است. اکنون می‌توان برای هر مولفه ورودی، یک ضریب تصحیح σ_0^2 به دست آورد. اگر برای میانگین تولیدات علمی دوره اول σ_0^2 را برای هر دانشگاه محاسبه کنیم، نتیجه بردار زیر خواهد شد:

$$\sigma_0^2=[3589.51,1682.35,563.72,41558.36,1682.35,662.07,1682.35]^T \quad (۱۵)$$

برای اصلاح وزن مولفه‌های ورودی، وزن همه متغیرها باید بر این اعداد به دست آمده در رابطه (۱۵) تقسیم شوند. یعنی مثلاً وزن متغیر شماره یک (دانشگاه شماره U1) باید از عدد ۲۴۰ به عدد ($\frac{240}{3589.51}=0.0669$) تغییر کند. همزمان، وزن متغیر چهارم (دانشگاه شماره U4) باید از عدد ۳۱۰ به عدد ($\frac{310}{41558.36}=0.0075$) تغییر کند. واضح است که در این صورت وزن متغیر چهارم نسبت به

متغیر اول، در نتیجه معدل، بسیار کاهش خواهد یافت. پس از اعمال ضرایب رابطه (۱۵) به وزن داده‌ها در رابطه (۱۱)، دوباره مسئله را با وزن جدید حل می‌کنیم؛ در این صورت میانگین تولیدات علمی دوره اول برابر با ۱۸,۳۷ به دست می‌آید. حال اگر روش برآورد مولفه‌های واریانس را برای دوره پنج ساله دوم اعمال کنیم، رابطه (۱۰) به صورت رابطه (۱۶) نوشته شده و سپس ضریب تصحیح σ_0^2 برای دوره پنج ساله دوم به صورت رابطه (۱۷) به دست خواهد آمد.

$$L = [18, 18, 17, 16, 17, 17, 14]^T \quad (۱۶)$$

$$\Rightarrow \sigma_0^2 = [483.19, 436.68, 22.03, 181.48, 24.57, 25.87, 1837.25]^T \quad (۱۷)$$

در این صورت با اعمال ضرایب رابطه (۱۷) به رابطه (۱۱)، وزن متغیرهای ورودی تغییر کرده و میانگین تولیدات علمی دوره دوم برابر با ۱۶,۹۶ به دست خواهد آمد.

بدین ترتیب با اعمال روش برآورد مولفه‌های واریانس، میانگین تولیدات علمی دوره اول از عدد ۱۶,۴۳ به ۱۸,۳۷ و میانگین تولیدات علمی دوره دوم از ۱۶,۶۹ به ۱۶,۹۶ تغییر می‌کند؛ در نتیجه، دوره پنج ساله اول، به عنوان دوره بهتر معرفی خواهد شد. در واقع، با اعمال ضرایب فاکتور واریانس ثانویه، اثر مشاهداتی که تاثیر اشتباه بر روی نتایج می‌گذارند، کاهش یافته و نتیجه نهایی به مفهوم "عدالت در تصمیم‌گیری" نزدیک‌تر شده است.

اکنون پس از بررسی مساله وزن از دیدگاه ریاضی، سعی می‌کنیم از نتایج این دیدگاه در سایر حوزه‌ها مثل حوزه مسائل اجتماعی استفاده کنیم. البته دیدگاه ریاضی در این جا به پایان نمی‌رسد بلکه در مسائل ریاضی، خطاهای دیگری نیز باید در نظر گرفته شود اما برای نتیجه‌گیری در حوزه مسائل اجتماعی، در همین نقطه متوقف شده و به شرح کاربرد این نتایج در حوزه‌های علوم اجتماعی می‌پردازیم.

تصحیح وزن مولفه‌های ورودی در مسائل اجتماعی

در مسائل اجتماعی، دیدگاه منطق فازی بسیار راهگشا است. اگر بدون دیدگاه فازی به بررسی مسایل اجتماعی بپردازیم، هر مسئله‌ای که در جامعه اتفاق می‌افتد، به دو حالت هنجار یا ناهنجار تقسیم می‌شود. در حالی که بسیاری از مسائل، حالتی بین هنجار و ناهنجار داشته و تصمیم‌گیری دوارزشی در مورد آن‌ها غلط است. گاهی اوقات رفتار یک بخش از مردم در مواجهه با یک مسئله اجتماعی به عنوان هنجار یا اصطلاحاً "سیگنال" تلقی می‌شود و رفتار عده دیگری در مواجهه با همین مسئله اجتماعی، متفاوت بوده و به عنوان "نویز" تلقی می‌شود. به طور مثال مقوله وطن‌پرستی، در همه کشورها یک مقوله مبتلا به است. در نگاه اول، وطن‌پرستی یک رفتار کاملاً صحیح به نظر می‌رسد اما سوال این است که آیا رفتارهای همه افراد با گرایش‌های وطن‌پرستانه، رفتارهای صحیحی است؟ آیا رفتارها یا عقاید ضد بیگانه

همیشه صحیح است؟ واضح است که جواب این سوال منفی است. چه بسا که در بعضی از کشورها و یا در بعضی شرایط، رفتار افرادی که مدافع حقوق مهاجران و اتباع بیگانه هستند، به عنوان هنجار تلقی شده و در مقابل، افراد ناسیونالیست افراطی، به عنوان "نویز" تلقی می‌شوند. در واقع نگاه فازی این امکان را می‌دهد که هر نوع واکنشی را در یک طیف گسترده، بین ۰ تا ۱ یا بین "سیگنال" تا "نویز" طبقه‌بندی کنیم. این نگرش باعث خواهد شد که بسیاری از اعتراضات، نه تنها به نوعی مخالفت منجر نشود، بلکه همین اعتراضات، منجر به وقوع اصلاحات صحیح نیز بشود. اگر هر نوع اعتراضی به معنی مخالفت تلقی شود، همه اعتراضات در هر جامعه‌ای، یا منجر به اغتشاش شده و یا به آتش زیر خاکستر تبدیل می‌شوند. در صورتی که اگر مسئولین جامعه، در مواجهه با هر نوع اعتراض، با دید منطق فازی به مساله نگاه کنند، ابتدا به بررسی عوامل به وجود آمدن آن اعتراض پرداخته و سپس درجه اهمیت هر عامل ورودی را به خوبی تشخیص داده و به اصلاح عوامل مهم پرداخته و در نهایت، بسیاری از اعتراضات می‌تواند به اصلاحات درست منجر شود.

پس از بررسی ریاضی مسئله وزن در منطق فازی قصد داریم نتایج این نوع نگاه را به مسائل اجتماعی تسری داده و طریقه اعمال منطق فازی بر مسائل اجتماعی را بررسی کنیم. در دنیای واقعی بسیاری از مسئله‌ها را می‌توان به صورت ریاضی بازسازی نموده و برای ورودی‌های مسئله، وزن‌های اولیه و سپس وزن‌های تصحیح شده محاسبه نمود. اما در مسائل اجتماعی، با این‌که در بسیاری از موارد امکان بازسازی به صورت توابع ریاضی وجود دارد، ولی همیشه این طور نیست که بتوانیم مسئله را به صورت ریاضی بازسازی کنیم. در مسائلی که امکان نوشتن معادله ریاضی صریح وجود ندارد، باید وزن متغیرها را به صورت بازگشتی به دست آوریم. در دیدگاه ریاضی، روش بازگشتی (VCE) برای اصلاح وزن به کار برده شد. در مسائل اجتماعی نیز، می‌توان از روش بازگشتی برای تصحیح وزن استفاده نمود. در واقع در مسایل اجتماعی، فرهنگی و ... نیازی نیست که حتماً با عدد و رقم قطعی به مسئله نگاه کنیم بلکه کافی است که از این دیدگاه به مسئله توجه کرده و روندی که در مسائل ریاضی طی می‌شود را به صورت نظری و منطقی طی کنیم. در روش بازگشتی برای تصحیح وزن، باید به صورت زیر عمل کنیم:

الف) برای رسیدن به جواب عادلانه، تمام ورودی‌های مسئله باید دارای وزن باشند. یعنی قبل از حل مسئله یا قبل از تصمیم‌گیری نهایی در مورد یک موضوع، ابتدا تمام ورودی‌ها و متغیرهای تاثیرگذار بر نتیجه، باید به خوبی بررسی و تشریح شوند تا مشخص شود که هر ورودی به چه میزان برروی نتیجه تاثیر می‌گذارد. برای این منظور می‌توان لیست ورودی‌ها را از موثرترین تا کم اثرترین مولفه، مرتب نمود. گر چه ممکن است نتوانیم عدد دقیق برای اثرگذاری هر مولفه ورودی تعیین کنیم، اما معمولاً مقایسه تاثیر هر ورودی بر روی نتیجه نهایی، امری قابل انجام است. البته در مسائلی که به صورت آماری بوده و با اعداد سر و کار دارند، مقایسه ضریب هبستگی آماری بین هر مولفه با نتایج حاصله، می‌تواند معیار خوبی برای تشخیص مولفه‌های با اهمیت‌تر نسبت به سایر مولفه‌ها باشد ولی در بسیاری از مسائل اجتماعی،

تاثیر هر متغیر ورودی بر روی نتیجه، حاصل تجربه است و باید از تجارب قبلی برای دسته‌بندی اهمیت متغیرهای ورودی استفاده کنیم. برای وضوح بیشتر، مثال تعیین قیمت املاک را مطرح می‌کنیم. فرض کنید که بخواهیم قیمت فروش یک واحد آپارتمان را تعیین کنیم. ابتدا باید مشخص شود که چه مسائلی در تعیین ارزش واحد آپارتمان موثر هستند و آن مسائل را به عنوان متغیرهای ورودی لیست کنیم. سپس باید تعیین کنیم که هر کدام از این مسائل چقدر یا چند درصد بر روی ارزش نهایی موثر هستند. اگر عدد تقریبی برای هر مولفه ورودی نداریم، ابتدا یکی از مولفه‌ها را به صورت حدودی وزن‌دهی می‌کنیم. مثلاً فرض می‌کنیم سال ساخت یا عمر ساختمان، ۱۰ درصد از قیمت ملک را تعیین می‌کند. سپس سایر ورودی‌ها را با این مولفه مقایسه کرده و نسبت به این متغیر، وزن سایر متغیرها را تعیین می‌کنیم. برای ورود هر مولفه جدید، وزن آن مولفه را با وزن مولفه‌های قبلی مقایسه کرده و تعیین درصد می‌کنیم. البته ممکن است در نهایت جمع وزن‌ها از عدد صد در صد عبور کند ولی مشکلی نیست زیرا در نهایت می‌توان با یک تغییر مقیاس در وزن‌ها، کاری کنیم که جمع تمام وزن‌ها به عدد صد در صد برسد. تنها مساله مهم این است که نسبت وزن بین متغیرها درست فرض شده باشد. یعنی مثلاً اگر اثر قیمت منطقه‌ای ملک بر روی ارزش نهایی ۱۰ برابر نسبت به سال ساخت ملک، تاثیر بیشتری داشته باشد، مهم این است که وزن بین این دو متغیر، به همین نسبت در نظر گرفته شده باشد. برای وضوح بیشتر این موضوع، فرض کنید مولفه‌های اثرگذار بر قیمت یک آپارتمان به این صورت لیست شده باشد: {منطقه، سال ساخت، امکانات تعبیه شده، تعداد و نوع پارکینگ، تعداد و کیفیت آسانسور، تعداد طبقات، تعداد واحدها، کیفیت مصالح مورد استفاده، طبقه‌ای که آپارتمان در آن واقع شده است، وضعیت نورگیر بودن، نقشه داخلی آپارتمان، خیابان‌های مجاور (از نظر ترافیک و صدا)، دسترسی به مراکز خرید، دسترسی به اتوبان‌های شریانی، دسترسی به مترو، نزدیکی به مدارس و مساجد و تعمیرگاه‌ها و مراکز درمانی، نوع سند، وضعیت همسایگان و ...}.

اکنون باید تعیین شود که کدامیک از ورودی‌های فوق، اثر بیشتری بر روی قیمت نهایی ملک می‌گذارد. مثلاً در مثال ذکر شده، قوی‌ترین مولفه ورودی، قیمت منطقه‌ای ملک است. شاید بتوان گفت که حدود ٪۹۰ قیمت یک آپارتمان، وابسته به منطقه قرار گرفتن ملک در شهر است. در مرحله بعد، مولفه‌های دیگر را وزن‌دهی می‌کنیم و برای هر مولفه نسبت به سایر مولفه‌ها، وزن تعیین می‌کنیم.

در منطق فازی، در تعیین وزن باید یک بازه تعریف شود که حداکثر و حداقل وزن آن مولفه در این بازه بگنجد. برای تعیین بازه وزن هر متغیر ورودی، به دو نکته اساسی باید توجه شود. اول این که مقدار کمینه وزن برای یک مولفه طوری تعیین شود که به صورت تجربی نتوانیم وزن کمتری برای این مولفه در نظر بگیریم. مثلاً هیچ گاه نمی‌توانیم برای قیمت منطقه‌ای، وزنی کمتر از ٪۶۰ در نظر بگیریم. دوم این که مقدار بیشینه وزن برای یک مولفه طوری تعیین شود که به صورت تجربی نتوانیم وزن بیشتری

برای آن مولفه در نظر بگیریم. مثلاً هیچ گاه نمی‌توانیم برای تعداد سرویس‌های بهداشتی در داخل هر واحد، وزنی بیشتر از ۵٪ قیمت کل آپارتمان در نظر بگیریم.

یک نکته مهم در تعیین وزن متغیرها، تعارض بین متغیرها است. در بسیاری از موارد ورودی‌های یک مسئله می‌توانند با یکدیگر در تعارض بوده و ایجاد تعادل در وزن آن‌ها بسیار حائز اهمیت است. گاهی اوقات ممکن است اثر ثانویه تغییر وزن یک متغیر، نتیجه معکوس داشته باشد. به طور مثال، تعیین قیمت سوخت، یک مبحث ویژه است. در این مورد خاص، فرض کنید بحث قاچاق سوخت، یک متغیر مهم ورودی برای تعیین قیمت سوخت تلقی شود که به دلیل اختلاف قیمت سوخت در ایران و کشورهای همسایه اتفاق می‌افتد. اما این متغیر، تنها مولفه موثر در تعیین بهای سوخت نیست. اگر بخواهیم فقط به دلیل جلوگیری از قاچاق سوخت، قیمت سوخت را بالا ببریم چه اتفاقی می‌افتد؟ در روزهای اول، قیمت سوخت بالا رفته و قاچاق سوخت منتفی می‌شود؛ اما افزایش قیمت سوخت، قیمت سایر اجناس را هم بالا خواهد برد زیرا سوخت یک کالای اساسی است. در نهایت، ارزش و توان خرید ریال نسبت به کالاها و خدمات، کاهش می‌یابد. تاثیر ثانویه این مساله این است که ارزش و توان ریال نسبت به ارزهای خارجی کاهش یافته است و با گذشت زمان اندکی، خواهیم دید که اختلاف قیمت سوخت در ایران و کشورهای همسایه، دوباره به حالت قبلی خود برگشته است و معضل قاچاق برطرف نشده است. درضمن، در نظر بگیریم که افزایش قیمت سوخت، چه بلایی بر سر صنایعی می‌آورد که تحمل عبور از شرایط بحرانی را نداشته و قبل از به ثبات رسیدن بازار، نابود می‌شوند.

در نهایت این گونه نتیجه می‌گیریم که برای تعیین وزن متغیرهای ورودی در فرآیند تصمیم‌گیری، باید به بحث تعارض منافع و تعارض متغیرها، نگاه ویژه داشته باشیم زیرا در غیر این صورت، تمام فرآیند وزن‌دهی به مولفه‌های ورودی، منجر به اخذ نتیجه صحیح نخواهد شد و چه بسا که نتیجه معکوس نیز گرفته شود.

ب) وزن داده‌های ورودی با توجه به مشخصات هر مسئله، با نگاه به بازه حداقل و حداکثر هر مولفه ورودی و با توجه به شرایط موجود در آن مساله تعیین شود. در این جا باید توجه نمود که وزن داده‌های ورودی، همیشه قابل اطمینان نیست. تعیین بازه هر متغیر، ممکن است حالت کلی داشته و به عنوان معیار و پیشنهاد اولیه مطرح شده باشد. در واقع، زمانی که برای تصمیم‌گیری در مورد یک مساله اقدام می‌کنیم، باید به وزن تمام ورودی‌ها به دیده تردید نگاه کنیم و همواره در نظر بگیریم که وزن‌های پیشنهادی، در شرایط مختلف، ممکن است تغییر کنند. شرایط زمانی و مکانی اعمال وزن نیز باید مدنظر باشد. مثلاً در مثال تپه و کوه، باید تعیین شود که این عارضه طبیعی در چه منطقه‌ای قرار دارد؟ آیا در منطقه همدان هستیم یا در مناطق شمال کشور؟ این شرایط محیطی گاهی اوقات مساله را بسیار پیچیده می‌کند و مساله وزن‌دهی را با تجربه افراد تصمیم گیرنده گره می‌زند. این مسئله در مورد شرایط زمانی نیز صدق می‌کند یعنی متغیرهای ورودی مساله، در یک زمان خاص، می‌توانند وزن خاصی گرفته و با تغییر

زمان، وزن یا ماهیت متغیرهای ورودی تغییر کنند. یک رفتار اجتماعی، سیاسی و یا اقتصادی، می‌تواند در یک برهه از زمان یک عمل مجرمانه تلقی شود ولی در برهه‌ای دیگر، این عمل می‌تواند کاملاً قانونی و یا حتی یک عمل ارزش‌مند فرض شود. به طور خلاصه باید گفت که تعیین وزن ورودی‌های یک مسئله تصمیم‌گیری، باید از نظر مکانی، زمانی و شرایط محیطی به صورت جامع صورت پذیرد و فرآیند وزن‌دهی باید در تعامل همه متغیرها با یکدیگر انجام شود. در نهایت جهت انتخاب وزن مناسب برای هر متغیر ورودی، باید ابتدا یک بار مقدار کمینه وزن آن متغیر را در نظر گرفته و با آن وزن کمینه، نتیجه مسئله را به دست آورده و ثبت کنیم. سپس بیشینه وزن آن کمیت را در نظر بگیریم و با این وزن جدید، نتیجه را دوباره محاسبه کرده و ثبت کنیم. در مرحله بعد، با مقایسه دو نتیجه به دست آمده، تصمیم بگیریم که وزن صحیح در بین این دو عدد برای آن متغیر چه عددی خواهد بود. این فرآیند، برای همه متغیرهای ورودی، چندین بار باید تکرار شود تا به عدد صحیح برای وزن هر مولفه ورودی برسیم. در این مرحله، توجه داشته باشیم که اگر تغییر در یک متغیر، تاثیر زیادی روی نتیجه بگذارد، وزن آن متغیر باید بزرگ در نظر گفته شود.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری

فرآیند تصمیم‌گیری در هر مسئله اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و ... می‌تواند هم به صورت دوارزشی و قطعی انجام شود و هم این که از منظر منطق فازی و با عدم قطعیت به مسئله نگاه کرده و تصمیم‌گیری کنیم. در این تحقیق با استفاده از مثال‌های ذکر شده به دو نتیجه کلی رسیدیم. اول این که نگاه منطق فازی به مسائل، باعث می‌شود که به سمت عدالت بیشتر در تصمیم‌گیری‌ها حرکت کنیم و دوم این که وزن‌دهی به متغیرهای ورودی، یک مساله مهم و تعیین کننده است. هم متغیرهای ورودی و هم متغیرهای خروجی می‌توانند دارای وزن باشند. نگاه دوارزشی و ۰ و ۱ به هر متغیر ورودی یا خروجی، در درجه اول، نتیجه مسئله را از واقعیت دور می‌کند؛ در ثانی، نگاه از منظر منطق فازی این امکان را به ما می‌دهد که بتوانیم در شرایط مختلف، مسئله را با شرایط جدید وفق بدهیم.

هم‌چنین، روش مطرح شده برای تصحیح وزن داده‌ها، یک روش کارگشا برای تعیین وزن داده‌های ورودی است. به صورت خلاصه این روش بر مبنای تصحیح وزن با توجه به تغییر نتیجه استوار است. یعنی برای اصلاح وزن هر ورودی، باید مقدار تاثیر آن ورودی بر روی نتیجه را بررسی کنیم و وزن هر عاملی که تاثیر بیشتری بر روی نتیجه می‌گذارد را بزرگ‌تر فرض کنیم.

با نگاه به سوال‌های مطرح شده در این پژوهش، در پاسخ به این سوال که آیا می‌توان ریاضیات حاکم بر منطق فازی را بر مسائل اجتماعی تسری داد؟ باید اذعان کرد که نتایج روش ریاضی حاکم بر منطق فازی، قابل تسری به روند حل مسائل مختلف در حوزه مسائل اجتماعی بوده و نگاه به این روند منطقی، می‌تواند تصمیم‌گیری‌ها را به حالت ایده‌آل و مفهوم "عدالت" نزدیک کند. روش بازگشتی برای تصحیح

وزن داده‌های ورودی، روشی است که با داشتن مقدار تاثیر در نتایج، وزن داده‌های ورودی را اصلاح کرده و به عدد صحیح وزن مولفه‌های ورودی می‌رسد.

در پاسخ به سوال بعدی این پژوهش که به نحوه استفاده از مساله عدم قطعیت و نحوه تعیین وزن مولفه‌های ورودی اختصاص دارد، با توجه به توضیحات ارائه شده، می‌توان مراحل فرآیند تصمیم‌گیری در مسائل اجتماعی را با استفاده از منطق فازی و با وزن‌های اصلاح شده، به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

۱. تمام ورودی‌های هر مسئله باید قبل از اتخاذ تصمیم نهایی لیست شوند حتی متغیرهای کم اهمیت.

۲. برای وزن هر متغیر، یک بازه حداقل و حداکثر در نظر گرفته شود تا یک معیار قابل استناد نسبت به سایر مسائل مشابه در اختیار باشد. این بازه، با استفاده از تجارب قبلی انتخاب می‌شود.

۳. به تمام ورودی‌ها در بازه مجاز، باید یک وزن تعلق بگیرد که این وزن، مقدار تاثیر این متغیر، در فرآیند تصمیم‌گیری را بیان می‌کند. فرآیند تعیین وزن باید یک فرآیند تکراری بوده و از یک عدد اولیه برای هر متغیر، شروع کرده و در چندین مرحله، با تغییر وزن متغیرها به مرور به عدد منطقی برای وزن هر متغیر برسیم. عدم قطعیت، به عنوان اصل مهم در تصمیم‌گیری فرض شده و هیچ گاه نباید وزن داده‌های ورودی یا خروجی، ثابت و بدون تغییر در نظر گرفته شود. در نتیجه، برای یافتن وزن صحیح هر متغیر، باید با یک وزن اولیه شروع کرده و نتیجه انتخاب این وزن را ثبت کنیم. سپس وزن این متغیر را کمی تغییر داده و دوباره نتیجه را ثبت می‌کنیم. با ثبت این نتایج در یک جدول، می‌توانیم تشخیص دهیم که عدد بهینه وزن برای هر متغیر، که تاثیر منطقی‌تری بر روی نتیجه داشته است، کدام است.

۴. شرایط و ضوابط تعارض منافع بین متغیرهای ورودی، باید در نظر گرفته شود. یعنی وزن هر مولفه ورودی در مسئله، به نسبت سایر ورودی‌ها باید تعیین شود. در واقع، نگاه به هیچ متغیری نباید نگاه تک بعدی باشد بلکه نقش هر متغیر، در کنار سایر متغیرها باید بررسی شود.

۵. ورود، خروج یا تغییر در هر مولفه ورودی، باید بررسی شود تا در صورت تغییر در هر متغیر، وزن سایر متغیرها اصلاح شود.

۶. باید توجه کنیم که نتیجه تصمیم‌گیری با منطق فازی نیز یک نتیجه مبسوط است. یعنی جواب، لزوماً به صورت ۰ و ۱ نیست. بلکه ممکن است نتیجه مسئله نیز یک جواب گسترده باشد. مثلاً جریمه سرعت راننده‌ها می‌تواند با تغییر میزان سرعت غیر مجاز، بین دو عدد کمینه و بیشینه، متغیر باشد. این عدم قطعیت، هم در مولفه‌های ورودی یک مساله و هم در جواب نهایی مساله باید در نظر گرفته شود.

پیشنهادات

این پژوهش با تاکید بر نقش وزن در منطق فازی و نحوه اصلاح آن به انجام رسیده و مثال‌های ذکر شده، به نمونه‌های مختلفی اشاره کرده است. با توجه به قابلیت منطق فازی در بهبود روند تصمیم‌گیری، پیشنهاد می‌شود در مسائل اجتماعی مختلف از این روش استفاده کرده و نتیجه با حالت معمولی مقایسه گردد. مسائل اجتماعی که طیف‌های مختلف جامعه در مورد آن‌ها اتفاق نظر ندارند، موضوعاتی هستند که می‌توانند به عنوان کاربرد عملی برای منطق فازی مطرح شوند.

تعارض منافع

«بنا بر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هر گونه تعارض منافع بوده است.»

منابع

1. Abbasi, R; Farasatkhah, M. (2014). A fuzzy analysis of influence factors on balance between equality of Higher education and economic development at macro- level (A Comparative Quantitative approach), Two Quarterly Journal of Contemporary Sociological Research, 3 (5), P.p: 25-50.
2. Abozari, M. (2019). Fuzzy Attitude in the Age of Criminal Responsibility. The Judiciarys Law Journal. Volume 83, Number 108, P.p: 1-23.
3. Aghamohamadi, S. (2011). A Pattern for Fuzzy Logic Expert Systemsin Air Defense C4I Systems. The Military Science and Tactics. 7(19), P.p: 39-52.
4. Hernandez, A. B; Hidalgo, D. B. (2020). Fuzzy Logic in Business, Management and Accounting. Open Journal of Business and Management, 8 (6), P.p: 2524-2544.
5. Karimi, M; Niknamfar, A. H; Niaki, S. T. A. (2019). An Application of Fuzzy-Logic and Grey-Relational ANP-Based SWOT in the Ceramic and Tile Industry. Knowledge-Based Systems, 163, P.p: 581-594.
6. Koch, K. R; Kusche, J. (2002). Regularization of geopotential determination from satellite data by variance components. J. Geodesy, 76, P.p: 259–268.
7. Maktabifard, L. (2008). Information management with fuzzy approach. Library and Information Sciences, 11 (2), P.p: 183-204.
8. Mikhail, E. M; Ackermann, F. E. (1982). Observations and least squares, University Press of America.
9. Naranjo, R; Arroyo, J; Santos, M. (2018). Fuzzy modeling of stock trading with fuzzy candlesticks. Expert Systems with Applications. 93, P.p: 15-27.
10. Ravikumar, A; Jaikumar, B; Sivakumar, S; Shiva, K. (2020). Fuzzy Logic Control System and its Applications. International Journal of Engineering Research & Technology, 8 (6), P.p: 1-3.
11. Tavakoli, F; Mortazavi, S. M; keshavarz Tork, M. (2021). Determining Strategic Factors Affecting the Prevention of Cybercrime with Fuzzy Delphi Approach, Entezam - e - Ejtemaei, 12 (4), P.p: 113-140.
12. Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. Information and control 8, P.p: 338–353.