فصلنامه
فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی
سال اول ـ شماره دوم ـ زمستان 1389

ترکیب فن‌آوری اطلاعات و منطق فازی در ارایه روشی نوین برای ارزشیابی آموزشی (مطالعه موردی تدریس ریاضیات)

سعید آیت *
الهام حری نجف‌آبادی **

چکیده

ارزشیابی آموزشی همواره فرآیندی مهم، وقت‌گیر و هزینه بر در سیستم‌های آموزشی بوده است. از سوی دیگر دستیابی به نتیجه قابل اعتماد بدون استفاده از معیارهای مناسب، امکان پذیر نمی‌باشد. در این مقاله با استفاده از معیارهای منطق فازی، سیستمی جهت ارزشیابی نحوه آموزش مدرسان پیشنهاد شده است. منطق فازی از روش‌های نوین استنتاج محسوب می شود و در ترکیب با رایانه به عنوان ابزاری قدرتمند در کاربردهای مختلف استفاده می شود. مراحل این تحقیق بدین صورت است که ابتدا با آمارگیری از استادان با تجربه و مسلط به دانش و فن آوری‌های نوین آموزشی، داده‌های مورد نیاز جمع آوری گردیده است. سپس به عنوان مطالعه موردی، شیوه‌های مؤثر در آموزش ریاضیات مقطع کارشناسی با استفاده از روش‌های نوین و ایده های منطق فازی مورد تحلیل و مطالعه قرار گرفته است. در نهایت، با استفاده از تحقیقات انجام شده، یک سیستم فازی جهت ارزشیابی آموزشی، طراحی و با نرم‌افزار MATLAB پیاده سازی شده است. نتایج ارزیابی نشان داد که با استفاده از این سیستم پیشنهادی (در مطالعه موردی انجام شده)، ارزشیابی مؤثرتری از عملکرد آموزشی مدرسان امکان پذیر است و مدرسان می توانند با استفاده از این سیستم، اقدام به اصلاح و افزایش بهره‌وری روند آموزش خود نمایند. همچنین این تحقیق نشان داد که با استفاده از استنتاج فازی خطاهای ارزشیابی کاهش یافته و از حالت مطلق گرای منطق کلاسیک عاری گردیده است.

واژگان کلیدی

ارزشیابی آموزشی، معیارهای آموزشی، منطق فازی

* استادیار گروه مهندسی کامپیوتر و نرم‌افزار، دانشگاه پیام نور مرکز نجف آباد ayat@ce.sharif.edu
** دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور مرکز تهران atmosfer1400@yahoo.com

نویسنده مسؤول یا طرف مکاتبه: سعید آیت

تاریخ دریافت مقاله: 1389/11/25 **تاریخ پذیرش مقاله**: 1389/12/25

مقدمه

فن‌آوری‌های نوین و به خصوص فن آوری اطلاعات و ارتباطات، عرصه های مختلف زندگی بشر را به طور چشمگیری تحت تأثیر قرار داده است. افزایش راندمان سیستم ها، استفاده از سیستم های چندرسانه‌ای، امکان ارتباطات همیشه و همه جا با استفاده از بستر اینترنت و شبکه‌ها از جمله دلایل اقبال به فن آوری اطلاعات و ارتباطات است. در امر آموزش نیز تحقیقات نشان می دهد که به کارگیری این فن آوری موجب ارتقای سطح مدیریت اثربخش سیستم های آموزشی گردیده و امر تعلیم و تربیت را تسریع و تسهیل خواهد نمود (صالحی و حاجی زاد، 1389). از این رو همگام با سایر تحولات، رویکرد چشمگیری نیز به سوی استفاده از فن‌آوری در آموزش و سنجش به وجود آمده که بیانگر ضرورت نیاز به این فن‌آوری در امر آموزش است (ثمری و آتشک، 1388). به طور مثال نتایج تحقیق ضامنی و کاردان (1389) نشان می دهد که کاربرد فن آوری اطلاعات و ارتباطات در تغییر نگرش، تثبیت و پایداری مطالب درسی، مهارت استدلال و قدرت خلاقیت و در نهایت یادگیری فعال درس ریاضی تأثیر دارد. از این رو حرکت به سمت اجرای نظام های آموزش الکترونیک یا تغییر شیو ه های تدریس با به کارگیری فن‌آوری های اطلاعاتی در ارائه دروس و یادگیری چگونگی آموزش به فراگیران، از راهکارهای اساسی آموزش در عصر اطلاعات محسوب می شود (کمالیان و فاضل، 1388؛ صدقپور و همکاران، 1387). این رویکرد به گونه ای است که برخی محققان بیشترین تأثیر پدید آمدن فن آوری های اطلاعاتی و ارتباطی را بر محیط های آموزشی نظیر مدارس، دانشگاه‌ها و پارک های علم و فن‌آوری دانسته اند (کرامتی و همکاران، 1387).

نمود این رویکرد در کشور ایران، برگزاری جشنواره‌های تولید محتوای الکترونیکی در آموزش‌های فنی و حرفه ای، همچنین جشنواره‌های روش تدریس با استفاده از فن‌آوری اطلاعات است که در دوره متوسطه وزارت آموزش و پرورش در حال اجراست. از جمله اهداف مشترک اجرای این جشنواره‌ها عبارتند از: ترغیب، تشویق و ایجاد باور در بین مدرسان در امر استفاده از نرم‌افزارها و تولید محتوای الکترونیکی، توسعه و گسترش فرهنگ تولید محتوای الکترونیکی و استفاده از فن‌آوری اطلاعات در فرآیند یاددهی و یادگیری. از این رو، پژوهش و مطالعه پیرامون تلفیق فن‌آوری اطلاعات در آموزش و به کارگیری خردمندانه آن توسط مدرسان، می تواند بیانگر مهمترین تحولات جدید در فن‌آوری آموزش باشد.

در مورد به کارگیری فن آوری اطلاعات در آموزش، مطالعات متنوعی صورت گرفته و عموماً از آن به عنوان یک ابزار تکنیکی برای بالابردن سطح آموزش یاد شده است. در عمل، این مدرسان هستند که برای آموزش و تدریس باید از نمودهای فن‌آوری استفاده کنند. بنابراین به نظر می‌رسد، برای افزایش راندمان استفاده از فن‌آوری‌های نوین، یک راه مناسب آن است که روش‌های تدریس با رویکردهای جدید را مورد مطالعه و تجربه قرار داده، آنها را ارزیابی نموده، نتایج را مستند نموده و در نهایت به گسترش آنها پرداخت.

بنا به گزارش ارایه شده در یک سایت اینترنتی[1]، مطالعات انجام شده نشان می دهد ورود فن‌آوری اطلاعات در آموزش بیشتر یک روندی نرم افزاری است تا جریانی سخت افزاری. از این رو، ورود سخت افزار بدون تدارک تمهیدات لازم که مهم‌ترین آنها بسترسازی فرهنگی است، به ناکامی منجر خواهد شد. توسعه فن‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مختلف و به‌خصوص در امر آموزش از جمله مسائلی است که در دهه اخیر تمامی کارشناسان مرتبط را به خود مشغول داشته است. با این وجود، صاحب نظران بر این باورند که اگر مدرسان با فن‌آوری اطلاعات احساس مشارکت نکنند، توسعه استفاده از فن‌آوری اطلاعات در امر آموزش دچار مشکل خواهد شد.

از سوی دیگر روش‌های ارزیابی مناسب با فن‌آوری‌های جدید چه از منظر ارزیابی روش‌های تدریس و چه ارزیابی‌های دانشجویان مورد نیاز است (الیویرا و همکاران[2]، 2010). در سال‌های اخیر استفاده از منطق فازی به عنوان زمینه ای نوین در امر ارزیابی و سنجش در فن آوری آموزش مورد توجه بیشتری قرار گرفته است، به طور مثال می توان به کارهای الیویرا و همکاران (2010)، گوکمن و همکاران[3] (2010) و هوگو[4] (2010) اشاره کرد.

در این مجال با توجه به ضرورت به کارگیری فن آوری های نوین در آموزش و سنجش، با طراحی یک شیوه جدید سنجش با استفاده از فن آوری های نوین و ابزارهای منطقی مناسب، به پیاده سازی و تحلیل استفاده از منطق فازی در ترکیب با فن آوری اطلاعات برای کاربرد در فن آوری آموزش پرداخته شده است. در این تحقیق ارزیابی‌ها و مطالعه موردی در زمینه آموزش ریاضی مقطع کارشناسی انجام گردیده است که به طور مشابه قابل حصول و ارایه برای سایر دروس آموزشی می‌باشد. غرض استفاده از استنتاج فازی این است که در این استنتاج، معیارها به

1. Iran ICT News
2. Oliveira et al.
3. Gokmen et al.
4. Hogo

صورت نسبی، و نه مطلق، بیان می شوند. در واقع با ارایه معیارهای فازی به مدرسان، با زبان فازی که بسیار نزدیک به زبان طبیعی می باشد، می‌توان سنجش مناسبی از عملکردشان را ارائه داد. لذا در این تحقیق، ورودی‌های فازی، قوانین فازی و خروجی‌های فازی با توجه به این معیارسنجی ها و اولویت امتیازها تعریف و ایجاد گردید. همچنین در این تحقیق، قوانین فازی به گونه ای تدوین شد تا پیاده سازی مؤثری بر مبنای استنتاج فازی از یک شیوهٔ ارزیابی ارائه گردد.

امروزه ریاضیات، جزء تفکیک ناپذیر برنامه درسی مدارس است. مدرسان ریاضی برای مفهوم ریاضیات، ماهیت دوگانه‌ای در نظر می‌گیرند که عبارتست از ماهیت انتزاعی و ماهیت ملموس و محسوس. اما در عمل توجه به ماهیت انتزاعی ریاضیات در مرکز توجه بوده و ماهیت ملموس و محسوس آن در برنامه درسی رسمی ریاضیات کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. عدم توجه به این نکته، از جمله عوامل عدم موفقیت تدریس ریاضی در مقاطع تحصیلی مختلف می‌باشد. ممکن است به غلط تصور شود که با توجه به ماهیت غالب تئوری ریاضیات، که با آموزشی تئوری گونه و با همان سبک‌های مبسوط و کلاسیک که از دیرباز رواج داشته، می‌توان به این هدف دست یافت. اما آنچه در عمل اتفاق می افتد، افزوده شدن مفاهیم جدید به این قالب قدیمی می باشد. با گسترش دنیای مجازی و پوشش وسیع آن بر روی بسیاری از مباحث و تئوری‌ها، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که نیازهای آموزشی نیز برای آموزش موفق ریاضی، مطرح بوده و مورد مطالعهٔ گسترده قرار گرفته است (خاکباز و موسی پور، 1387؛ خاکباز و همکاران، 1387). همچنین فن‌آوری‌های نوین متعددی روش‌های آموزش را تحت تأثیر قرار داده است. از سوی دیگر نیز روش‌های ارزیابی و سنجش، همپای این تعاملات نیازمند تغییر و تأمل است. لذا در این مقاله معیارهای منطق فازی که از روش‌های نوین استنتاج محسوب می‌شود در امر ارزشیابی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین برای استخراج اطلاعات و قوانین مؤثر علاوه بر بهره گیری از تجارب سودمند و مفید مدرسان باتجربه در این مقوله، با نسل جدید مدرسان ریاضیات که با ابزارهای فن آوری جدید بیشتر آشنا می‌باشند نیز مشورت گردیده است.

در طراحی پایگاه قوانین منطق فازی سیستم مورد نظر، در گام اول با تعدادی از استادان ریاضیات مشورتی انجام شد و پرسشنامه‌هایی به ایشان داده شد تا در مورد شیوه‌های مؤثر و کارآمد آموزش ریاضیات، نظرات خود را ارائه دهند. این پرسشنامه‌ها بررسی شد و نکات مورد نیاز استخراج گردید. در مراحل پیاده سازی یک سیستم فازی به طور خلاصه نیاز است تا به

تعریف ورودی‌ها و خروجی‌های فازی پرداخت. سپس قوانین اگر ـ آنگاه فازی را تعریف نمود. از این قوانین برای تولید خروجی سیستم استفاده می‌شود.

بنابراین، در این مقاله ابتدا منطق فازی معرفی می‌شود، سپس مراحل پیاده سازی سیستم پیشنهادی و ساختار برنامه آن، به همراه ارزیابی‌های انجام شده، ارایه می‌گردد و در آخر نیز به نتیجه‌گیری و پیشنهادها پرداخته می‌شود.

منطق فازی: در منطق فازی، هدف این است که استدلال و یادگیری در محیطی با مشخصه های غیر قطعی و نادقیق و با گزاره‌های نسبتاً درست، انجام گیرد. از این رو، منطق فازی، دقت پایین و تقریب در داده ها را تحمل کرده و در محاسبات مورد مطالعه با در نظر گرفتن همین تقریب ها، رفتارهای مورد انتظار را بروز می دهد. این تئوری نخستین بار توسط پرفسور عسگرزاده در سال 1965 مطرح گردید. هر چند در ابتدا این تئوری مورد استقبال کافی قرار نگرفت، اما امروزه مباحث فازی در بسیاری کاربردهای نظری، مدیریتی و صنعتی حضور چشمگیر و موفقی دارند (کارتالوپولس، 1381). در ادامه به شرح مفاهیم اصلی مرتبط با منطق فازی پرداخته می‌شود.

در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک یا به عبارتی دودویی تبعیت می کند. اما تئوری مجموعه های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می کند. در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع $\mu(x)$ مشخص می‌شود که x نمایانگر یک عضو مشخص و μ تابعی فازی است که درجه عضویت x در مجموعه مربوطه را تعیین می کند و مقدار آن بین صفر و یک است.

سیستم‌های فازی، مبتنی بر دانش یا قواعد می باشد. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد اگر ـ آنگاه فازی، تشکیل شده است. هر قاعده اگر- آنگاه فازی، یک عبارت است که بعضی کلمات آن به وسیله توابع تعلق مشخص شده تعریف شده اند (غضنفری و رضایی، 1385؛ ولکنهاور[1]، 2001). در این مقاله بعد از تعریف توابع عضویت، قوانین اگر- آنگاه، به ضرورت کارکرد این مقاله به صورت مختصر توضیح داده می‌شود.

برای شناخت توابع عضویت، ابتدا نیاز به آشنایی با مجموعه های فازی است. مجموعه های فازی تعمیم یافتهٔ مبحث مجموعه‌های کلاسیک است. مجموعه‌های کلاسیک، مجموعه‌ای از عناصر معین مثل اعداد، اشیاء، نمادها و غیره می باشد که در یک صفت یا ویژگی اشتراک دارند.

1. Wolkenhauer

به این مجموعه‌ها، مجموعه‌های قطعی گفته می‌شود. در مجموعه‌های قطعی، عناصر یا به مجموعهٔ A تعلق دارند و یا به آن متعلق نمی‌باشند در واقع:

$$X_A(x) = \begin{cases} 1; if \ \ and \ \ only \ \ if \ \ x \in A \\ 0; if \ \ and \ \ only \ \ if \ \ x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

زوج اعداد {1و0} به عنوان مجموعه مشخصه در نظر گرفته می شود. پس می توان رابطه ی بالا را به صورت زیر نمایش داد:

$$X_A(x): X \to \{0,1\} \quad (2)$$

در تئوری مجموعهٔ کلاسیک، عضویت، مفهومی محض برای یک مجموعه است. اما در مجموعه های فازی، عضویت منعطف تری مطرح می شود. مفهوم مجموعه ی فازی یک چارچوب اصولی بر پایه‌ی ریاضیات را جهت مواجهه با مسایل دارای ابهام فراهم می کند. در رابطهٔ زیر:

$$\mu_{\tilde{A}}(x): X \to [0,1] \quad (3)$$

تابع $\mu_{\tilde{A}}(x)$ تابع عضویت نامیده می‌شود که هر عضو مجموعه‌ی X را به فاصله‌ی $[1,0]$ نگاشت می کند. در واقع می توان گفت که اگر X مجموعه عناصری باشد که توسط x مشخص می شوند آنگاه مجموعه‌ی فازی $\tilde{A}$ در، X یک مجموعه از زوج‌های مرتب است به نحوی که:

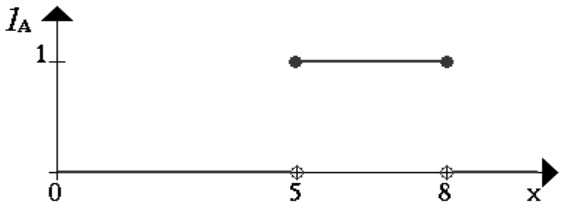
$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\} \quad (4)$$

در مجموعه‌های فازی ،یک تابع عضویت، یک منحنی است که نشان می دهد هر ورودی چگونه به یک درجه ی عضویت بین 0 و 1 نگاشته می شود. معمولاً توابع عضویت با mf نمایش داده می‌شوند. این توابع هم برای نمایش ورودی‌ها و هم خروجی‌های یک سیستم فازی استفاده می گردد (کلر و کلیر، 1381).

برای مثال برای نمایش درجه ی عضویت اعضاء یک مجموعه شامل $x_1,x_2,x_3,\ldots$ به روش زیر عمل می‌شود:

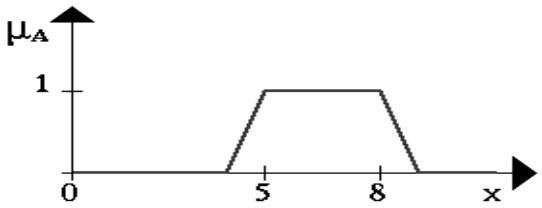
$$\tilde{A} = \{(x_1,1),(x_2,0/8),(x_3,0/2),(x_4,0),\ldots\} \quad (5)$$

این عبارت به این معناست که عضو $x1$ با درجه عضویت 1 عضو مجموعه ی تعریف شده است. دیگر اعضا نیز به همین شیوه تعریف می شوند. برای مقایسه بهتر، شکل1 نمایش مجموعه ی قطعی اعداد بین 5 تا 8 می‌باشد.



شکل 1. نمایش مجموعه قطعی اعداد

شکل 2 نیز نمایش فازی همان مجموعه است.



شکل 2. نمایش مجموعه فازی اعداد

از جمله اجزاء یک سیستم فازی، ورودی های فازی است که توسط تابع عضویت ایجاد می‌شوند. پس از آن باید برای به دست آوردن خروجی مورد نظر، قوانین و روابطی بر ورودی‌ها اعمال شود تا خروجی فازی به دست آید. بنابر این اساس یک سیستم فازی، مجموعه ی قوانین اگر- آنگاه می باشد که فرموله کردن عباراتی که شرایط در برگیرنده‌ی منطق فازی است را شامل می‌شوند.

ممکن است در نهایت نیاز باشد تا خروجی فازی، غیر فازی شود تا در محیط با شرایط مشخص، مورد استفاده قرار گیرد. این قوانین در مجموعه پایگاه دانش قرار دارند و بر روی ورودی‌های فازی شده، اعمال می‌گردند. هر ورودی یک قانون اگر- آنگاه، مقادیر جاری متغیرهای ورودی است و خروجی آن یک مجموعه ی کامل فازی است که ممکن است غیرفازی شود.

قوانین فازی، در واقع توصیفات زبانی هستند که با توجه به زبان بشر فرموله شده اند، اما دارای پایه و اساس بسیار دقیقی هستند که شامل مجموعه ها و روابط فازی می‌باشد. این قوانین پایگاه دانش یک سیستم فازی را تشکیل می‌دهند و عباراتی به صورت زیر می‌باشند:

اگر x برابر a_1 است، آنگاه y برابر b_1 است

....

اگر x برابر a_n است، آنگاه y برابر b_n است

هر قانون اگر- آنگاه، از دو بخش تشکیل شده است:

قسمت اگر، از قانون " x برابر a_1 است " را مقدم یا فرض می‌نامند.

قسمت آنگاه، از قانون " y برابر b_1 است " را برآیند یا نتیجه یا تالی گویند.

تفسیر یک قانون اگر- آنگاه شامل دو قسمت جداگانه است: ابتدا ارزش گذاری مقدم که شامل فازی سازی ورودی ها با استفاده از عملگرهای فازی است. سپس اعمال نتایج به برآیندکه به عنوان دلالت شناخته می شود. در عبارات فازی اگر مقدم با یک درجه عضویت درست باشد آنگاه برآیند نیز تا همان درجه عضویت درست است.

در کل می توان گفت تفسیر و ترجمه قوانین اگر-آنگاه، از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

1- **فازی سازی ورودی**: تمامی عبارات مقدم را به یک درجه‌ی عضویت بین 0 و 1 تبدیل می کند.

2- **اعمال عملگرهای فازی بر روی مقدم چند قسمتی**: در صورتی که مقدم دارای چندین قسمت باشد، عملگرهای فازی روی آنها اعمال شده و مقدم به عددی بین 0 و 1 تبدیل می شود. در جعبه ابزار منطق فازی نرم افزار *MATLAB* دو نوع روش از پیش ساختهٔ *AND* پشتیبانی می شود: *min* (مینیمم) و *prod* (حاصل ضرب). همچنین دو نوع *OR* از پیش ساخته پشتیبانی می‌شود: *max* (ماکزیمم) و *probor* (یای احتمالی)

3- **اعمال روش دلالت**: از درجه‌ی پشتیبان حاصل از مراحل قبل، برای اجرای تمام قانون‌های این مرحله استفاده می‌شود. برآیند یک قانون فازی تمام مجموعه‌ی فازی را به خروجی اعمال می کند. برای اعمال روش دلالت، دو تابع پیش ساخته در نرم افزار*MATLAB* وجود دارد: یکی*min* که خروجی مجموعه‌ی فازی را برش می‌دهد و دیگری *prod* که مقیاس مجموعه‌ی خروجی را تغییر می‌دهد.

4- **اجتماع تمام خروجی ها**: در استنتاج فازی، تصمیم گیری بر اساس تمام قوانین در سیستم انجام می‌شود. برای همین باید به توان قوانین را به روشی ترکیب کرد. در نرم افزار *MATLAB*، سه تابع از پیش ساخته *max*، *probor* و *sum* برای این امر پشتیبانی می شوند.

5- **غیرفازی سازی**: ورودی این مرحله یک مجموعه‌ی فازی است و خروجی آن یک عدد است. چون اجتماع مجموعه‌ای فازی، یک سری از مقادیر خروجی را در برمی گیرد، لذا باید غیرفازی شود تا از مجموعه‌ی فازی به یک عدد خروجی تبدیل شود.

به طور کلی دو نوع سیستم استنتاج فازی مطرح است: الف) سیستم استنتاج ممدانی ب) سیستم استنتاج فازی سوگنو. این دو سیستم استنتاجی بسیار به هم شبیه اند و عمده تفاوتشان در این است که تابع عضویت خروجی در روش سوگنو خطی و یا ثابت است.

روش

دراین مقاله از سیستم استنتاج ممدانی استفاده شده است و توابع عضویت و قوانین اگر- آنگاه با استفاده از نرم افزار MATLAB پیاده سازی شده است. در این تحقیق با استفاده از استنتاج فازی و فن آوری اطلاعات، یک ارزشیابی آموزشی ارائه گردید که معیارهای سنجش در آن توسط 10 استاد مجرب ریاضی دارای سوابق تدریس خوب و از لحاظ ارزیابی دانشجویان مسلط به تدریس دروس ریاضیات در دانشگاه‌های پیام نور نجف آباد و پیام نور تیران، تعیین و امتیازدهی شده است. در همین راستا برای طراحی پایگاه داده قوانین فازی، در گام اول، پرسشنامه‌هایی طراحی شد که طرح اولیه‌ی آن بر مبنای نیاز سنجی در آموزش بوده و انتخاب استادان بر مبنای سنجش سطح تدریس ایشان و از بین استادان نمونه انجام شد. این استادان، مدرس دروس ریاضیات بوده و با توجه به ارزیابی های سالانه، استادان نمونه انتخاب شدند. از آنان، خواسته شد که با توجه به سوابق تدریس و نیازهایی که در راستای تدریس ریاضی احساس نموده اند به اولویت بندی و بیان موارد مطرح در امر تدریس و ارزشیابی بپردازند.

در گام بعد، با توجه به اولویت بندی‌های تعیین شده توسط استادان در پرسشنامه‌ها و همچنین نتایج تحقیقات مراجع (جینگ و همکاران[1]، 2010؛ فنلر، 1971؛ شوئر، 1377؛ جویس و ویل، 1379)، طراحی مجموعه‌های فازی انجام گرفت. با توجه به نتایج حاصل از پرسشنامه ها از بین 20

1. Jing et al.

معیار آموزشی اولیه، 16 مورد آن اصلی و مهم ارزیابی شده بود که این معیارها با توجه به همان نتایج اولویت بندی استادان مشخص گردید. جدول 1 مرتب سازی این معیارها را با توجه به امتیازدهی استادان، نمایش می دهد. نحوه امتیازدهی بر اساس نظرات استادان در مورد اهمیت و اولویت بندی معیارها در تدریس ریاضیات می باشد و حداکثر امتیاز پنج و حداقل صفر، منظور گردیده است. حاصل جمع امتیازات داده شده توسط همه‌ی استادان محاسبه شده و معیار با بیشترین امتیاز در صدر جدول 1 قرار گرفته و دیگر معیارها به ترتیب در سطرهای بعدی جدول منظور گردید.

جدول 1: دسته بندی معیارهای آموزشی اصلی

ردیف	شرح تکنیکی که آن را در آموزش موفق ریاضی مفید می‌دانید	امتیاز	فازی سازی معیارها
1	حل کامل و دقیق مسائل و مثال‌های مربوط به مباحث مطرح شده	47	فوق العاده با اهمیت
2	صبر و حوصله مدرس درس ریاضی و رعایت فرصت مناسب برای درک مطلب هنگام تدریس	45	"
3	بیان کاربرد و نحوه استفاده از مباحث مطرح شده محض و کاربردی ریاضی در زندگی روزانه	42	"
4	طرح سؤال در کلاس و تعامل با دانشجویان و بحث و گفتگو در مورد مسائل ریاضی	39	"
5	خوش برخوردی و خوش اخلاق بودن مدرس ریاضی	32	با اهمیت زیاد
6	استفاده از نرم افزارهای مناسب برای آموزش ریاضی	31	"
7	استفاده از وسائل کمک آموزشی	27	"
8	مرور مطالب جلسات قبل	26	"
9	استفاده از مراجع مختلف و ایجاد تنوع در مطالب مورد تدریس	22	با اهمیت متوسط
10	کوتاه بودن ساعات تدریس ریاضی و رعایت ساعات مناسب برای تدریس ریاضی	20	"
11	خلاصه نویسی مطالب	19	"
12	طرح‌های تشویقی در کلاس و لحاظ نمرات کلاسی	18	"
13	توجه به استعدادهای فردی	10	با اهمیت کم
14	معرفی سایت‌های مربوط به درس	7	"
15	تمرین‌های اضافی و هدفمند به عنوان تکلیف و ملزم کردن دانشجویان به انجام آن در منزل	7	"
16	بیان تاریخچه و نحوه تفکر و بیان اثبات‌ها	6	"

4 معیار اول که از نظر اکثر استادان، بیشترین امتیاز را داشتند "فوق العاده با اهمیت" تشخیص داده شده و در اولین گروه فازی ورودی دسته بندی شده است. مابقی معیارها با توجه به امتیازهای استادان و رتبه بندی های ایشان، در گروه‌های چهار تایی با ارزش های "با اهمیت زیاد"، "بااهمیت متوسط" و "با اهمیت کم" دسته بندی شده و به عنوان مقادیر اولین مجموعه فازی در این سیستم استنتاج فازی لحاظ گردید. این مجموعهٔ فازی تعیین می کند که معیارها از چه میزان اهمیتی در سنجش نهایی برخوردارند.

برای بیان مقادیر، تابع عضویت فازی دیگری تعریف شد که مقدار هر معیار را به صورت فازی پیاده سازی می کند. دلیل استفاده از منطق فازی در ایجاد توابع عضویت ورودی و خروجی این است که زبان استدلال این منطق به زبان طبیعی نزدیک بوده و با الگوهای سنجش زبان طبیعی به سادگی قابل بیان و پیاده سازی می باشد. در واقع برای بیان معیار سنجیده شده در نمونه‌ی مورد سنجش از عبارات "عالی"، "خیلی خوب"، "خوب" و "ضعیف" استفاده شد که به صورت فازی پیاده سازی گردید. در تعیین خروجی فازی، نکته قابل اهمیت این است که برای هر معیار با توجه به میزان اهمیتش، در سنجش نهایی ارزش منظور شود که این امر با لحاظ دو تابع عضویت ورودی برآورده شد.

بنابراین تابع عضویت خروجی فازی بدین صورت تعریف گردید: "برآورد ضعیف"، "برآورد متوسط ضعیف" "برآورد متوسط"، "برآورد متوسط خوب" و "برآورد عالی". در جدول 2 نحوه‌ی محاسبه خروجی فازی بر مبنای دو ورودی فازی بیان شده است.

در مورد پایگاه قوانین استنتاج فازی نیز باید توجه داشت که این قوانین باید به گونه ای طراحی شوند که کلیه ی حالات ورودی را لحاظ نموده و خروجی مناسب را تعیین کنند. برای مثال؛ در صورتی که حاصل سنجش معیاری با اهمیت "فوق العاده" برای نمونه ای خاص، "خوب" باشد، می توان با استفاده از قوانین این گونه استدلال کرد که نتیجه ی سنجش برای این معیار "متوسط خوب" است. البته تنها بعد از سنجش تمام معیارها برای آن نمونه، می توان سنجش کلی را انجام داد و خروجی را اعلام نمود.

جدول 2: تعریف مقادیر فازی خروجی بر مبنای ورودی ها

	W	G	VG	VE
EI	SW	SMW	SMG	SE
VI	SW	SMW	SE	SE
MI	SMW	SM	SM	SMG
SI	SM	SMG	SMG	SMG

در جدول 2 مفهوم عبارات به این شرح می‌باشند:

ورودی اول میزان معیار یا scale، ورودی دوم میزان اهمیت یا Importance و خروجی با متغیر ارزشیابی یا Evaluation، نامگذاری شده است. مقادیر مختلف قابل انتساب به متغیرها نیز به این صورت است:

برای ورودی scale، مقادیر ضعیف[1]، خوب[2]، خیلی خوب[3] و خیلی عالی[4]؛

برای ورودی Importance، مقادیر فوق العاده با اهمیت[5]، خیلی با اهمیت[6]، با اهمیت متوسط[7] و با اهمیت کم[8]؛

و برای خروجی Evaluation نیز مقادیر به صورت ضعیف[9]، متوسط ضعیف[10]، متوسط خوب[11]، عالی[12] و متوسط[13] تعریف شده اند.

سیستم استنتاجی تعریف شده در این تحقیق، دو ورودی ذکر شده را دریافت کرده و با توجه به پایگاه قوانین فازی سیستم، خروجی مطلوب تعیین می شود. برای هر معیار سنجش، درجه اهمیتی منظور شده است که بر اساس میزان اهمیت آن معیار مطرح شده، تأثیر پاسخ داده شده بر نتیجه سنجش کلی مؤثر خواهد بود.

1. W: Weak
2. G: Good
3. VG: Very Good
4. VE: Very Excellent
5. EI: Extra Important
6. VI: Very Important
7. MI: Medium Important
8. SI: Small Important
9. SW: Survey weak
10. SMW: Survey Medium Weak
11. SMG: Survey Medium Good
12. SE: Survey Excellent
13. SM: Survey Medium

برای مقیاس های مرتبط با نوع پاسخ، ورودی دومی به نام نوع پاسخ یا همان scale تعریف شد. پاسخ به هر معیار می تواند ضعیف، خوب، خیلی خوب یا خیلی عالی باشد. بر مبنای پاسخ داده شده، سنجش با استفاده از قوانین فازی انجام می شود و نتیجه سنجش به صورت فازی از بین توابع فازی خروجی تعیین می‌شود.

ساختار اصلی برنامه که شامل تعدادی از قوانین فازی سیستم است، به شرح زیر می‌باشد:

If scale=W and Importance=EI then Evaluation=SW
If scale=G and Importance=EI then Evaluation=SMW
If scale=VG and Importance=EI then Evaluation=SMG
If scale=VE and Importance=EI then Evaluation=SE
If scale=W and Importance=VI then Evaluation=SW
If scale=G and Importance=VI then Evaluation=SMW
If scale=VG and Importance=VI then Evaluation=SE
If scale=VE and Importance=VI then Evaluation=SE

برای پیاده سازی توابع عضویت در جعبه ابزار فازی، به صورت پیش فرض توابعی تعریف شده‌اند تا کار پیاده سازی سریع‌تر و دقیق‌تر انجام شود. در شکل 3 تعدادی از این توابع نشان داده شده‌است.

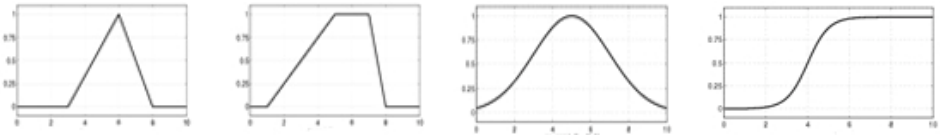
در این تحقیق به منظور پیاده سازی ورودی و خروجی فازی توابع trimf و trapmf مناسب ارزیابی گردید و مورد استفاده قرار گرفت. شکل 4 نمایش ورودی‌های فازی برای دو کمیت میزان معیار یا scale و میزان اهمیت یا Importance می‌باشد.

در نگارش قوانین اگر- آنگاه باید تمام حالات ورودی و خروجی را منظور نمود. اینکه آیا این قوانین کلیه حالات مورد نظر را تحلیل می کند در خروجی سیستم قابل تشخیص است.

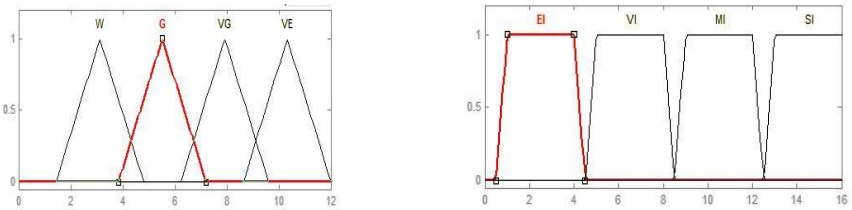
یافته‌ها

خروجی حاصل از قوانین در شکل 5 نمایش داده شده است. این شکل، تابع خروجی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می شود، از تابع trimf به همراه پنج مقدار برای تابع عضویت خروجی استفاده شده است.

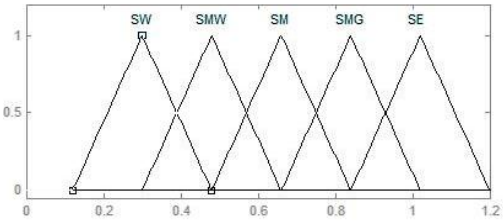
با اعمال این قوانین، و با دادن ورودی های scale و Importance به سیستم ارزشیابی فازی، می‌توان خروجی را طبق شکل 6 مشاهده کرد.



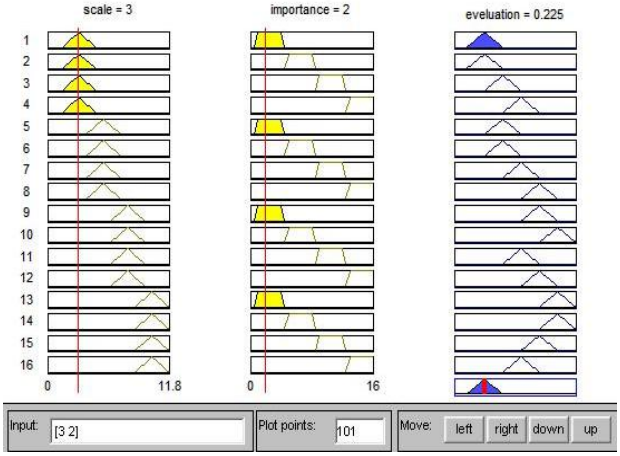
شکل3: توابع عضویت فابل استفاده در پیاده سازی ورودی‌ها و خروجی‌ها



شکل 4: ورودی‌های فازی سیستم ارزشیابی فازی



شکل 5: خروجی سیستم ارزشیابی فازی



شکل 6: نمونه ای از خروجی سیستم ارزشیابی

از آنجا که در این مقاله هدف ارایه ی معیارها و سنجش آنها می‌باشد، بدین صورت عمل شده‌است که به عنوان مثال، مدرسی را انتخاب نموده و معیارهای 16 گانه (جدول 1) به دانش‌آموزان یا دانشجویان ایشان برای تکمیل، تحویل داده می شود. با توجه به تعداد دانشجویان می‌توان از هر معیار، میانگین‌گیری نمود. هر دانشجو بر مبنای عبارات کاملاً محاوره ای "عالی"، "خیلی خوب"، "خوب" و "ضعیف" به سؤالات پاسخ می‌دهد و بر مبنای میزان اهمیت هر سؤال، در سیستم فازی طراحی شده، پاسخ سنجیده می‌شود. خروجی با استفاده از قوانین اگر- آنگاه سنجیده شده و نتیجه‌ی این مرحله می‌تواند به مدرس ارائه شود.

مزیت این روش این است که هر مدرس، با مشاهده‌ی نتیجه‌ی فازی این سنجش می تواند به نقاط ضعف و نقاط قوت کار خویش واقف شده و سعی در بهبود شرایط تدریس خود نماید. از سوی دیگر به خاطر فازی بودن این معیارها درک و فهم آن برای هرکسی بدون نیاز به آشنایی با مباحث آمارگیری، آسان و راهبردی می‌باشد.

بعد از اعمال اهمیت‌های هر معیار به عنوان دومین ورودی سیستم استنتاج فازی، می‌توان خروجی حاصل که نتیجهٔ سنجش نهایی است را مشاهده نمود که در این مجال به دلیل حجم زیاد محاسبات، از ذکر آنها خودداری گردیده است. نکته ای که باید در نظر داشت این است که با توجه به استفاده از معیارهای فازی، اگر فرآیند دلالت مورد استفاده نامناسب باشد، بسیاری از اطلاعات مفید از دست می‌رود. همان گونه که نتایج نشان می‌دهد، در پیاده سازی ها فرآیند دلالت prod مناسب تر از بقیه رفتار می کند. لازم به ذکر است که در شبیه سازی برای اجتماع تمام خروجی‌ها از تابع sum بهره گرفته شده است.

نتیجه ی ارزیابی نهایی را می توان برای هر سؤال به صورت مجزا اعلام نمود. نتیجه کلی تر از این سنجش اعلام میزان ارزیابی مربوط به دسته پرسش‌های با اهمیت همسان است. با سنجشی کلی‌تر و در بالاترین سطح می توان اعلام کرد که در کل نتیجه ارزیابی چگونه بوده است.

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله به استفاده از منطق فازی برای ارایه سیستمی جهت ارزشیابی آموزشی مدرسان پرداخته شد. در واقع استادان مجرب ریاضی، با ارایه ی معیارهای آموزشی و امتیازدهی و اولویت‌بندی، ورودی های سیستم استنتاج را فراهم نمودند. پایگاه قوانین فازی سیستم مورد نظر با

استفاده از نظرات مدرسان با تجربه و آشنا به فن‌آوری های جدید آموزشی طراحی و با نرم‌افزار MATLAB پیاده سازی شد. ارزیابی سیستم پیشنهادی در مطالعه موردی انجام شده، نشان داد که برای تدریس درس ریاضی مقطع کارشناسی، ارزشیابی مؤثرتری از عملکرد آموزشی مدرسان امکان پذیر است و مدرسان می‌توانند با استفاده از این سیستم، اقدام به اصلاح و افزایش بهره‌وری روند آموزش خود نمایند. در دیگر ارزشیابی هایی که مورد مطالعه قرار گرفت، از آنجا که نتیجه نهایی برآیند از منطق کلاسیک یا احتمالات تبعیت می کند، لذا طبقه بندی در ارزشیابی ها در مقایسه با استدلال فازی از زبان طبیعی دور است. اما در ارزشیابی فازی، در شرایطی سنجش و ارزیابی انجام می شود که به سؤالات به راحتی و با همان اصطلاحات زبان طبیعی پاسخ داده می‌شود.

با استفاده از استنتاج فازی خطاهای ارزشیابی کاهش یافته و از حالت مطلق گرای منطق کلاسیک عاری گردید. همچنین دستیابی به مدل تخمینی و پیش بینی کنندگی با ارائه قوانین فازی مناسب در تعیین خروجی، امکانپذیر گردید.

پیشنهادهای علمی برای پیاده سازی این سبک ارزشیابی فازی، ارایه ی یک سیستم سنجش عمومی برخط، بر مبنای فن‌آوری اطلاعات و معیارهای فازی می باشد که نزدیک به زبان طبیعی بوده و نتایج آن قابل فهم در هر سطحی می باشد.

در زمینه پیشنهادهای کارهای آینده این موارد قابل بیان است: در ادامه کار بر روش‌های سنجش، استفاده از مفاهیم خوشه‌بندی در منطق فازی به منظور دسته بندی مناسب و مستدل تر معیارها قابل استفاده و بررسی است. در مورد معیارهای آموزشی در مباحث ریاضیات، می‌توان تست‌هایی هدفمند طراحی نمود که بتواند توانمندی‌های مختلف مدرسان ریاضی را با استفاده از سیستم فازی بسنجد. در استفاده از روش‌های استدلال در خروجی، می توان از توابع دیگر به صورت ترتیبی بهره برد و نتیجه ها را مورد سنجش قرار داد و بر اساس معیارهای تعریفی، خروجی مناسب را تشخیص داده و تحلیل نمود. همچنین برای دیگر دروس نیز با توجه به اولویت های مطرح شده از طرف مدرسان همان دروس، می توان پایگاه دانش مناسب طراحی نمود و این مفاهیم را برای سنجش دیگر دروس نیز به کارگرفت.

منابع

1. ثمری، عیسی و آتشک، محمد. (1388). تأثیر میزان شناخت و کاربست فن آوری آموزشی توسط معلمان در بهبود کیفیت فرآیند یادگیری دانش آموزان. *فن آوری و آموزش*، 4(2(پیاپی 14))، 101-112.
2. جویس، بروس و ویل، مارشال. (1379). *الگوهای تدریس* (ترجمه محمدرضا برنجی)، چاپ اول. تهران: انتشارات صحیفه.
3. خاکباز، عظیمه و موسی پور، نعمت الله. (1387). بهره گیری از ریاضیات غیر رسمی برای طراحی فرصت‌های یادگیری در برنامه درسی ریاضی. *مطالعات برنامه درسی*، 3(11)، 65-44.
4. خاکباز، عظیمه السادات؛ فدایی، محمدرضا و موسی پور، نعمت الله. (1387). تأثیر درس پژوهی بر توسعه حرفه‌ای معلمان ریاضی. *فصلنامه تعلیم و تربیت*. 24(2(مسلسل 94))، 146-123.
5. شوئر، لودل. (1377). *اندازه گیری و ارزشیابی در آموزش و پرورش*(ترجمه حمزه گنجی)، چاپ ششم. تهران: انتشارات بعثت.
6. صالحی، محمد و حاجی زاد، محمد. (1389). بررسی سواد عمومی کامپیوتری کارکنان دانشگاه‌های آزاد اسلامی استان مازندران. *فصلنامه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی*، 1(1)، 53-39.
7. صدقپور، بهرام صالح و میرزایی، شراره. (1387). چالش های نگرشی اعضای هیئت علمی در آموزش الکترونیکی. *فن‌آوری و آموزش*، 3(1)، 87-77.
8. ضامنی، فرشید و کاردان، سحر. (1389). تأثیر کاربرد فن آوری اطلاعات و ارتباطات در یادگیری درس ریاضی. *فصلنامه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی*، 1(1)، 38-23.
9. غضنفری، مهدی و رضایی، محمود. (1385). *مقدمه ای بر نظریه مجموعه‌های فازی*. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
10. فنلر، جرج. (1971). *آشنایی با فلسفهٔ آموزش و پرورش* (ترجمه فریدون بازرگان). انتشارات: دانشگاه تهران.
11. کارتالوپولس، اس وی. (1381). *منطق فازی و شبکه‌های عصبی*. دانشگاه شهید چمران اهواز.
12. کرامتی، محمدرضا؛ زهرا زاده، غلام و عسکری حسینی، بهجت. (1387). رابطه آموزش رایانه‌ای با کارایی مسئولین علمی پارک علم و فن‌آوری. *فن‌آوری آموزش*، 2(3)، 212- 205.
13. کلر- جی؛ کلیر، یو- اس. (1381). *تئوری مجموعه‌های فازی اصول و کاربردها*. دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

14. کمالیان، امین‌رضا و فاضل، امیر. (1388). بررسی پیش نیازها و امکان سنجی اجرای نظام یادگیری الکترونیکی. *فن‌آوری آموزش*، 4 (1)، 27-13.

15. Gokmen, G., Çetin Akinci T., Tektaş M., Onat N., Kocyigit G. and Tektaş N. (2010). Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy logic. *Innovation and Creativity in Education, Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 902-909.
16. Hogo, M. A. (2010). Evaluation of e-learning systems based on fuzzy clustering models and statistical tools. *International Journal of Expert Systems with Applications*, 37(10), 6891-6903.
17. Jing, L., Xiaodan, Z., Jun, H. and Na, S. (2010). *The research for e-Learning evaluation based on fuzzy theory*. International Conference on Intelligent Computing and Cognitive Informatics, 127-129.
18. Oliveira, I. C. A., Amazonas, J. R. A., Andrade, M. T. C. (2010). *Evaluation of fuzzy computing as a technique to provide learning objects adaptability in an M-Learning architecture*. In proceeding of the annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN10), 6406-6415.
19. Wolkenhauer, O. (2001). *Data Engineering: Fuzzy mathematics in system theory and data analysis*. Wiley-Interscience.