



ترکیب فن آوری اطلاعات و منطق فازی در ارائه روشی نوین برای ارزشیابی آموزشی (مطالعه موردی تدریس ریاضیات)

* سعید آیت

** الهام حری نجف آبادی

چکیده

ارزشیابی آموزشی همواره فرآیندی مهم، وقت گیر و هزینه بر در سیستم های آموزشی بوده است. از سوی دیگر دستیابی به نتیجه قابل اعتماد بدون استفاده از معیارهای مناسب، امکان پذیر نمی باشد. در این مقاله با استفاده از معیارهای منطق فازی، سیستمی جهت ارزشیابی نحوه آموزش مدرسان پیشنهاد شده است. منطق فازی از روش های 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 آوری های نوین آموزشی، داده های مورد نیاز جمع آوری گردیده است. سپس به عنوان مطالعه موردی، شیوه های مؤثر در آموزش ریاضیات مقطع کارشناسی با استفاده از روش های 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 نرم افزار 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 بهره وری 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 نرم افزار، 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

مقدمه

فن آوری‌های نوین و به خصوص فن آوری اطلاعات و ارتباطات، عرصه‌های مختلف زندگی بشر را به طور چشمگیری تحت تأثیر قرار داده است. افزایش راندمان سیستم‌ها، استفاده از سیستم‌های 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 می‌دهد که به کارگیری این فن آوری موجب ارتقای سطح مدیریت اثربخش سیستم‌های 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 فن آوری در آموزش و سنجش به وجود آمده که بیانگر ضرورت نیاز به این فن آوری در امر آموزش است (ثمیری و آتشک، 1388). به طور مثال نتایج تحقیق ضامنی و کاردان (1389) نشان می‌دهد 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 نظام‌های آموزش الکترونیک یا تغییر شیوه‌های تدریس با به کارگیری فن آوری‌های اطلاعاتی در ارائه دروس و یادگیری چگونگی آموزش به فراگیران، از راهکارهای اساسی آموزش در عصر اطلاعات محسوب می‌شود (کمالیان و فاضل، 1388؛ صدقیپور و همکاران، 1387). این رویکرد به گونه‌ای است که برخی محققان بیشترین تأثیر پدید آمدن فن آوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی را بر محیط‌های آموزشی نظیر مدارس، دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فن آوری دانسته‌اند (کرامتی و همکاران، 1387).

نمود این رویکرد در کشور ایران، برگزاری جشنواره‌های تولید محتوای الکترونیکی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، همچنین جشنواره‌های روش تدریس با استفاده از فن آوری 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 فن آوری اطلاعات در فرآیند یاددهی و یادگیری. از این رو، پژوهش و مطالعه پیرامون تلفیق فن آوری اطلاعات در آموزش و به کارگیری خردمندان آن توسط مدرسان، می‌تواند بیانگر مهمترین تحولات جدید در فن آوری آموزش باشد.

در مورد به کارگیری فن‌آوری اطلاعات در آموزش، مطالعات متنوعی صورت گرفته و عموماً از آن به عنوان یک ابزار تکنیکی برای بالا بردن 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 اینترنتی¹، مطالعات انجام شده نشان می‌دهد 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 همکاران²، 2010). در سال‌های اخیر استفاده از منطق فازی به عنوان زمینه‌ای نوین در امر ارزیابی و سنجش در فن‌آوری آموزش مورد توجه بیشتری قرار گرفته است، به طور مثال می‌توان به کارهای الیویرا و همکاران (2010)، گوکمن و همکاران³ (2010) و هوگو⁴ (2010) اشاره کرد.

در این مجال با توجه به ضرورت به کارگیری فن‌آوری‌های نوین در آموزش و سنجش، با طراحی یک شیوه جدید سنجش با استفاده از فن‌آوری‌های نوین و ابزارهای منطقی مناسب، به پیاده‌سازی و تحلیل استفاده از منطق فازی در ترکیب با فن‌آوری اطلاعات برای کاربرد در فن‌آوری 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 ارزیابی 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، می توان سنجش مناسبی از عملکردشان را ارائه داد. لذا در این تحقیق، ورودی های فازی، قوانین فازی و خروجی های 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 شیوه ارزیابی ارائه گردد.

امروزه ریاضیات، جزء تفکیک ناپذیر برنامه درسی مدارس است. مدرسان ریاضی برای مفهوم ریاضیات، ماهیت دوگانه ای در نظر می گیرند 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 می گیرد. عدم توجه به این نکته، از جمله عوامل عدم موفقیت تدریس ریاضی در مقاطع تحصیلی مختلف می باشد. ممکن است به غلط تصور شود که با توجه به ماهیت غالب تئوری ریاضیات، که با آموزشی تئوری گونه و با همان سبک های مبسوط و کلاسیک که از دیرباز رواج داشته، می توان 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 تئوری ها، می توان این گونه استنباط کرد که نیازهای آموزشی نیز برای آموزش موفق ریاضی، مطرح بوده و مورد مطالعه گسترده قرار گرفته است (خاکباز و موسی پور، 1387؛ خاکباز و همکاران، 1387). همچنین فن آوری های نوین متعددی روش های آموزش را تحت تأثیر قرار داده است. از سوی دیگر نیز روش های ارزیابی و سنجش، همپای این تعاملات نیازمند تغییر و تأمل است. لذا در این مقاله معیارهای منطقی فازی که از روش های نوین استنتاج محسوب می شود 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 با تجربه در این مقوله، با نسل جدید مدرسان ریاضیات که با ابزارهای فن آوری جدید بیشتر آشنا می باشند نیز مشورت گردیده است.

در طراحی پایگاه قوانین منطقی فازی سیستم مورد نظر، در گام اول با تعدادی از استادان ریاضیات مشورتی انجام شد و پرسشنامه هایی به ایشان داده شد تا در مورد شیوه های مؤثر و کارآمد آموزش ریاضیات، نظرات خود را ارائه دهند. این پرسشنامه ها 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 - 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 مشخصه‌های غیر قطعی و نادقیق و با گزاره‌های نسبتاً درست، انجام گیرد. از این رو، منطق فازی، دقت پایین و تقریب در داده‌ها را تحمل کرده و در محاسبات مورد مطالعه با در نظر گرفتن همین تقریب‌ها، رفتارهای مورد انتظار را بروز می‌دهد. 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 می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می‌کند. 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 می‌کند و مقدار آن بین صفر و یک است.

سیستم‌های فازی، مبتنی بر دانش یا قواعد می‌باشد. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد اگر - 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؛ ولکنهاور¹، 2001). در این مقاله بعد از تعریف توابع عضویت، قوانین اگر - آنگاه، به ضرورت کار کرد این مقاله به صورت مختصر توضیح داده می‌شود.

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

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

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

زوج اعداد $\{0,1\}$ به عنوان مجموعه مشخصه در نظر گرفته می‌شود. پس می‌توان رابطه‌ی بالا را به صورت زیر نمایش داد:

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

در تئوری مجموعه کلاسیک، عضویت، مفهومی محض برای یک مجموعه است. اما در مجموعه‌های فازی، عضویت منعطف تری مطرح می‌شود. مفهوم مجموعه‌ی فازی یک چارچوب اصولی بر پایه‌ی ریاضیات را جهت مواجهه با مسایل دارای ابهام فراهم می‌کند. در رابطه‌ی زیر:

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

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

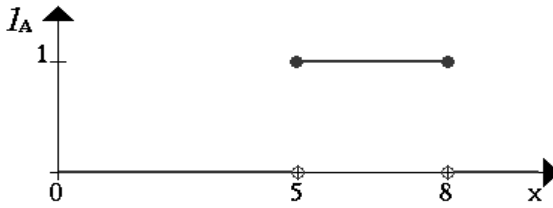
$$\mathcal{A}^0 = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\} \quad (4)$$

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

برای مثال برای نمایش درجه‌ی عضویت اعضاء یک مجموعه شامل x_1, x_2, x_3, \dots به روش زیر عمل می‌شود:

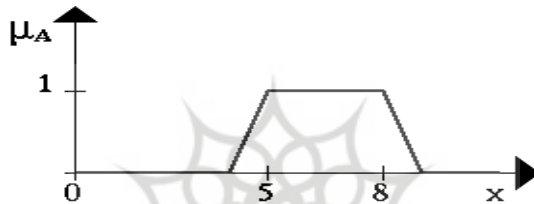
$$\mathcal{A}^0 = \{(x_1, 1), (x_2, 0/8), (x_3, 0/2), (x_4, 0), \dots\} \quad (5)$$

این عبارت به این معناست که عضو x_1 با درجه عضویت 1 عضو مجموعه‌ی تعریف شده است. دیگر اعضا نیز به همین شیوه تعریف می‌شوند. برای مقایسه بهتر، شکل 1 نمایش مجموعه‌ی 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 می شوند. پس از آن باید برای به دست آوردن خروجی مورد نظر، قوانین و روابطی بر ورودی ها 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 برگیرنده ی منطق فازی است را شامل می شوند.

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 ورودی های فازی شده، اعمال می گردند. هر ورودی یک قانون اگر- آنگاه، مقادیر جاری متغیرهای ورودی است و خروجی آن یک مجموعه ی کامل فازی است که ممکن است غیر فازی 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 می باشد. این قوانین پایگاه دانش یک سیستم فازی را تشکیل می دهند و عباراتی به صورت زیر می باشند:

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 می نامند.

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 برآیند که 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 قسمت های زیر تشکیل شده است:

- 1- فازی سازی ورودی: تمامی عبارات مقدم را به یک درجه ی 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 ساخته *AND* پشتیبانی می شود: *min* (مینیم) و *prod* (حاصل ضرب). همچنین دو نوع *OR* از پیش ساخته پشتیبانی می شود: *max* (ماکزیمم) و *probor* (بای احتمالی)

- 3- اعمال روش دلالت: از درجه ی پشتیبان حاصل از مراحل قبل، برای اجرای تمام قانون های این مرحله استفاده می شود. برآیند یک قانون فازی تمام مجموعه ی 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 مجموعه ی فازی را برش می دهد و دیگری *prod* که مقیاس مجموعه ی خروجی را تغییر می دهد.

- 4- اجتماع تمام خروجی ها: در استنتاج فازی، تصمیم گیری بر اساس تمام قوانین در سیستم انجام می شود. 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 مجموعه ی فازی است و خروجی آن یک عدد است. چون اجتماع مجموعه ای فازی، یک سری از مقادیر خروجی را در برمی گیرد، لذا باید غیرفازی شود تا از مجموعه ی فازی به یک عدد خروجی تبدیل شود.
- به طور کلی دو نوع سیستم استنتاج فازی مطرح است: الف) سیستم استنتاج مددانی 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

در این مقاله از سیستم استنتاج مددانی 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 دانشگاه های 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، پرسشنامه هایی طراحی شد که طرح اولیه ی 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 بندی های تعیین شده توسط استادان در پرسشنامه ها و همچنین نتایج تحقیقات مراجع (جینگ و همکاران¹، 2010؛ فنلر، 1971؛ شوئر، 1377؛ جویس و ویل، 1379)، طراحی مجموعه های فازی انجام گرفت. با توجه به نتایج حاصل از پرسشنامه ها از بین 20

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 همه ی استادان محاسبه شده و معیار با بیشترین امتیاز در صدر جدول 1 قرار گرفته و دیگر معیارها به ترتیب در سطرها بعدی جدول منظور گردید.

جدول 1: دسته بندی معیارهای آموزشی اصلی

ردیف	شرح تکنیکی که آن را در آموزش موفق ریاضی مفید می دانید	امتیاز	فازی سازی معیارها
1	حل کامل و دقیق مسائل و مثال های 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	طرح های تشویقی در کلاس و لحاظ نمرات کلاسی	18	"
13	توجه به استعداد های فردی	10	با اهمیت کم
14	معرفی سایت های مربوط به درس	7	"
15	تمرین های اضافی و هدفمند به عنوان تکلیف و ملزم کردن دانشجویان به انجام آن در منزل	7	"
16	بیان تاریخچه و نحوه تفکر و بیان اثبات ها	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"، "با اهمیت متوسط" و "با اهمیت کم" دسته بندی شده و به عنوان مقادیر اولین مجموعه فازی در این سیستم استنتاج فازی لحاظ گردید. این مجموعه 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"، "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 اهمیته، 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 ورودی‌ها

	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 ضعیف¹، خوب²، خیلی خوب³ و خیلی عالی⁴؛ برای ورودی Importance، مقادیر فوق العاده با اهمیت⁵، خیلی با اهمیت⁶، با اهمیت متوسط⁷ و با اهمیت کم⁸؛ و برای خروجی Evaluation نیز مقادیر به صورت ضعیف⁹، متوسط ضعیف¹⁰، متوسط خوب¹¹، عالی¹² و متوسط¹³ 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 می‌شود. 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 مقیاس‌های مرتبط با نوع پاسخ، ورودی دومی به نام نوع پاسخ یا همان scale تعریف شد. پاسخ به هر معیار می‌تواند ضعیف، خوب، خیلی خوب یا خیلی عالی باشد. بر مبنای پاسخ داده شده، سنجش با استفاده از قوانین فازی انجام می‌شود 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 پیاده‌سازی توابع عضویت در جعبه ابزار فازی، به صورت پیش فرض توابعی تعریف شده‌اند تا کار پیاده‌سازی سریع‌تر و دقیق‌تر انجام شود. در شکل 3 تعدادی از این توابع نشان داده شده‌است.

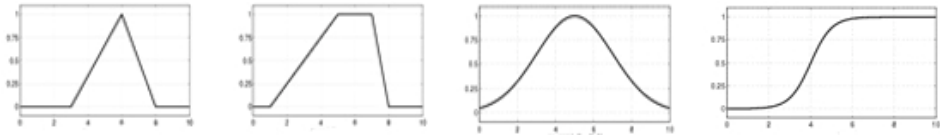
در این تحقیق به منظور پیاده‌سازی ورودی و خروجی فازی توابع trimf و trapmf مناسب ارزیابی گردید و مورد استفاده قرار گرفت. شکل 4 نمایش ورودی‌های فازی برای دو کمیت میزان معیار یا scale و میزان اهمیت یا Importance می‌باشد.

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

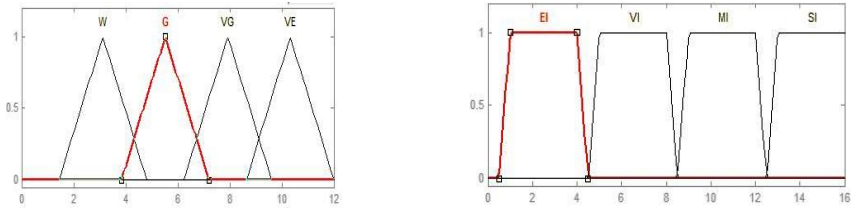
یافته‌ها

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

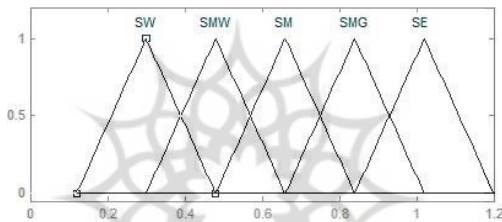
با اعمال این قوانین، و با دادن ورودی‌های scale و Importance به سیستم ارزیابی فازی، می‌توان خروجی را طبق شکل 6 مشاهده کرد.



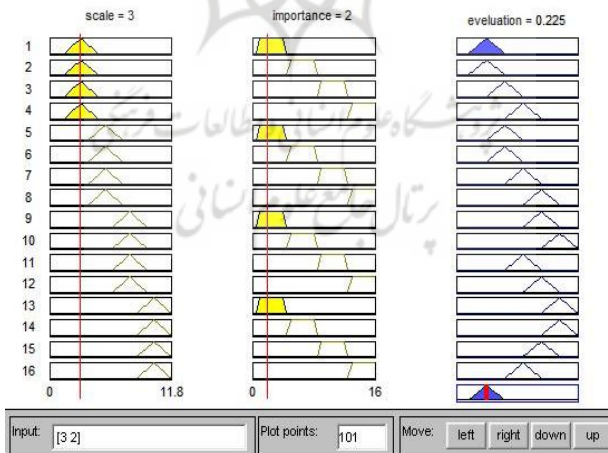
شکل 3: توابع عضویت فابل استفاده در پیاده سازی ورودی‌ها و خروجی‌ها



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 ارزیابی 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 می‌شود. با توجه به تعداد دانشجویان می‌توان از هر معیار، میانگین‌گیری نمود. هر دانشجو بر مبنای عبارات کاملاً محاوره‌ای "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 می‌تواند 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 هر کسی 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 نتیجه‌ی سنجش نهایی است را مشاهده نمود که در این مجال به دلیل حجم زیاد محاسبات، از ذکر آنها خودداری گردیده است. نکته‌ای 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. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، در پیاده‌سازی‌ها فرآیند دلالت prod مناسب‌تر از بقیه رفتار می‌کند. لازم به ذکر است که در شبیه‌سازی برای اجتماع تمام خروجی‌ها از تابع sum بهره‌گرفته شده است.

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

بحث و نتیجه‌گیری

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

استفاده از نظرات مدرسان با تجربه و آشنا به فن آوری های جدید آموزشی طراحی و با نرم افزار 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 می توانند با استفاده از این سیستم، اقدام به اصلاح و افزایش بهره وری 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 می شود.

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 فن آوری 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 روش های سنجش، استفاده از مفاهیم خوشه بندی در منطق فازی به منظور دسته بندی مناسب و مستدل تر معیارها قابل استفاده و بررسی است. در مورد معیارهای آموزشی در مباحث ریاضیات، می توان تست هایی هدفمند طراحی نمود که بتواند توانمندی های مختلف مدرسان ریاضی را با استفاده از سیستم فازی بسنجد. در استفاده از روش های 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 کار گرفت.

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)، 44-65.
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))، 123-146.
5. شوئر، لودل. (1377). اندازه‌گیری 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 فن آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، 1(1)، 39-53.
7. صدقیپور، بهرام صالح و میرزایی، شراره. (1387). چالش‌های نگرشی اعضای هیئت علمی در آموزش الکترونیکی. فن آوری و آموزش، 3(1)، 77-87.
8. ضامنی، فرشید و کاردان، سحر. (1389). تأثیر کاربرد فن آوری اطلاعات و ارتباطات در یادگیری درس ریاضی. فصلنامه فن آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، 1(1)، 23-38.
9. غضنفری، مهدی و رضایی، محمود. (1385). مقدمه‌ای بر نظریه مجموعه‌های فازی. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
10. فنلر، جرج. (1971). آشنایی با فلسفه 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 فن آوری. فن آوری آموزش، 2(3)، 205-212.
13. کلر - جی؛ کلیر، یو - اس. (1381). تئوری مجموعه‌های فازی اصول و کاربردها. دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

14. کمالیان، امین رضا و فاضل، امیر. (1388). بررسی پیش نیازها و امکان سنجی اجرای نظام یادگیری الکترونیکی. فن آوری آموزش، 4 (1)، 13-27.
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.

