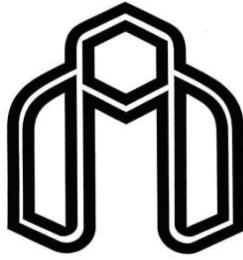


الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده ریاضی

گروه ریاضی کاربردی

مطالعه شیوه های ارزشیابی به کمک منطق فازی در دانشکده
ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشجو: احمد معتمدی

اساتید راهنما:

دکتر صادق رحیمی شعرباف

دکتر نادر جعفری راد

استاد مشاور:

دکتر محمدرضا ربیعی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ماه ۱۳۹۰

تقدیر و تشکر

بهترین سپاس و ستایش برای خداوندی است که به حکم تعلیم، اندیشه و قلم را به انسان بخشید و او را زبان آموخت. یزدان پاکی که در فضای تحقیق و پژوهش، مرا در جوار آموزگاران اندیشه های بزرگ و ناب نشاند.

و اکنون که در سایه سار بنده نوازش، رساله حاضر به سرانجام رسیده است، بی گمان نکات مثبت و در خور آن نتیجه راهنمایی ها و کمک های اساتید گرانمایه ام، جناب آقای دکتر صادق رحیمی شعرفاف و جناب آقای دکتر نادر جعفری راد و جناب آقای دکتر محمدرضا ربیعی است و کمبودها و نواقص آن متوجه اندک بودن سرمایه علمی نگارنده.

پس شاید و باید که بی شائبه ترین سپاس ها و ستایش هایم را تقدیم نمایم به آموزگاران دانش و منش، اساتید بزرگوام که همواره وامدار محبت هایشان خواهم ماند: از جناب آقای دکتر صادق رحیمی شعرفاف و جناب آقای دکتر نادر جعفری راد به خاطر راهنمایی های ارزنده و همکاری صمیمانه ایشان در طول این مدت تشکر و قدردانی می نمایم، از زحمات جناب آقای دکتر محمدرضا ربیعی، استاد مشاور بنده که همواره مشوقم بودند کمال تشکر را دارم. همچنین از اساتید محترم جناب آقای دکتر مهدی ایرانمنش و جناب آقای دکتر سید علی استوار که زحمت داوری پایان نامه را بر عهده داشتند، قدردانی می نمایم.

بر خود لازم می دانم از تمامی اساتید محترم گروه ریاضی دانشکده علوم ریاضی و کارمندان محترم این دانشکده و دانشجویان کارشناسی ارشد ریاضی ورودی ۸۸ و دوستان عزیزم بویژه آقایان: دکتر قدیر مهاجری، دکتر ابراهیم هاشمی، مهدی گلپایگانی، محمد نوری، مجید جانفدا، غلامرضا قاسمپور و حسن صابری نیک تشکر و قدردانی نمایم.

در پایان از همسر مهربانم که در طول انجام این کار صبورانه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم.

احمد معتمدی

دیماه ۱۳۹۰

چکیده

از آنجا که ارزشیابی جزئی از اجزای اصلی کار هر مدرس می باشد و وظیفه ایست که در تمام دوره تدریس با آن سرو کار دارد، این تحقیق درصدد بررسی دیدگاه اساتید و دانشجویان دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود در مورد کیفیت و چگونگی ارزشیابی اساتید از آموخته های دانشجویان به صورت فازی و ارائه پیشنهاداتی در این زمینه می باشد.

در فصل اول این پژوهش، کلیات تحقیق شامل موضوع، ضرورت و پیشینه تحقیق بررسی شده است. در فصل دوم، مفاهیم و تعاریف اولیه راجع به منطق فازی و سیستم های فازی و همچنین ارزشیابی تحصیلی ارائه شده است، در فصل سوم پژوهش حاضر سعی شده است تا وضعیت موجود ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ در دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود به کمک نرم افزار SPSS و منطق فازی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه ارزشیابی و میزان یادگیری دانشجویان امری توصیفی و کیفی می باشد، در فصل چهارم روشی جدید برای ارزشیابی دانشجویان به کمک منطق فازی پیشنهاد شده است. در فصل پنجم برای رتبه بندی دانشجویان با نمرات برابر شیوه جدیدی به کمک سیستم های فازی ارائه شده است. نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای کارهای آتی و پیوست ها نیز در ادامه آمده است.

کلمات کلیدی: سیستم های درجه بندی فازی، منطق فازی، توابع عضویت، ارزشیابی دانشجو

مقالات مستخرج

- ۱- کاربرد ریاضیات فازی در ارزیابی موفقیت یادگیری دانشجویان / اولین همایش ملی الکترونیکی نقش ریاضی در توسعه علوم ، مجتمع آموزش عالی جهرم ۱۷ و ۱۸ اسفند ۱۳۸۹ .
- ۲- روشی انعطاف پذیر در ارزیابی عملکرد دانشجویان با استفاده از منطق فازی
یازدهمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان ۱۴ لغایت ۱۶ تیرماه ۱۳۹۰ .
- ۳- ارائه یک شیوه ارزشیابی دانشجویان مبتنی بر سیستم های منطق فازی ، / اولین کنفرانس ارزشیابی و تضمین کیفیت در نظامهای آموزشی ایران ، تهران ۲ و ۳ آذرماه ۱۳۹۰ .

فهرست

فصل اول: کلیات تحقیق..... ۱

۱-۱ مقدمه..... ۲

۲-۱ موضوع تحقیق..... ۶

۳-۱ ضرورت تحقیق..... ۷

۴-۱ پیشینه تحقیق..... ۹

فصل دوم : سیستم های فازی و ارزشیابی تحصیلی..... ۱۱

منطق فازی و سیستم های فازی..... ۱۲

۱-۲ مقدمه..... ۱۲

۲-۲ تعاریف مقدماتی..... ۱۴

۳-۲ عملیات بر روی مجموعه های فازی..... ۱۷

۱-۳-۲ متمم فازی..... ۱۸

۲-۳-۲ اجتماع فازی یا S -نرم ها..... ۱۹

۳-۳-۲ اشتراک فازی یا t -نرم ها..... ۲۰

۴-۲ روابط فازی..... ۲۲

۵-۲ منطق فازی..... ۲۳

۶-۲ استنتاج فازی..... ۲۶

۷-۲ سیستم های فازی..... ۲۹

۱-۷-۲ ساختار یک سیستم فازی..... ۲۹

۲-۷-۲ پایگاه قواعد فازی..... ۳۲

۳-۷-۲ موتور استنتاج فازی..... ۳۳

۸-۲ میانگین فازی..... ۳۸

۳۸	۹-۲. فازی سازها و نافازی سازها
۳۹	۱-۹-۲. فازی سازها
۴۰	۲-۹-۲. نافازی سازها
۴۲	۱۰-۲ کاربرد سیستمهای فازی
۴۳	ارزشیابی تحصیلی
۴۵	۱۱-۲ ضرورت ارزشیابی
۴۵	۱۲-۲ تقسیمات ارزشیابی تحصیلی
۴۸	۱۳-۲ ویژگی ها و بایسته های ارزشیابی
۵۰	۱۴-۲ موانع و مشکلات ارزشیابی
۵۱	۱۵-۲ راهکارهایی برای رفع موانع ارزشیابی

فصل سوم: بررسی میدانی میزان کارایی شیوه های ارزشیابی دروس هماهنگ

۵۴	(ریاضی او ۲) در دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود
۵۵	۱-۳ مقدمه
۵۷	۲-۳ روش بررسی و پژوهش
۵۹	۳-۳ نتایج تحقیق به کمک نرم افزار spss
۶۲	۴-۳ نتایج تحقیق به کمک اعداد فازی :
۶۷	۵-۳ تجزیه تحلیل نتایج
۶۸	۶-۳ بحث و نتیجه گیری :

فصل چهارم: روشی انعطاف پذیر در ارزیابی عملکرد دانشجویان با استفاده از منطق

۷۰	فازی
۷۱	۱-۴ مقدمه
۷۲	۲-۴ روشی انعطاف پذیر برای ارزیابی عملکرد دانشجویان با استفاده از توابع عضویت و منطق فازی
۷۳	۱-۲-۴ فازی سازی نتایج امتحانات و ارزش عملکرد:
۷۶	۲-۲-۴ قوانین و استنتاج فازی:

۷۸	 ۳-۲-۴ غیرفازی کردن یا مشخص کردن ارزش عملکرد:
۷۹	 ۴-۲-۴ کاربرد منطق فازی :
۸۳	 ۳-۴ نتیجه گیری:
۸۴	فصل پنجم: رتبه بندی دانشجویان دارای نمرات مشابه به کمک منطق فازی.....
۸۵	 ۱-۵ مقدمه
۸۶	 ۲-۵ سیستم ارزشیابی فازی منحنی های سه گانه مبتنی بر توابع عضویت مثلثی
۹۴	 ۱-۲-۵ قوانین اگر - آنگاه فازی
۱۰۷	 ۳-۵ نتیجه گیری
۱۰۸	 نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۰۹	 نتیجه گیری
۱۱۰	 پیشنهاداتی برای کارهای آتی
۱۱۱	 منابع
۱۱۸	 پیوست ها
۱۱۹	 پیوست ۱
۱۲۳	 پیوست ۲

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

یکی از مسائلی که در تعلیم و تربیت هر نظام آموزشی مطرح می‌باشد مسئله ارزشیابی از آموخته‌های فراگیران است و هدف از ارزشیابی، تشخیص، طبقه‌بندی، نمره دادن و درجه‌بندی است که معمولاً این وظیفه را مدرسین بر عهده دارند.

مدرسین می‌خواهند بدانند آیا آموزش شان مؤثر بوده است؟ آیا فراگیران نکات اساسی و مفاهیم پایه‌ای درس را فهمیده‌اند و یا اینکه به آموزش اضافی احتیاج دارند؟ ارزشیابی همچنین اطلاعات زیادی را در مورد نحوه تلاش فراگیران به مدرسین ارائه می‌دهد، در جریان ارزشیابی فراگیران به نقاط قوت و ضعف خود پی برده و در نتیجه به آنان متناسب با تلاششان بازخورد مناسب خواهد رسید و این بازخورد در جهت بهبود یادگیری آنان می‌تواند مؤثر واقع شود.

از مهمترین اهداف ارزشیابی استفاده از آن در بهبود یادگیری فراگیران است و مدرسین در جریان یادگیری سعی می‌کنند نکات اساسی و با ارزش را به فراگیران بیاموزند و از طرف دیگر فراگیران نیز تحت راهنمایی مدرسین کارهای ضروری را جهت یادگیری مفاهیم اساسی انجام می‌دهند که با استفاده از ارزشیابی می‌توان میزان دست‌یابی به این هدف را مورد بررسی قرار داد. گرونلند^۱ (۱۹۷۶) در مورد ارزشیابی می‌گوید: "ارزشیابی شامل تکنیک‌هایی است که مدرسین ملزم به دانستن آنها می‌باشند ولی ارزشیابی را نمی‌توان صرفاً جمع‌آوری این تکنیک‌ها دانست بلکه ارزشیابی از آموخته‌های فراگیران یک فرایند است که جزئی از تدریس می‌باشد و برای بررسی کیفیت آموزشی بکار می‌رود. فرایند ارزشیابی بصورت مستقیم و غیر

¹ Gronlund

مستقیم می تواند در سهولت یادگیری فراگیران تاثیر داشته باشد که به صورت مستقیم به حالت های زیر مؤثر واقع می شود :

۱- میزان دسترسی به اهداف آموزشی را مشخص و آشکار می سازد.

۲- نیاز های یادگیری را مشخص می کند.

۳- میزان پیشرفت تحصیلی را برای فراگیران نشان می دهد.

۴- مشکلات یادگیری را تشخیص داده و جبران می کند.

۵- وسیله ای است برای ارزشیابی فارغ التحصیلان در یک دوره.

جمع آوری صحیح و دقیق نتایج ارزشیابی همچنین به مدرسين کمک می کند تا بهترین نقطه شروع آموزش را نیز تعیین نمایند" [۴۲].

در بخشی از پژوهش حاضر سعی شده است تا وضعیت موجود ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ در دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود مورد بررسی قرار گیرد که بطور کلی این کاوش معطوف به آزمون پیشرفت تحصیلی است زیرا تهیه و اجرای آزمون های پیشرفت تحصیلی که همان امتحانات آمادگی، میان ترم و پایان ترم می باشد از فعالیت های مهم آموزشی مدرسين دانشگاه محسوب می شود.

نقشی که آزمون های پیشرفت تحصیلی فراگیران می توانند در یک نظام آموزشی ایفا کنند در واقع یک نقش دو گانه است بدینصورت که اگر با توجه به اصول صحیح تهیه و اجرا گردند باعث پیشرفت تحصیلی فراگیران خواهد شد ولی در غیر اینصورت باعث ایجاد دلسردی و بی علاقهگی در فراگیران می شود.

بنابراین می توان گفت: در نظام آموزشی آزمون مانند شمشیر دو لبه ایست که قادر است فواید زیادی به بار آورد و در عین حال موجب خطرها و آسیب های زیادی شود.

یک ارزشیابی خوب نه تنها نمایانگر فعالیت و پیشرفت فراگیرنده است بلکه معرف طرز کار و میزان موفقیت و انجام وظیفه مدرس نیز می‌باشد و از لغزش‌ها و اشتباهات نیز جلوگیری می‌کند.

اگر دانشجویی به خوبی مطالعه و خود را آماده پاسخگویی به سؤالات کرده باشد و هیچ کوتاهی در فراگیری انجام نداده باشد ولی به دلیل عدم اعتبار و دقت لازم در ساختن آزمون نتیجه مطلوب عایدش نگردد در چنین حالتی نه تنها حق مسلم وی پایمال شده است بلکه وسایل لازم جهت دلسردی و بی‌علاقگی وی به درس مورد نظر نیز فراهم شده است یعنی ممکن است استادی به خوبی وظیفه سنگین تدریس را به انجام رسانیده باشد و درس را به نحو مطلوب تشریح و تفهیم کرده باشد ولی به دلیل عدم اعتبار و دقت در ساختن آزمون نتیجه زحمات وی آنگونه که باید آشکار نگردد.

در تحقیقی که صالحی (۱۳۶۹) انجام داد مشاهده کرد که ۴۷٪ از دانشجویان، نارسایی شیوه‌های ارزشیابی اساتید از آموخته‌های دانشجویان را یکی از علل کم‌توجهی و بی‌علاقگی دانشجویان به بعضی از دروس ذکر کرده‌اند [۱۵]. بنابراین اجرای یک ارزشیابی صحیح می‌تواند هم برای دانشجو و هم برای استاد منشأ ثمرات زیادی باشد.

نکته ای که در مورد ارزشیابی گفتن آن لازم به نظر می‌رسد این است که کار ارزشیابی نباید به یک آزمون پایان دوره منحصر شود، زیرا این کار باید از اولین ساعات درس شروع و تا اعلام نتیجه نهایی دوره ادامه یابد. فینوچیار^۱ (۱۹۶۴) می‌گوید: اولین نکته ای که در مورد ارزشیابی باید برای هر مدرسی که به کلاس درس قدم می‌گذارد کاملاً روشن باشد این است که چرا، چه وقت، چگونه و چه چیز را باید ارزشیابی کند.

همچنین یک مدرس خوب باید بداند که نتیجه کار فراگیران را می‌بایست طی آزمون‌های گوناگون و مرحله به مرحله در طول دوره آموزشی به چند طریق متفاوت و معدل‌گیری بین

¹ finocchiaro

این آزمون‌ها ارزشیابی و اعلام نماید، زیرا سطوح مختلف یادگیری، ضرورت کاربرد ابزارهای گوناگون ارزشیابی را ایجاب می‌کند [۴۱].

کثرت مطالبی که در چند سال اخیر به ارزشیابی تحصیلی اختصاص یافته و در آنها کوشش شده است تا ضرورت و شایستگی ارزشیابی رد شود یا اعتبار و اثر بخشی آن بهبود یابد، خود بیانگر این واقعیت است که ارزشیابی تا چه اندازه مورد توجه و سوال می‌باشد. برای مثال سعی شده است جنبه های فنی ارزشیابی را به خصوص از نظر شرایط امتحان، اعمال مقدماتی، ابزارهای مورد استفاده و نیز از بعد جنبه های تربیتی و بویژه اثرات آن بر یادگیری، مورد مطالعه قرار دهند.

اگر چه علوم آمار و ریاضیات به عنوان ابزارهای مهم در تجزیه و تحلیل نتایج فرآیند آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما با توجه به ماهیت موضوع (ارزشیابی) در این پژوهش روش جدید نمره گذاری و رتبه بندی دانشجویان (روش فازی^۱) پیشنهاد شده است.

کاربرد منطق فازی در امور مختلف تا حدی است که امروزه در برخی از کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان، مراکز تحقیقاتی خاصی به همین منظور تأسیس شده است. منطق مورد بحث بر اساس عدم قطعیت‌ها پایه ریزی شده است و از اینرو کاربرد فراوانی در مدیریت و علوم انسانی دارد، زیرا علوم انسانی دارای دو ویژگی عمده زیر است :

۱- قطعیت‌ها ناچیز هستند و وجود تئوری‌های مختلف در علم مدیریت ناشی از همین امر می‌باشد.

۲- متغیرهای مداخله گر، غیر قابل کنترل یا با قابلیت کنترل کمی می‌باشند.

فلسفه اساسی و علت وجودی تئوری فازی آن است که می‌خواهد یک چارچوب محکم ریاضی را معرفی نماید تا بوسیله آن، مفاهیم غیر دقیق در تصمیم گیری از دقت لازم برخوردار شوند و به درستی مورد مطالعه قرار گیرند. در واقع تئوری مذکور یک انتقال آرام و تدریجی را

¹ Fuzzy

از حیطه کمیت‌ها و دقت‌ها به سوی مفاهیم مبهم و غیر دقیق مهیا می‌سازد. خود اصطلاح این تئوری که فازی نام دارد نیز عدم دقت و صراحت و ابهام را تداعی می‌کند. منطق فازی با ایجاد یک روش جدید در پردازش اطلاعات موفق شده است که مزایای تصمیم‌گیری توسط انسان را برای تصمیم‌گیری بوسیله ماشین فراهم آورد.

در سال ۱۹۶۵ پروفسور لطفی زاده^۱، استاد رشته کامپیوتر دانشگاه کالیفرنیا، ایده ای را پیشنهاد کرد که طبق آن بتوان مفاهیم مبهم و غیر دقیق (فازی) را به کمک روش‌های ریاضی مطالعه نمود [۶۱]، اما قابلیت‌های کاربردی این روش توسط دانشمندان ژاپنی به اثبات رسید.

۲-۱ موضوع تحقیق

از آنجا که ارزشیابی جزئی از اجزای اصلی کار هر مدرس می‌باشد و وظیفه ایست که در تمام دوره تدریس با آن سرو کار دارد این تحقیق درصدد بررسی دیدگاه اساتید و دانشجویان دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود در مورد کیفیت و چگونگی ارزشیابی اساتید از آموخته‌های دانشجویان به صورت فازی و ارائه پیشنهاداتی در این زمینه می‌باشد. منظور از ارزشیابی همان امتحاناتی است که اساتید در طول ترم اعم از شفاهی، کتبی، کوییز، میان ترم و پایان ترم جهت پی بردن به میزان یادگیری دانشجویان و کیفیت آموزش به عمل می‌آورند. این تحقیق از دو دیدگاه مختلف مورد بررسی قرار گرفته است: دیدگاه اول، بررسی نحوه نگرش اعضای هیات علمی یعنی اساتید و مدرسین دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود در مرتبه‌های مختلف علمی (دانشیار، استادیار، مربی) نسبت به ارزشیابی است یعنی دیدگاه کسانی که ارزشیابی را به عمل می‌آورند که منظور از این کار پی بردن به اهدافی است که مدرسین در ارزشیابی از آموخته‌های فراگیران دنبال می‌کنند.

¹ L.A.Zadeh

دیدگاه دوم، بررسی نحوه نگرش دانشجویان دروس عمومی ریاضی ۱ و ۲ دانشگاه صنعتی شاهرود در مورد نظام فعلی ارزشیابی از آموخته هایشان و کیفیت این ارزشیابی در دانشگاه می باشد یعنی دیدگاه کسانی که ارزشیابی بر روی آنها انجام می شود. حال باید دید آیا این نظام توانسته است به صورت مطلوب آموخته هایشان را با توجه به مواد تدریس شده و کیفیت آموزشی مورد ارزشیابی قرار دهد و در جهت بهبود یادگیری و پیشرفت تحصیلی آنان مؤثر واقع شود؟

استفاده از دو دیدگاه استاد و دانشجو با این هدف مورد بررسی قرار گرفته است که نظام ارزشیابی پیشرفت تحصیلی دانشجویان در دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود بهتر مورد بررسی و کنکاش قرار گیرد و با هم مقایسه شوند.

اگر چه روند تبدیل متغیرهای کیفی به کمی مورد توجه مدرسان بوده، اما دقت آن از دیر باز مورد تردید قرار گرفته است. از عمر منطق فازی، بیش از نیم قرن نمی گذرد، منطقی که ابتدا توسط یک دانشمند ایرانی مطرح شد و سپس در امور مختلف مهندسی بارها مورد استفاده قرار گرفت. منطق فوق سعی در قطعیت بخشیدن به موارد غیر قطعی دارد. از آنجا که علوم انسانی خیلی دقیق نیستند، نتایج حاصل از آن (از جمله آزمون ها) نیز ماهیتاً غیر قطعی می باشند. برای قطعیت بخشیدن به نتایج آزمون ها و حذف برخی از متغیرهای مداخله گر، در این پژوهش از منطق فازی استفاده شده است.

۳-۱ ضرورت تحقیق

بیشتر ابزارهای سنتی مدلسازی قطعی، معلوم و ذاتاً دقیق هستند. به این معنی که آنها بیشتر آری یا نه هستند تا این که به صورت کم و بیش و تقریبی باشند. در منطق دودویی یک عبارت یا درست است و یا نادرست و چیزی در این میان وجود ندارد. در کل، دقت به این

معناست که مدل شامل هیچ گونه ابهامی نمی‌باشد. این قطعیت مستلزم این فرض است که پارامترهای مدل به خوبی شناخته شده اند و هیچ شک و ابهامی درباره مقدار و ارزش آنها وجود ندارد. در هر حال، برای مدلسازی کردن امری واقعی، زبان مدلسازی باید متناسب با آن موضوع انتخاب شود. از آنجا که زبان مدلسازی باید از یک سو حاوی مفاهیم و معانی مورد نظر و هم فاقد عناصر زاید باشد، این امر خود نیز یک مسئله مجزا را ایجاد می‌کند [۲۰].

ارزیابی و برآورد نمرات فراگیران در درس ها نیز از همین قاعده پیروی می‌کند، چرا که قدرت اندیشه بشر بسیار غنی تر از کلمات زبان معمولی او است و این امر باعث می‌گردد تا ارزیابی و برآورد صحیح یک پاسخ و یا یک راه حل بنحو مطلوب، در منطق درست یا غلط نتیجه کاملاً مطلوبی نداشته باشد.

دو مسئله عمده در مدلسازی وجود دارد:

اولاً: شرایط واقعی اغلب غیرقطعی و نامعلوم هستند و نمی‌توان آن ها را کاملاً دقیق توصیف کرد، ثانیاً: توصیف کامل یک سیستم واقعی اغلب به داده های جزئی بسیاری نیاز دارد که یک انسان نمی‌تواند آن ها را همزمان بخاطر سپرده یا پردازش و درک کند. این موارد باعث می‌گردد که فازی بودن در اکثر زمینه‌هایی که در آنها دآوری، قضاوت، برآورد و تصمیم‌گیری انسانی مهم است، حضور داشته باشد. این زمینه‌ها همچنین شامل تصمیم‌گیری، استدلال و یادگیری نیز می‌شوند. در این حوزه ها زبان طبیعی جریان دارد و معنای کلمات در آن اغلب مبهم است. فازی بودن در مواردی که معیار قطعی برای تعیین صحت عضویت یک عضو در مجموعه وجود ندارد مطرح می‌گردد [۲۰].

مسئله ارزیابی فراگیران به دلیل پیچیدگی هایش همواره در محیط‌های آموزشی و آکادمیک موضوعی مورد توجه بوده است. نظام ارزیابی و تخصیص نمره به پاسخ‌های فراگیران همواره تابع ضوابط غیر قابل انعطاف و خشک یا سلیق و دیدگاه‌های فردی قرار دارد. خاستگاه

عمده این دشواری و پیچیدگی‌ها در ارتباط با درک فرایند یادگیری فراگیران می باشد. آموختن، فرایندی از تغییرات ذهنی است و ارزیابی آن بعنوان برآورد شناخته می شود.

۴-۱ پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر برخی محققان روی بکارگیری نظریه مجموعه‌های فازی در سیستم های درجه بندی آموزشی تأکید دارند. بای و چن^۱ (۲۰۰۶ الف) روشی برای ساخت توابع عضویت درجه بندی به طور اتوماتیک برای ارزیابی دانشجویان در سیستم های درجه بندی فازی، ارائه دادند [۲۵]. بیسواز^۲ (۱۹۹۵) و چن و لی^۳ (۱۹۹۹) روش‌هایی را برای ارزیابی دانشجویان با استفاده از مجموعه های فازی ارائه دادند [۳۴ و ۲۹]. چنگ و سان^۴ (۱۹۹۳) روشی برای تعیین عملکرد یادگیری دانش آموزان سال آخر دبیرستان ارائه دادند [۳۲]. چنگ و یانگ^۵ (۱۹۹۸) با استفاده از مجموعه های فازی روشی را در سیستم های درجه بندی آموزشی پیشنهاد کردند [۳۳]. چیانگ و لین^۶ (۱۹۹۴) روشی برای بکارگیری نظریه مجموعه فازی برای تعیین روش تدریس ارائه کرده اند [۳۵]. همچنین اچاز و واچسوانوس^۷ (۱۹۹۵) و لاو^۸ (۱۹۹۶) روشهایی برای استفاده از اعداد فازی در سیستم های درجه بندی آموزشی ارائه کردند [۳۷ و ۴۴]. ما و زویو^۹ (۲۰۰۰) یک رویکرد مجموعه فازی برای تعیین یادگیری دانشجو محور ارائه دادند [۴۶]. وانگ و چن^{۱۰} (۲۰۰۶ الف) دو روش برای ارزیابی پاسخنامه ی دانشجویان، با استفاده از مجموعه های فازی ارائه کردند [۵۵]. وانگ و چن (۲۰۰۶ ب) دو روش برای ارزیابی پاسخنامه ی

¹ Bai & Chen

² Biswas

³ Chen & Lee

⁴ Chang & Sun

⁵ Cheng & Yang

⁶ Chiang & Lin

⁷ Echaz & Vachtsevanos

⁸ Law

⁹ Ma & Zhou

¹⁰ Wang & Chen

دانشجویان، با استفاده از اعداد فازی مربوط به درجه ی اطمینان، ارائه نمودند [۵۶]. ویلسون و دیگران^۱ (۱۹۹۸) یک سیستم منعطف، تطبیق پذیر و اتوماتیک تعیین درجه ی مبتنی بر فازی ارائه کرد [۵۹]. وو^۲ (۲۰۰۳) روشی برای بکارگیری نظریه مجموعه فازی و نظریه پاسخ رقم ارائه کرد تا عملکرد یادگیری دانشجویان را بررسی کند [۶۰]. در ایران نیز افرادی مانند دکتر محمود حقانی (۱۳۷۸) کاربردی از منطق فازی را در ارزشیابی تحصیلی دانشجویان ارائه نموده اند [۷].

در فصل دوم این پژوهش، به معرفی منطق فازی و طرز کار سیستم های فازی و همچنین ارزشیابی تحصیلی و روش های آن می پردازیم. در فصل سوم پرسشنامه هایی که راجع به ارزشیابی کلاسیک فعلی توسط محقق تهیه و بین اساتید و دانشجویان توزیع و جمع آوری شده را به کمک نرم افزار SPSS و اعداد فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم و میزان کارایی شیوه های ارزشیابی دروس هماهنگ (ریاضی^۱ و^۲) را مورد بررسی قرار می دهیم. در فصل چهارم روشی انعطاف پذیر برای ارزشیابی موفقیت تحصیلی دانشجویان، با استفاده از توابع عضویت فازی، ارائه می کنیم و بجای استفاده از نمره تنها، ترکیبی از نمره و سطوح مختلف یادگیری پیشنهاد شده است. سپس در فصل پنجم میزان سختی، اهمیت و پیچیدگی امتحانات را برای ارزیابی پاسخنامه دانشجویان مورد بررسی قرار می دهیم. این عمل، روشی کاربردی است برای تشخیص ترتیب رتبه بندی دانشجویان با نمرات مشابه. نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای کارهای آتی نیز در ادامه بیان شده است.

¹ Wilson, Karr, & Freeman

² Wu

فصل دوم

سیستم های فازی

و

ارزشیابی تحصیلی

• منطق فازی و سیستم های فازی

۲-۱ مقدمه

بشر همواره سعی کرده است در زندگی روزمره خود تا حد امکان منطقی سخن بگوید و منطقی عمل کند. اما دنیای ما آنقدر پیچیده است که نمی توان یک توصیف دقیق و روشن برای آن بدست آورد، از طرفی اطلاعات و دانش بشری آنقدر دقیق و مطلق نیست تا بتواند بر اساس آن یک تصمیم گیری کاملاً درست و قطعی انجام دهد بنابراین این سوال مطرح می شود که چه منطقی را برگزینیم تا با طبیعت زندگی ما سازگاری بیشتری داشته باشد؟

تا حدود ۴۰ سال پیش پاسخ کلاسیک این سوال منطق ارسطویی بود، که در آن گزاره ها یا درست هستند یا نادرست و در آن، جایی برای مفاهیمی چون مطلوب، نامطلوب، جوان، پیر، ماهر، سرعت بالا و ... که جزء لاینفک زندگی بشری هستند، وجود نداشت و لاجرم بدرستی قابل ارزش گذاری نبود.

در سال ۱۹۶۵ پروفیسور لطفی عسکرزاده استاد دانشگاه برکلی با ارائه مقاله ای تحت عنوان «مجموعه های فازی» [۶۱] با معرفی منطق بی نهایت ارزشی فازی روشی جدید برای بیان این مفاهیم ارائه داد. او در توصیف سیستم های مختلف چنین می گوید: «هر چه پیچیدگی سیستم افزایش می یابد، توانایی ما برای بیان صریح و دقیق رفتار آن کاهش می یابد... یک نتیجه ی قطعی و اساسی را میتوان به اختصار اینگونه بیان کرد که:

هر چه مسائل دنیای واقعی را از نزدیکتر بنگریم راه حل آن فازی تر می شود»

او همچنین در مورد نیاز به ریاضیات فازی چنین می گوید:

«ما اساساً احتیاج به نوع متفاوتی از ریاضیات داریم، ریاضیات فازی یا کمیت های مبهمی که قابل توصیف با توابع توزیع احتمالاتی نیستند. در واقع احتیاج به چنین ریاضیاتی حتی در

محدوده سیستمهای بی جان رشدی آشکار و روزافزون دارد، چرا که در عملی ترین حالتها، داده های اصولی سیستم ها و نیز معیارهایی که بر اساس آنها رفتار سیستم های ساخت بشر مورد ارزیابی و قضاوت قرار می گیرد، موضوعاتی نیستند که به طور مشخص و دقیق تعیین شده باشند. این موضوعات دارای توابع توزیع احتمال دقیقاً شناخته شده ای هم نیستند» [۲۱]

در هر سیستمی یکی از مهمترین منابع کسب اطلاعات، افراد خبره می باشند، که دانش و آگاهی خود را با زبان بیان می کنند. در طراحی سیستم های کلاسیک، اطلاعاتی که به کمک اندازه گیری و مدل های ریاضی و به روش های فیزیکی بدست می آیند به راحتی قابل استفاده اند و مشکل اساسی تبدیل دانش افراد خبره به یک مدل ریاضی است. امروزه سیستم های فازی به راحتی قادر به حل این مشکل می باشند و به کمک آنها می توان با تبدیل دانش بشری به مجموعه های فازی و طراحی یک پایگاه از قواعد این مشکل را برطرف کرده و طی یک فرآیند سیستماتیک یک پایگاه دانش را به نگاشت غیرخطی تبدیل کرد به همین دلیل ما به راحتی قادر خواهیم بود از سیستم های فازی در کاربردهای مهندسی، اقتصادی، اجتماعی،... استفاده کنیم [۱۸].

پرفسور ابراهیم ممدانی^۱ از کالج کوئین ماری در توصیف سیستم های فازی چنین می گوید: «فکر اصلی این روش استفاده از تجربیات اپراتور متخصص در طراحی کنترل کننده است. از یک مجموعه قوانین زبانی که استراتژی کنترل را شرح می دهد، در جایی که کلمات بر حسب مجموعه های فازی تعریف شده اند یک الگوی کنترل سیستم ساخته می شود» [۲۱].

از آنجائی که طراحی یک سیستم فازی مبتنی بر شناخت یا قواعدی می باشد که بایستی آنها را به کمک مجموعه های فازی تعریف کرد، ابتدا ریاضیات و مقدمات فازی را بیان کرده و سپس به تعریف کنترل کننده های فازی می پردازیم.

¹ Mamdani

۲-۲. تعاریف مقدماتی

مجموعه های فازی اساسی ترین مفهوم تئوری فازی می باشند. یک مجموعه فازی تعمیم یک مجموعه کلاسیک است که اجازه می دهد تابع عضویت هر مقداری را در بازه $[0, 1]$ اختیار کند.

تعریف ۲-۲-۱. یک مجموعه فازی $\tilde{A}$ در یک مجموعه جهانی X بوسیله یک تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}$ مشخص می شود که $\mu_{\tilde{A}}(x)$ مقداری در بازه $[0, 1]$ می باشند.

برای نمایش یک مجموعه فازی یکی از نمادهای زیر را انتخاب می کنیم $[10]$.

الف: نمایش بوسیله زوج مرتب

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\} \quad (1-2)$$

ب: اگر X یک مجموعه گسسته باشد.

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i} \quad (2-2)$$

ج: اگر X یک مجموعه پیوسته باشد

$$\tilde{A} = \int_x \mu_{\tilde{A}}(x) / x \quad (3-2)$$

که $\mu_{\tilde{A}}(x)$ مقدار تابع عضویت^۱ در نقطه x است که درجه عضویت x را نشان می دهد.

همچنین $\sum$ و $\int$ به معنای انتگرال و جمع ریاضی نمی باشند، بلکه اجتماع تمام نقاط

$x \in X$ و تابع عضویت متناظر $\mu_{\tilde{A}}(x)$ را نشان می دهد.

مثال (۲-۱) فرض کنیم $X = Z$ باشد. مجموعه فازی اعداد صحیح نزدیک به صفر را می -

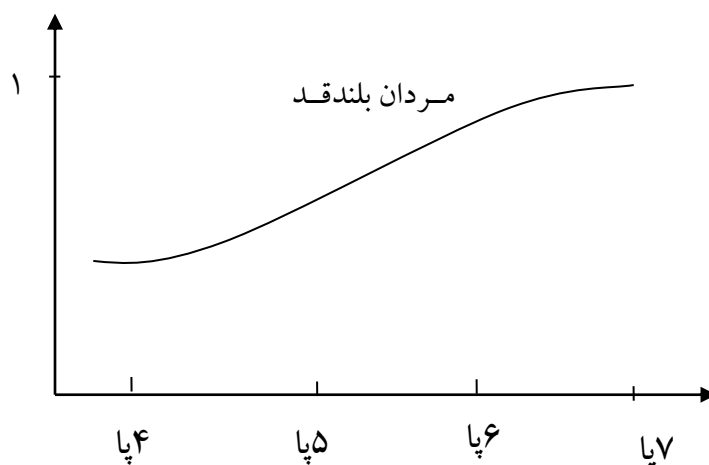
توان به صورت زیر تعریف کرد:

¹ Membership Function

$$\tilde{A} = \left\{ \frac{0.1}{-5}, \frac{0.2}{-4}, \frac{0.4}{-3}, \frac{0.6}{-2}, \frac{0.8}{-1}, \frac{1}{0}, \frac{0.8}{1}, \frac{0.6}{2}, \frac{0.4}{3}, \frac{0.2}{4}, \frac{0.1}{5} \right\}$$

مثال (۲-۲) مجموعه فازی افراد بلند قد که اولین مجموعه فازی معرفی شده توسط

پروفسور لطفی زاده بود بصورت شکل (۱-۲) تعریف می شود که یک منحنی پیوسته می باشد.



شکل ۱-۲ مجموعه فازی افراد بلند قد

تعریف ۲-۲-۲. تکیه گاه^۱ مجموعه فازی $\tilde{A}$ در مجموعه مرجع X یک مجموعه غیرفازی

است که شامل اعضای x از X است که $\mu_{\tilde{A}}(x) \neq 0$ می باشد.

$$Supp(\tilde{A}) = \{x \in X | \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\} \quad (۴-۲)$$

تعریف ۳-۲-۲. ارتفاع^۲ یک مجموعه فازی، بزرگترین مقدار تابع عضویت آن مجموعه

فازی است.

¹ Support

² Height

تعریف ۲-۲-۴. مجموعه فازی نرمال^۱ به مجموعه فازی گفته می‌شود که ارتفاع آن برابر یک باشد.

تعریف ۲-۲-۵. مرکز^۲ یک مجموعه فازی با توجه به نقاطی که در آن تابع عضویت مجموعه فازی به حداکثر مقدار خود می‌رسد به صورت زیر تعریف می‌شود:

الف: اگر مقدار میانگین این نقاط متناهی باشد در آن صورت این مقدار مرکز مجموعه فازی است.

ب: اگر مقدار میانگین این نقاط مثبت بی نهایت باشد در آن صورت کوچکترین نقطه از میان این نقاط مرکز مجموعه فازی است.

ج: اگر مقدار میانگین این نقاط منفی بینهایت باشد در آن صورت بزرگترین نقطه از میان این نقاط مرکز مجموعه فازی است.

تعریف ۲-۲-۶. α - برش^۳ یک مجموعه غیرفازی، مجموعه ای مانند A_α است که شامل تمام عضوهای X می‌باشد که مقادیر تابع عضویت آن بزرگتر یا مساوی α می‌باشند.

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad (۵-۲)$$

تعریف ۲-۲-۷. مجموعه بالای^۴ یک مجموعه فازی $\tilde{A}$ در $X \subset R$ یک زیر مجموعه در X است که بدین ترتیب تعریف می‌شود [۱۷].

$$hgh(\tilde{A}) = \left\{ x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) = \sup_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) \right\} \quad (۶-۲)$$

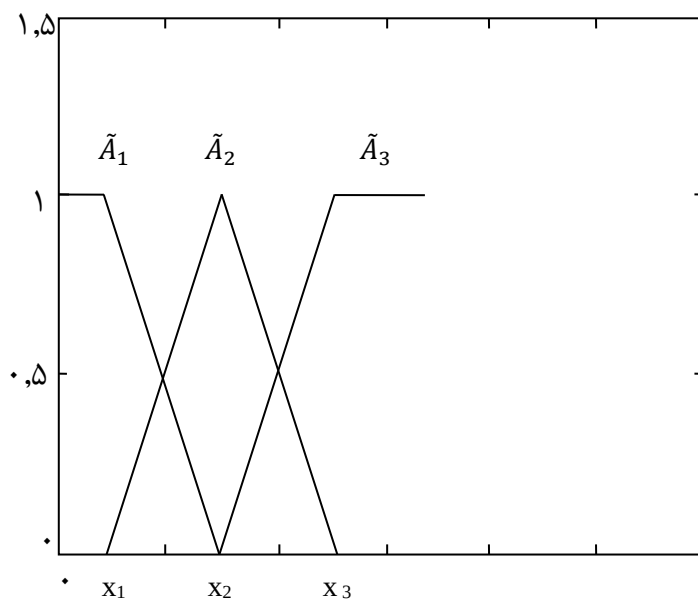
مثال (۲-۳) مجموعه های فازی $\tilde{A}_1$ و $\tilde{A}_2$ و $\tilde{A}_3$ با توابع عضویت داده شده در شکل (۲-۲) دارای خواص زیر می‌باشند:

¹ Normal fuzzy set

² Center

³ α - cut

⁴ Hight set of fuzzy set



شکل ۲-۲ چند مجموعه فازی

- مجموعه فازی $\tilde{A}_1$ و $\tilde{A}_2$ و $\tilde{A}_3$ نرمال هستند.

- $\tilde{A}_1$ مرکز = x_1 ، $\tilde{A}_2$ مرکز = x_2 ، $\tilde{A}_3$ مرکز = x_3

- $Supp\tilde{A}_1 = [0, x_2)$ ؛ $Supp\tilde{A}_2 = (x_1, x_3)$ ؛ $Supp\tilde{A}_3 = (x_2, \infty)$

- $hgh(\tilde{A}_1) = [0, x_1]$ ؛ $hgh(\tilde{A}_2) = \{x_2\}$ ؛ $hgh(\tilde{A}_3) = [x_3, \infty]$

۲-۳. عملیات بر روی مجموعه های فازی

از این پس در تعاریف برای راحتی از نمادهای معمولی برای نمایش مجموعه های فازی

استفاده می کنیم.

تعریف ۲-۳-۱. دو مجموعه فازی A و B را در نظر بگیرید. مجموعه های فازی A و B را

مساوی گوییم هر گاه:

$$\forall x \in X; \mu_A(x) = \mu_B(x)$$

تعریف ۲-۳-۲. دو مجموعه فازی A و B را در نظر بگیرید. مجموعه A را زیر مجموعه B گوئیم هرگاه:

$$\forall x \in X: \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$$

در تعریف مجموعه‌های کلاسیک برای اجتماع و اشتراک و متمم مجموعه‌ها یک تعریف یکسان و کلی وجود دارد. اما در مورد مجموعه‌های فازی عملیات مذکور به صورت‌های مختلفی تعریف می‌شوند. دلیل این امر اینست که با یک تعریف خاص برای اجتماع و اشتراک یا متمم گیری از مجموعه‌های فازی ممکن است بعضی شرایط در یک مسئله خاص ارضاء نشود. به عنوان مثال هنگام عمل اشتراک گرفتن از دو مجموعه فازی ممکن است بخواهیم مجموعه فازی بزرگتر تأثیر بیشتر یا کمتری روی جواب داشته باشد. بنابراین در عمل ممکن است یک عملگر مفهوم بیشتر داشته و مناسب تر باشد. به همین دلیل برای متمم، اجتماع و اشتراک تعاریف مختلفی معرفی می‌شود.

در حالت کلی در بحث مجموعه های فازی به عملگر اشتراک t - نرم^۱ و به عملگر اجتماع S - نرم^۲ و به عملگر متمم، متمم فازی می‌گوئیم.

۲-۳-۱ متمم فازی

فرض کنیم A و B دو مجموعه فازی دلخواه در فضای X باشند، هر تابع مانند c که $c: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ در اصول موضوعه زیر صدق کند یک متمم فازی نامیده می‌شود.

$$1. \quad c(0) = 1, c(1) = 0 \text{ (شرایط مرزی)}$$

$$2. \quad \text{هر گاه } A \subseteq B \text{ باشد آنگاه } c(A) \supseteq c(B) \text{ (شرط نزولی بودن)}$$

در این صورت متمم A را با $\bar{A}$ نشان می‌دهیم. سه کلاس مهم از متمم های فازی بصورت زیر می‌باشند:

¹ T - norm

² S - norm

۱. متمم فازی اولیه: اگر A یک مجموعه فازی باشد، تابع عضویت متمم آن یعنی $\bar{A}$ بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\mu_{\bar{A}}(x) = c(\mu_A(x)) = 1 - \mu_A(x) \quad (۷-۲)$$

۲. متمم فازی کلاس سوگنو^۱: که بر اساس پارامتر λ بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$c(\mu_A(x)) = \mu_{\bar{A}}(x) = \frac{1 - \mu_A(x)}{1 + \lambda \mu_A(x)}; \lambda \in (0, \infty) \quad (۸-۲)$$

به ازای هر λ یک متمم فازی خاص بدست می‌آید.

۳. متمم فازی کلاس یاگر^۲: که بر اساس پارامتر w بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$c(\mu_A(x)) = \mu_{\bar{A}}(x) = [1 - \mu_A(x)^w]^{\frac{1}{w}}; w \in (0, \infty) \quad (۹-۲)$$

برای هر مقدار w یک متمم فازی خاص بدست می‌آید.

به راحتی می‌توان دید که در کلاس سوگنو به ازای $\lambda = 0$ و در کلاس یاگر به ازای $w=1$ به همان متمم فازی اولیه می‌رسیم.

۲-۳. اجتماع فازی یا S -نرم‌ها

فرض کنیم A و B دو مجموعه فازی دلخواه در مجموعه X باشند. اگر

$$s : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$$

به تابع عضویت اجتماع A و B تبدیل کند به عبارتی داشته باشیم:

$$s(\mu_B(x), \mu_A(x)) = \mu_{A \cup B}(x)$$

در اینصورت تابع s را یک اجتماع فازی یا S -نرم می‌گوییم هرگاه در چهار اصل زیر

صدق کند:

$$s(0, a) = s(a, 0) = a, \quad s(1, 1) = 1 \quad -۱$$

$$s(a, b) = s(b, a) \quad -۲ \quad (\text{خاصیت جابجایی})$$

¹ Sogeno class

² Yager class

۳- اگر $a \leq a'$, $b \leq b'$ باشد آنگاه $s(a, b) \leq s(a', b')$ (شرط صعودی بودن)

۴- $s(s(a, b), c) = s(a, s(b, c))$ (شرط شرکت پذیری)

چندکلاس مختلف از S - نرم ها به شرح زیر می باشد [۵۳]:

۱. عملگر Max که یکی از متداولترین S - نرم هایی است که برای تعریف اجتماع دو

مجموعه فازی بکار می رود.

$$\mu_{A \cup B}(x) = s(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \max(\mu_B(x), \mu_A(x)) \quad (10-2)$$

۲. کلاس یاگر که بر اساس پارامتر $w \in (0, \infty)$ بصورت زیر تعریف می شود:

$$\mu_{A \cup B}(x) = s_w(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \left[(1, \mu_A(x)^w + \mu_B(x)^w)^{\frac{1}{w}} \right] \quad (11-2)$$

که به ازای هر مقدار w یک S - نرم بوجود می آید.

۳. جمع جبری^۱:

$$(12-2)$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = s_\alpha(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$$

۳-۳-۲. اشتراک فازی یا t -نرم ها

فرض کنید A, B دو مجموعه فازی دلخواه در مجموعه کلاسیک X باشند،

اگر $t : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ نگاشتی باشد که توابع عضویت مجموعه های فازی

A و B را به تابع عضویت اشتراک A و B تبدیل کند. به عبارتی داشته باشیم:

$$t(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_{A \cap B}(x)$$

در اینصورت تابع t را یک اشتراک فازی یا t -نرم گوئیم هر گاه در چهار اصل زیر صدق

کند:

$$1. \quad t(0,0) = 0, t(a,1) = t(1,a) = a \quad (\text{شرایط مرزی})$$

¹ Algebraic sum

$$۲. \quad t(a, b) = t(b, a) \text{ (شرط جابجایی)}$$

$$۳. \quad \text{اگر } a \leq a', b \leq b' \text{ باشد آنگاه } t(a, b) \leq t(a', b') \text{ (شرط صعودی بودن)}$$

$$۴. \quad t(a, t(b, c)) = t(t(a, b), c) \text{ (شرط شرکت پذیری)}$$

متناظر با هر اجتماع فازی یا S -نرم یک اشتراک فازی یا t -نرم وجود دارد که ذیلأ به آنها

اشاره می‌کنیم.

۱. عملگر $\min$ که یکی از متداولترین t -نرم هایی است که برای تعریف اشتراک دو

مجموعه فازی بکار رفته و بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$(۱۳-۲) \quad t(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

۲. کلاس یاگر که بر اساس پارامتر $w \in (0, \infty)$ بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$(۱۴-۲)$$

$$t_w(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_{A \cap B}(x)$$

$$= 1 - \min[1, ((1 - \mu_A(x))^w + (1 - \mu_B(x))^w)^{\frac{1}{w}}]$$

که به ازای هر مقدار w یک t -نرم تعریف می‌شود.

۳. ضرب جبری:

$$(۱۵-۲) \quad t_{ap}(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$$

تعریف ۳-۳-۲. یک t -نرم و S -نرم و مکمل فازی یک کلاس متحد را تشکیل می‌-

دهند. هر گاه در قاعده دموگن صدق کنند به عبارتی:

$$c[s(\mu_A(x), \mu_B(x))] = t[c(\mu_A(x)), c(\mu_B(x))]$$

$$c[t(\mu_A(x), \mu_B(x))] = s[c(\mu_A(x)), c(\mu_B(x))]$$

و یا با نماد ساده تر:

$$\mu_{\overline{A \cap B}}(x) = \mu_{\overline{A} \cup \overline{B}}(x)$$

$$\mu_{\overline{A \cup B}}(x) = \mu_{\overline{A} \cap \overline{B}}(x)$$

از مقایسه روابط (۲-۱۱) تا (۲-۱۵) در می‌یابیم که برای هر s -نرم یک t -نرم متحد با آن وجود دارد.

۲-۴. روابط فازی

همانطور که می‌دانیم روابط کلاسیک زیر مجموعه ای از حاصلضرب کارتزین دو مجموعه می‌باشد. به عبارتی رابطه یک مجموعه از زوجهای مرتب است که یک زوج مرتب یا متعلق به این رابطه هست یا متعلق به این رابطه نیست. اما بسیاری از روابط بین مجموعه ها با این روش قابل بیان نیستند. به عنوان مثال برای نمایش رابطه نزدیک یا دور بودن بین شهرها نمی‌توان از روابط کلاسیک استفاده کرد. این امر لزوم استفاده از روابط فازی را نشان می‌دهد.

تعریف ۲-۴-۱. فرض کنیم $X_1, \dots, X_n$ و n مجموعه دلخواه و $X_1 \times \dots \times X_n$

حاصلضرب کارتزین این مجموعه ها باشد. در این صورت رابطه فازی R را بصورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$R = \{((x_1, \dots, x_n), \mu_R(x_1, \dots, x_n)) | (x_1, \dots, x_n) \in X_1 \times \dots \times X_n\}$$

در اینصورت با نماد $\int$ و $\sum$ برای حالت گسسته و پیوسته داریم:

$$R = \int \frac{\mu_R(x_1, \dots, x_n)}{(x_1, \dots, x_n)} \quad (\text{حالت پیوسته})$$

$$R = \sum \frac{\mu_R(x_1, \dots, x_n)}{(x_1, \dots, x_n)} \quad (\text{حالت گسسته})$$

تعریف ۲-۴-۲. ترکیب روابط فازی: اگر R یک رابطه فازی در $X \times Y$ با تابع عضویت μ_R و P یک رابطه فازی در $Y \times Z$ با تابع عضویت μ_P باشد، ترکیب فازی ROP ، یک رابطه فازی در $X \times Z$ است که تابع عضویت آن بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\mu_{ROP}(x.z) = \text{MAX}_{y \in Y} t(\mu_R(x, y), \mu_P(y, z)) \quad (۱۶-۲)$$

که در آن t یک t -نرم می‌باشد.

در رابطه قبل اگر t - نرم را $\min$ فرض کنیم، ترکیب را ماکزیمم - مینیمم می‌گوئیم و داریم:

$$\mu_{ROP}(x.z) = \text{MAX}_{y \in Y} \min(\mu_R(x, y), \mu_P(y, z)) \quad (۱۷-۲)$$

و اگر t - نرم را ضرب فرض کنیم ترکیب را ماکزیمم - ضرب می‌گوئیم و داریم:

$$\mu_{ROP}(x.z) = \text{MAX}_{y \in Y} \mu_R(x, y) \times \mu_P(y, z) \quad (۱۸-۲)$$

۵-۲- منطق فازی

متغیر زبانی^۱: در زندگی روزمره و صحبت‌های عامیانه کلماتی وجود دارند که اغلب برای توصیف متغیرهایی استفاده می‌شوند که در ریاضیات کلاسیک چهارچوب مشخصی برای توصیف آنها وجود ندارد. بعنوان مثال وقتی می‌گوئیم، سرعت ماشین پایین است یا دمای اتاق بالاست، سرعت ماشین و دمای اتاق متغیرهای زبانی هستند که واژه‌های بالا و پایین را بعنوان مقدار خود می‌گیرند. به این ترتیب ما قادر خواهیم بود که به کمک متغیرهای زبانی دانش بشری را از توصیف‌های مبهم و نامعلوم در زبان طبیعی به گزاره‌های دقیق ریاضی تبدیل کنیم.

¹ Linguistic variable

یک تعریف رسمی و دقیق از متغیرهای زبانی بصورت زیر است [۱۰]:

تعریف ۲-۵-۱. یک متغیر زبانی توسط چهار پارامتر (X, T, U, M) مشخص می‌گردد که X ، نام متغیر زبانی است.

T ، مجموعه مقادیر زبانی است که X اختیار می‌کند.

U ، دامنه فیزیکی واقعی است که در آن متغیر زبانی X مقادیر کمی خود را اختیار می‌کند.

M ، یک قاعده لغوی است که هر مقدار زبانی در T را به یک مجموعه فازی در U مرتبط می‌سازد.

مثال (۲-۴) فرض کنیم X متغیر زبانی طول قد انسان باشد در این صورت:

$$U = [0, 250]$$

$$X = \text{قد انسان}$$

$$T = \{\text{خیلی کوتاه، کوتاه، متوسط، بلند، خیلی بلند}\}$$

$$M = \text{توابع عضویت}$$

تعریف ۲-۵-۲. گزاره های فازی^۱: اگر X و Y دو متغیر زبانی و A و B دو مجموعه فازی

مشخص کننده مقدار زبانی متغیرهای X و Y باشند، گزاره هایی به شکل زیر را گزاره های فازی می‌گوئیم:

$$A, X \text{ است.} \quad (۲-۱۹)$$

$$B, Y \text{ است.} \quad (۲-۲۰)$$

$$A, X \text{ است و } B, Y \text{ است.} \quad (۲-۲۱)$$

¹ Fuzzy proposition

X, A نیست یا B, Y است. (۲۲-۲)

عبارات فازی مانند (۱۹-۲) و (۲۰-۲) را گزاره های ساده و گزاره هایی مانند (۲۱-۲) و (۲۲-۲) را گزاره های مرکب می گوئیم.

گزاره های فازی مرکب را می توان به عنوان روابط فازی در نظر گرفت که در آنها برای رابط «و» از t -نرم ها و برای رابط «یا» از S -نرم ها و برای رابط «نه» از مکمل های فازی گفته شده در بخش قبل استفاده می کنیم.

مثال (۲-۵). عبارت فازی $FP = (x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B) \text{ or } z \text{ is } C$ که مجموعه های فازی A, B و C به ترتیب در فضای X, Y و Z می باشند را در نظر بگیرید در این صورت FP یک رابطه فازی سه بعدی در فضای $X \times Y \times Z$ با تابع عضویت زیر است:

$$\mu_{FP}(x, y, z) = S[t(\mu_A(x), \mu_B(y)), \mu_C(z)]$$

که S و t یکی از S -نرم ها یا t -نرم های تعریف شده در بخش ۲ می باشد.

تعریف ۲-۵-۳. قواعد اگر- آنگاه فازی: یک قاعده اگر- آنگاه فازی یک گزاره شرطی

بصورت زیر می باشد:

اگر $\langle FP_1 \rangle$ آنگاه $\langle FP_2 \rangle$ ، که در آن FP_1, FP_2 گزاره های فازی هستند.

مثال (۲-۶). عبارت اگر سرعت اتومبیل زیاد است آنگاه ترمز گرفته می شود. «یک قاعده

اگر- آنگاه فازی است.

از آنجائی که گزاره $P \Rightarrow q$ معادل گزاره های $\sim p \vee (p \wedge q)$ ، $\sim p \vee q$ می باشد.

برای تفسیر یک قاعده اگر- آنگاه فازی می توان آنرا بصورت یک گزاره فازی با رابط های "و"

، "و" و "و" در نظر گرفت پس مانند تعریف (۲-۵-۲) با جایگزینی t -نرم ها بجای رابط

های فوق قاعده را می توان تفسیر کرد.

اگر x متغیر زبانی گزاره FP_1 در X و Y متغیر زبانی گزاره FP_2 از Y باشد تفسیر قاعده اگر - آنگاه فازی یک رابطه فازی Q در $X \times Y$ با تابع عضویت μ_Q خواهد بود.

با توجه به تنوع S - نرم ها و t - نرم ها و وجود برداشتهای مختلف از قواعد اگر - آنگاه فازی می توان استلزام های فازی متعددی برای این قواعد ارائه کرد.

در جدول (۱-۲) به ذکر چند استلزام که معمولاً مورد استفاده قرار می گیرد می پردازیم.

جدول ۱-۲ چند استلزام معروف

نام استلزام	گزاره های معادل	S - نرم	t - نرم	مکمل فازی	$\mu_Q(x, y)$
دنيس رشر	$\sim P_1 \vee P_2$	Max	-	اوليه	$Q_D = Max[1 - \mu_{FP_1}(x), \mu_{FP_2}(y)]$
لوكاشيويكز	$\sim P_1 \vee P_2$	ياگر با $w = 1$	-	اوليه	$Q_L = min[1, 1 - \mu_{FP_1}(x) + \mu_{FP_2}(y)]$
زاده	$(P \wedge q) \vee \sim p$	Max	min	اوليه	$Q_Z = Max[min(\mu_{FP_1}(x), \mu_{FP_2}(y)), 1 - \mu_{FP_1}(x)]$
ضرب ممدانی	$P \wedge q$	min	min	-	$Q_{MP} = \mu_{FP_1}(x) \cdot \mu_{FP_2}(x)$
مینیم ممدانی	$P \wedge q$	min	min	-	$Q_{MM} = min[\mu_{FP_1}(x), \mu_{FP_2}(x)]$

مرجع [۵۳]

۲-۶. استنتاج فازی

در منطق کلاسیک گزاره ها یا درست هستند یا نادرست و بنابراین بیان درستی یا نادرستی و استدلال در مورد گزاره های نادقیق و تقریبی (گزاره های فازی) امکان پذیر نیست.

به عنوان مثال وقتی می گوئیم همه گوجه های قرمز، رسیده هستند میزان قرمزی گوجه برای ما مشخص نیست. بنابراین این سوال پیش می آید که اگر گوجه کمی قرمز باشد آیا باز هم گوجه رسیده خواهد بود؟

منطق بی نهایت ارزشی فازی با نسبت دادن یک تابع عضویت به یک گزاره فازی به ما امکان ارزش گذاری و استدلال تقریبی را برای هر گزاره ای خواهد داد.

یکی از مهمترین قوانین استنتاج در منطق کلاسیک قاعده مودس پوننس^۱ می باشد که بصورت زیر تعریف می شود.

$$\begin{array}{l} ۱ \quad p \text{ : مقدمه} \\ \quad p \Rightarrow q \text{ : مقدمه} \\ \hline ۲ \quad q \text{ : نتیجه} \end{array} \quad (۲۳-۲)$$

یا بطور معادل اگر آن را بصورت گزاره بنویسیم داریم:

$$\begin{array}{l} ۱ \quad x \text{ is } A \text{ : مقدمه} \\ \quad (x \text{ is } A) \Rightarrow (y \text{ is } B) \text{ : مقدمه} \\ \hline ۲ \quad y \text{ is } B \text{ : نتیجه} \end{array} \quad (۲۴-۲)$$

در طبیعت، استنتاج های زیادی وجود دارند که با قاعده (۲۴-۲) مطابقت ندارند.

مثال (۷-۲): قاعده اگر- آنگاه زیر را در نظر بگیرید.

اگر هوا ابری باشد، آنگاه باران می بارد.

حال فرض کنیم امروز هوا ابری است در این صورت می توان نتایج زیر را بدست آورد.

- امروز باران می بارد.

- امروز کمی باران می بارد.

- امروز برف می بارد.

با توجه به مثال فوق، مشاهده می کنیم معیارهای مختلفی برای استنتاج وجود دارد که منطق کلاسیک جوابگوی آن نیست. در منطق فازی، گزاره ها، فازی هستند و به وسیله یک مجموعه فازی مشخص می شوند. بهمین دلیل برای ایجاد یک استدلال تقریبی از گزاره های نادقیق، مودس پوننس تعمیم یافته را بصورت زیر تعریف می کنیم.

¹ Modus Ponens

این قاعده می‌گوید از دو گزاره فازی " x ، A' است" و " x اگر A ، y است. آنگاه B است" باید یک گزاره فازی جدید بصورت " y ، B' است" را نتیجه گرفت، به نحوی که هر چه A و A' نزدیکتر باشد، B' نیز به B نزدیکتر باشد. به عبارتی داریم:

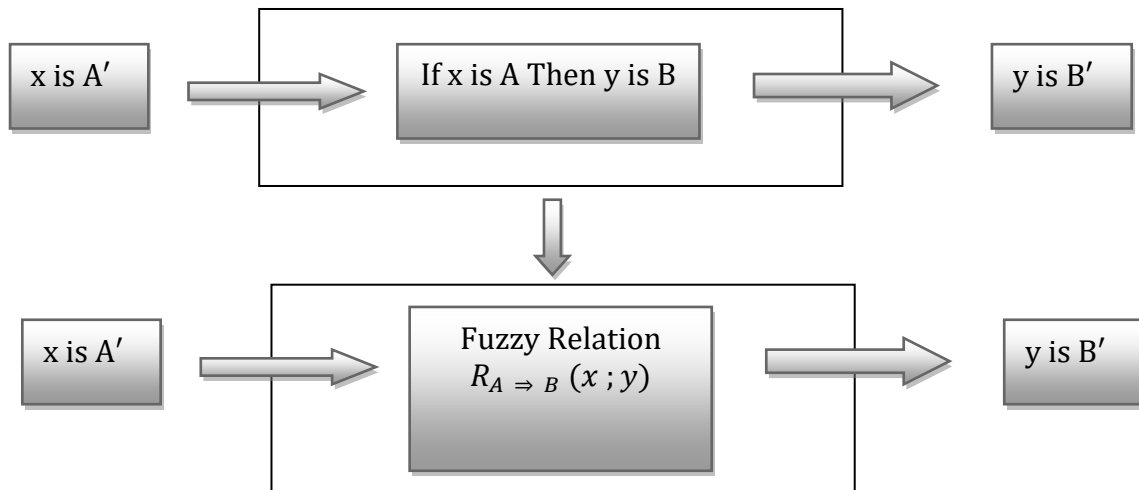
$$\begin{array}{l} ۱ \quad \text{مقدمه : } x \text{ is } A' \\ \quad \text{مقدمه : } (x \text{ is } A) \Rightarrow (y \text{ is } B) \\ \hline ۲ \quad \text{نتیجه : } y \text{ is } B' \end{array} \quad (۲۵-۲)$$

در رابطه (۲۴-۲)، A و A' مجموعه های فازی در X و B و B' مجموعه های فازی در Y می‌باشند. در این صورت چنانچه " $x \text{ is } A'$ " را FP_1 و " $y \text{ is } B'$ " را FP_2 بنامیم تابع عضویت مجموعه فازی B' بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{B'}(y) = \sup_{x \in X} [\mu_{A'}(x), \mu_{FP_1 \Rightarrow FP_2}(x, y)] \quad (۲۶-۲)$$

که در آن t یک t - نرم است.

شکل (۳-۲) چگونگی استدلال فازی را با کمک مودس پوننس تعمیم یافته نشان می‌دهد.



شکل ۳-۲ چگونگی استدلال فازی

۷-۲. سیستم های فازی

بیشتر اطلاعات در سیستم های عملی از طریق افراد خبره بدست می آیند که از دانش بشری سرچشمه می گیرد. یکی از مشکلات عمده در اینگونه سیستم ها ترکیب این اطلاعات با اطلاعاتی است که از طریق اندازه گیری های دقیق ریاضی و قواعد فیزیکی بدست می آیند. بطور کلی، سیستم های فازی به ما می گویند که چگونه می توان دانش بشری را در چهارچوبی مشخص بصورت مدل های ریاضی فرموله کرد و به این ترتیب می توان این دو منبع اطلاعات را با یکدیگر ترکیب کرد و در طراحی سیستم های کارا مورد استفاده قرار داد و به راحتی از سیستم های فازی هر جا که از مغزمان استفاده می کنیم، بهره برد. سیستم های فازی امروزه در طیف وسیعی از علوم و فنون کاربرد پیدا کرده است. از کنترل پردازش سیگنال، ارتباطات، ساخت مدارهای مجتمع و سیستم های خبره، تا بازرگانی، پزشکی، دانش اجتماعی، ارزشیابی و ... یک سیستم فازی می تواند بعنوان کنترل کننده های حلقه باز یا حلقه بسته مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۱. ساختار یک سیستم فازی

سیستم های فازی، سیستم های مبتنی بر دانش یا قواعد می باشند. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش است که از قواعد اگر- آنگاه، به شکل (۲-۴) تشکیل شده است. بنابراین نقطه-ی شروع ساخت یک سیستم فازی بدست آوردن مجموعه ای از قواعد اگر- آنگاه، فازی از دانش افراد خبره یا دانش حوزه مورد بحث می باشد. مرحله بعد ترکیب این قواعد در یک سیستم واحد و سپس تصمیم گیری به کمک نتایج بدست آمده است.

یکی از سیستم های فازی که به راحتی، سیستم هایی با چند ورودی و خروجی را بر اساس قواعد اگر- آنگاه طراحی می کند و از انعطاف پذیری بالایی برخوردار است، سیستم فازی با فازی سازها و نافازی سازها می باشد. در این سیستم یک فازی ساز، متغیرهای ورودی با مقادیر حقیقی را به مجموعه های فازی تبدیل می کند و یک نافازی ساز مجموعه فازی متغیر خروجی

را به یک مقدار حقیقی در خروجی تبدیل می‌کند که در قسمت های بعدی به معرفی آنها خواهیم پرداخت.

سیستم فازی مورد بحث دارای اجزاء زیر می‌باشد:

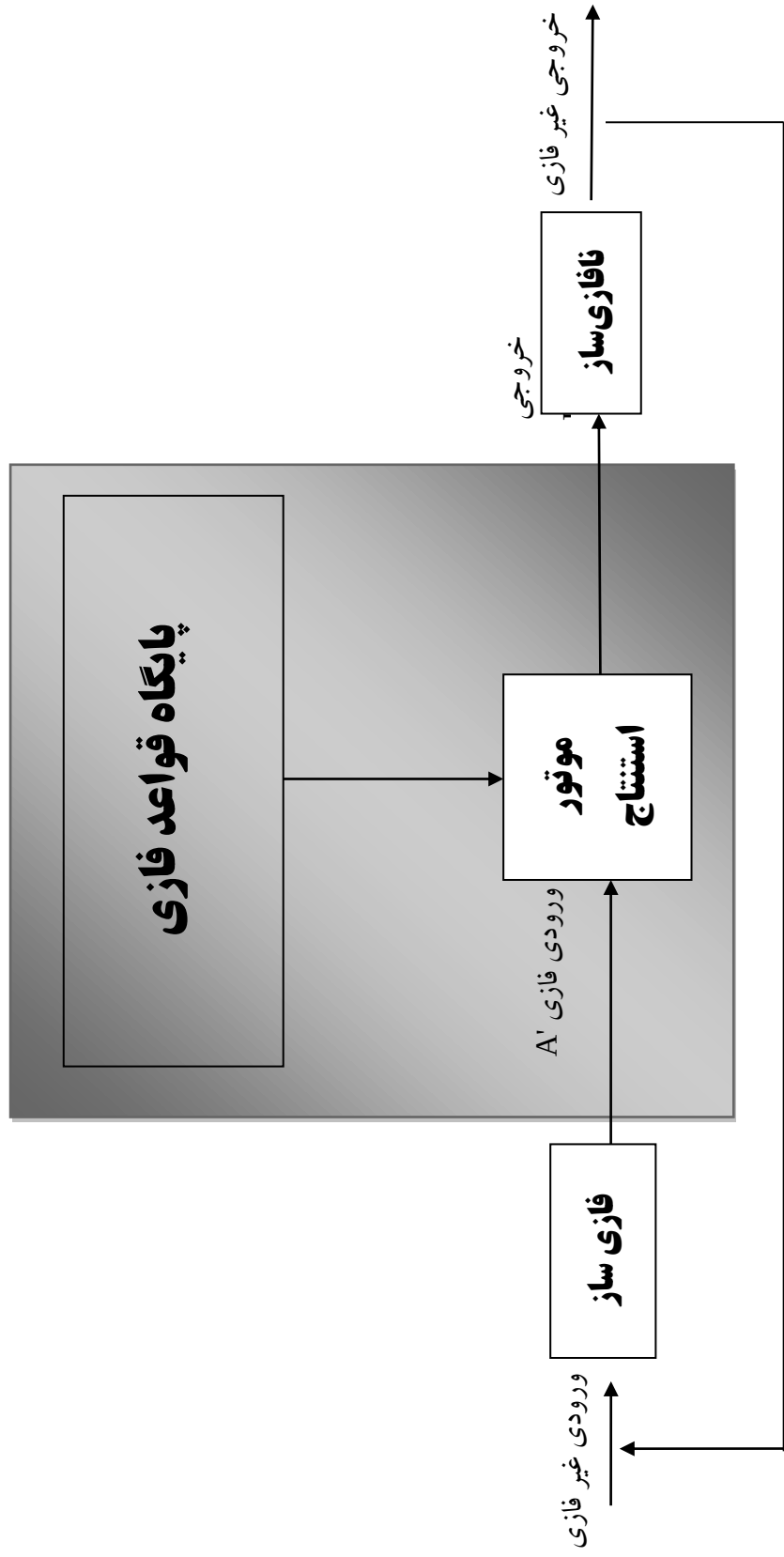
۱- پایگاه قواعد فازی.

۲- موتور استنتاج.

۳- فازی ساز.

۴. نافازی ساز.

شکل (۲-۴) صفحه بعد چگونگی به کار گیری اجزاء فوق و رابطه بین آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲ سیستم کنترل فازی

۲-۷-۲. پایگاه قواعد فازی^۱

یک پایگاه قواعد فازی مجموعه ای از قواعد اگر- آنگاه فازی است و همانطور که قبلا گفته شد قلب یک سیستم فازی را تشکیل می دهد. به هر کدام از قواعد یک قانون می گوئیم. شکل کلی یک پایگاه قواعد بصورت زیر است:

(۲۷-۲) $Rul^{(k)}$: اگر $x_1, x_2, \dots, x_n$ است و $A_n^{(k)}$ است، آنگاه y ، B^K است. $k = 1, \dots, M$ هر قاعده ای به شکل (۲۷-۲) را یک قاعده کانونیک^۲ می گوئیم. در این قاعده $B^{(k)}, A_1^{(k)}, \dots, A_n^{(k)}$ بترتیب مجموعه های فازی در $X_1, \dots, X_n, Y \subset R$ می باشند.

که $x = (x_1, \dots, x_n) \in X$ متغیر ورودی و $y \in Y$ متغیر خروجی سیستم فازی هستند و M تعداد قواعد موجود در یک پایگاه قواعد فازی می باشد.

براحتی می توان ثابت کرد که همه شکل های مختلف قوانین فازی را می توان بشکل کانونیک تبدیل کرد. به این ترتیب ما همواره قادر خواهیم بود که در چهارچوب یک سیستم فازی دانش بشری را بر حسب قواعد اگر- آنگاه فازی فرموله کنیم.

تعریف ۲-۷-۱. یک مجموعه قواعد فازی را کامل^۳ گوئیم هر گاه برای هر $x \in X$ حداقل یک قاعده در پایگاه قواعد وجود داشته باشد، بعبارت دیگر یک قاعده Rul_k وجود داشته باشد به نحوی که $i = 1, \dots, n$; $\mu_{A_i^{(k)}}(x) \neq 0$.

تعریف ۲-۷-۲. یک مجموعه از قواعد فازی را پیوسته^۴ می گوئیم، هر گاه قواعد همسایه- ای وجود نداشته باشد که اشتراک مجموعه های فازی بخش آنگاه آنها، تهی باشد.

¹ Fuzzy Rule base

² Canonical

³ Complete

⁴ Continuos

تعریف ۲-۷-۳. یک مجموعه از قواعد فارسی را سازگار^۱ می‌گوییم هر گاه قواعد فارسی

یافت نشود که بخشهای اگر یکسان و بخشهای آنگاه متفاوت داشته باشد.

۲-۷-۳. موتور استنتاج فازی^۲

چگونگی فرایند استنتاج در یک سیستم فازی را با یک مثال آغاز می‌کنیم.

مثال ۲-۸. فرض کنیم پایگاه قواعد اگر-آنگاه فازی فقط از یک قانون به شکل زیر تعریف

شده باشد :

(۲۸-۲) Rul : اگر x_1, A_1 است و x_2, A_2 است آنگاه y, B است.

که در آن $(x_1, x_2) \in X_1 \times X_2$ و $y \in Y$ و A_1, A_2 و B مجموعه های فازی در

X_1 و X_2 و Y می‌باشند.

حال فرض کنیم A' مجموعه فازی در $X_1 \times X_2$ ورودی سیستم باشد. در این صورت با

در نظر گرفتن قاعده (۲۸-۲) بعنوان یک قاعده اگر - آنگاه به کمک مودس پوننس تعمیم یافته

(۲۴-۲) ، می‌توان مجموعه فازی B' را بعنوان خروجی سیستم بدست آورد. به این ترتیب که

ورودی سیستم را بعنوان مقدمه ۱ و قاعده (۲۴-۲) را بعنوان مقدمه ۲ در نظر گرفته و تابع

عضویت B' را به کمک رابطه (۲۶-۲) بصورت زیر بدست آورد.

$$\mu_{B'}(y) = \sup_{x \in X} [\mu_{A'}(x), \mu_{Rul}(x, y)]$$

در مثال قبل پایگاه قواعد فقط شامل یک قاعده بود اما در عمل یک پایگاه قواعد فازی

شامل بیش از یک قاعده می‌باشد.

سوال اساسی این است که چگونه می‌توان از روی یک مجموعه از قواعد فازی نتیجه گیری

کرد؟

¹ Consistent

² Fuzzy Enference Engin

به عبارتی چگونه می‌توان این مجموعه قواعد را باهم ترکیب کرد؟ تصمیم‌گیری در مورد ترکیب قواعد به نقطه نظر اشخاص در ایجاد رابطه بین قواعد بستگی دارد برای نتیجه‌گیری از روی یک مجموعه‌ای از قواعد دو روش وجود دارد استنتاج مبتنی بر ترکیب قواعد و استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه.

در دیدگاه اول ابتدا همه‌ی قواعد با یکدیگر ترکیب شده و بعنوان یک قاعده در نظر گرفته می‌شود و سپس مانند مثال (۷-۲) تابع عضویت موتور استنتاج محاسبه می‌گردد.

در دیدگاه دوم برای هر قاعده به طور جداگانه یک خروجی فازی مانند مثال (۸-۲) معین کرده و خروجی نهایی، ترکیب این خروجی‌ها خواهد بود.

اما مسئله مهم نوع ترکیب این قواعد می‌باشد برای انتخاب عملگر مناسب برای ترکیب قواعد چنانچه قواعد اگر آنگاه فازی را بعنوان عبارت‌های شرطی مستقل در نظر بگیریم از عملگر اجتماع (S -نرم‌ها) استفاده می‌کنیم (روش ممدانی) و اگر قواعد اگر-آنگاه فازی را ترکیب‌های شرطی بدانیم که به‌شدت به هم وابسته هستند از عملگر اشتراک (S -نرم‌ها) استفاده می‌کنیم. (روش گویدل).

بدلیل اینکه در عمل بیشتر از روش‌های استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه استفاده می‌شود به شرح این روش می‌پردازیم.

فرض کنیم M قاعده فازی بشکل (۲۷-۲) داشته باشیم به عبارتی:

$$Rul: \text{ اگر } x_1, A_1^{(k)} \text{ است و } \dots, x_n, A_n^{(k)} \text{ است آنگاه } y, B^{(k)} \text{ است. } k = 1, \dots, m$$

که در این قاعده‌ها $B^{(k)}, A_1^{(k)}, \dots, A_n^{(k)}$ بترتیب مجموعه‌های فازی در $R, Y, X_n, \dots, X_1$ می‌باشند و $x = (x_1, \dots, x_n) \in X$ متغیر ورودی و $y \in Y$ متغیر خروجی سیستم فازی هستند.

در این صورت:

۱. ابتدا با توجه به روابط ترکیب گزاره های فازی در بخش (۲-۵-۲) توابع عضویت قسمت

اگر $\mu_k(x_1, \dots, x_n)$ را برای $k = 1, \dots, M$ می آوریم.

۲. تابع عضویت قاعده $(y \in B^{(k)}) \Rightarrow (y \in B^{(k)})$ is $(A_1^{(k)} \times \dots \times A_n^{(k)})$ را با

توجه به یکی از استلزامهای جدول (۱-۵-۲) بدست می آوریم.

$$\mu_{Rul^{(k)}}(x_1, \dots, x_n, y) = \mu(x_1, \dots, x_n, y)$$

۳. برای مجموعه فازی A' در X بعنوان ورودی، مجموعه فازی B' در Y را بعنوان

خروجی برای هر قاعده Rul_k مطابق با مودس پوننس تعمیم یافته به صورت زیر محاسبه می کنیم.

$$\mu_{\hat{B}_k}(y) = \sup[\mu_A(x), \mu_{Rul_k}(x, y)] \quad ; \quad k = 1, \dots, M$$

۴. خروجی موتور استنتاج فازی ترکیب M خروجی خواهد بود، $\hat{B}_1, \dots, \hat{B}_M$ که بصورت

زیر محاسبه می شود.

$$\mu_{\hat{B}}(y) = \bigcap_{k=1}^M \mu_{\hat{B}_k}(y) \quad (29-2) \quad \text{ترکیب براساس اشتراک}$$

یا

$$\mu_{\hat{B}}(y) = \mu_{\hat{B}_1}(y) * \dots * \mu_{\hat{B}_m}(y)$$

$$\mu_{\hat{B}}(y) = \bigcup_{K=1}^M \mu_{\hat{B}_k}(y) \quad (30-2) \quad \text{ترکیب براساس اجتماع}$$

یا

$$\mu_{\hat{B}}(y) = \mu_{\hat{B}_1}(y) + \dots + \mu_{\hat{B}_m}(y)$$

که $\cap$ و $*$ نشان دهنده یک t -نرم و $\cup$ و $+$ نشان دهنده یک s -نرم می باشد.

با توجه به آنچه گفته شد انتخاب نوع ترکیب، نوع s -نرم یا t -نرم ها و انتخاب نوع

استلزام، چگونگی استنتاج را مشخص خواهد کرد. بنابراین در عمل، انتخاب های متعددی برای

بخش موتور استنتاج وجود دارد.

در انتخاب هر کدام از موارد فوق برای یک موتور استنتاج مناسب باید توجه داشت که این انتخاب از نظر شهودی دارای معنا می‌باشد. از طرفی این انتخاب باید فرمولی را در رابطه با ورودی و خروجی نتیجه دهد که پیاده سازی و عملیات محاسباتی آن ساده باشد و همچنین به شرایط و ویژگیهای سیستم توجه کافی داشته باشد.

پنج موتور استنتاج معروف که عمده‌تاً در سیستمهای فازی مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول ۲-۲ مشخص شده‌اند.

نام موتور و نوع	نوع ترکیب	نرم - t	- S نرم	خروجی $\mu_B(Y)$
حاصلضرب ممدانی	اجتماع	ضرب	Max	$\bigwedge_{k=1}^M \left[\sup_{x \in X} \mu_{A^k}(x) \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^k}(x_i) \mu_{B^k}(y) \right]$
مینیمم ممدانی	اجتماع	min	Max	$\bigwedge_{k=1}^M \left[\sup_{x \in X} \min(\mu_{A^k}(x), \mu_{A_1^k}(x_1), \dots, \mu_{A_n^k}(x_n), \mu_{B^k}(y)) \right]$
لوکاشیویکز	اشتراک	min	Max	$\bigwedge_{i=1}^M \left[\sup_{x \in X} \min[\mu_{A^k}(x), 1 - \bigwedge_{i=1}^n \mu_{A_i^k}(x_i) + \mu_{B^k}(y)] \right]$
زاده	اشتراک	min	Max	$\bigwedge_{k=1}^M \left[\sup_{x \in X} \min[\mu_{A^k}(x), \max(\min(\mu_{A_1^k}(x_1), \dots, \mu_{A_n^k}(x_n), \mu_{B^k}(y)), 1 - \bigwedge_{i=1}^n \mu_{A_i^k}(x_i))] \right]$
دنيس - رشر	اشتراک	min	-	$\bigwedge_{i=1}^M \left[\sup_{x \in X} \min[\mu_{A^k}(x), \max(1 - \bigwedge_{k=1}^n \mu_{A_i^k}(x_i), \mu_{B^k}(y))] \right]$

۲-۸ میانگین فازی^۱ [۲۲]

تحلیل شرایط پیچیده، نیازمند نظرات و عقاید کارشناسان متعدد است. در این رابطه عقاید کارشناسان کم و بیش به یکدیگر نزدیک بوده یا با هم متعارض هستند و تقریباً هرگز یکسان نیستند. از این رو برای دستیابی به یک نتیجه درست لازم است این عقاید ترکیب شده یا ادغام شوند. متدولوژی میانگین فازی به عنوان یک ابزار اصلی برای ترکیب در مدل های مختلف استفاده می شود. حال با توجه به نوع اعداد فازی، میانگین فازی بصورت زیر محاسبه می شود:

فرض کنید A عدد فازی مثلثی باشد که بصورت (m, α, β) نمایش داده می شود و در آن m نشانگر مرکز، α و β به ترتیب گستره چپ و راست A می باشند. بنابراین میانگین مثلثی بصورت زیر به دست می آید:

$$A_{ave} = \frac{A_1 + \dots + A_n}{n} = \frac{1}{n} \{ (m_1, \alpha_1, \beta_1) + \dots + (m_n, \alpha_n, \beta_n) \} \quad (2-31)$$

$$= \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i \right\}$$

۲-۹. فازی سازها^۲ و نافازی سازها^۳

معمولاً در اغلب کاربردهای عملی، ورودی سیستم های فازی اعداد حقیقی هستند و همچنین برای اعمال خروجی یک سیستم نیاز به اعداد حقیقی داریم. از فازی سازها و نافازی سازها بعنوان یک واسطه بین موتور استنتاج و داده های ورودی و خروجی استفاده می شود.

¹ Fuzzy Average

² Fuzzifier

³ Defuzzifier

۲-۹-۱. فازی سازها

فازی سازها وظیفه تبدیل یک نقطه $x_0 \in X$ را به یک مجموعه فازی A' در X را به عهده دارد.

ذیلاً به معرفی سه فازی ساز می‌پردازیم:

۱- فازی ساز منفرد^۱: اگر $x_0 \in X$ ورودی سیستم فازی باشد، تابع عضویت مجموعه

فازی $\hat{A}$ در این فازی ساز بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{\hat{B}}(y) = \begin{cases} 1 & ; \quad x = x_0 \text{ اگر} \\ 0 & ; \quad \text{سایر نقاط} \end{cases} \quad (۳۲-۲)$$

۲- فازی ساز گوسی^۲:

$$\mu_{\hat{A}}(x) = e^{-\left[\frac{x_1 - x_0}{a_1}\right]^2} * \dots * e^{-\left[\frac{x_n - x_{0n}}{a_n}\right]^2} \quad (۳۳-۲)$$

که در آن $x = (x_1, \dots, x_n)$ و a_i ها پارامترهای مثبت و * نشان دهنده یک t -نرم است که معمولاً از نوع ضرب یا $\min$ می‌باشد.

۳- فازی سازی مثلثی^۳

$$\mu_{\hat{A}}(x) = \begin{cases} \left(1 - \frac{|x_1 - x_{01}|}{b_1}\right) * \dots * \left(1 - \frac{|x_n - x_{0n}|}{b_n}\right) & ; \quad |x_1 - x_{01}| \leq b_1 \\ 0 & ; \quad \text{سایر نقاط} \end{cases} \quad (۳۴-۲)$$

که در آن $x = (x_1, \dots, x_n)$ و b_i ها پارامترهای مثبت و * نشان دهنده یک t -نرم است که معمولاً از نوع ضرب یا $\min$ می‌باشد.

¹ Singelton Fuzzifier
² Gaussian Fuzzifier
³ Triangular Fuzzifier

همانطور که در بخش قبل دیدیم، خروجی یک موتور استنتاج یک مجموعه فازی B' است. این نتیجه معمولاً قابل اعمال نیست، زیرا در عمل به یک مقدار معین به عنوان خروجی استنتاج نیاز داریم. بنابراین لازم است که مجموعه فازی B' را به یک عدد برگردانیم. برای این کار از نافازی سازها استفاده می‌کنیم. وظیفه نافازی سازها مشخص کردن نقطه ای است که بهترین نماینده مجموعه فازی B' باشد. اکنون به معرفی سه نافازی ساز مهم می‌پردازیم.

۱- نافازی ساز مرکز ثقل^۱:

همانطور که از اسم نافازی ساز مرکز ثقل بر می‌آید، اگر B' مجموعه فازی خروجی سیستم فازی باشد، y_0 به عنوان خروجی، مرکز ثقل ناحیه ای است که بوسیله تابع عضویت B' پوشش داده می‌شود و بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$y_0 = \frac{\int_Y y \cdot \mu_{B'}(y) dy}{\int_Y \mu_{B'}(y) dy} \quad (۳۵-۲)$$

که $\int$ به معنای انتگرال گیری روی Y است.

۲- نافازی ساز میانگین مراکز^۲

اگر تعداد قاعده ها در یک پایگاه قواعد فازی برابر M باشد، مجموعه فازی B' ، اجتماع یا اشتراک M مجموعه فازی می‌باشد. فرض کنیم $\bar{y}_k$ مرکز k -امین مجموعه فازی و w_k ارتفاع مجموعه های فازی متناظر با آن باشد. در این صورت y_0 بعنوان خروجی سیستم بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$y_0 = \frac{\sum_{k=1}^M w_k \bar{y}_k}{\sum_{k=1}^M w_k} \quad (۳۶-۲)$$

¹ Center of Gravity Defuzzifier

² Center Average Defuzzifier

۳- نافازی ساز ماکزیمم^۱

این نافازی ساز نسبت به دو نافازی ساز قبلی کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. نافازی ساز ماکزیمم y_0 را بعنوان نقطه ای در Y که $\mu_B(x)$ به ماکزیمم مقدار خود می رسد، تعریف می کند عبارتی:

$$y_0 = hgh(B') \quad \text{از یک نقطه دلخواه} \quad (۳۷-۲)$$

بنابراین اگر $hgh(B')$ شامل بیش از یک نقطه باشد، آنگاه یا می توان یک نقطه دلخواه انتخاب کرد و یا اینکه آنرا بصورت زیر تعریف کرد.

$$y_0 = \inf\{y \in hgh(B')\} \quad \text{یا} \quad y_0 = \sup\{y \in hgh(B')\}$$

¹ Maximum Defuzzifier

۲-۱۰ کاربرد سیستمهای فازی

سیستم های فازی امروزه در طیف وسیعی از علوم و فنون کاربرد پیدا کرده اند، از کنترل ، پردازش سیگنال، ارتباطات، ساخت مدارهای مجتمع و سیستم های خبره گرفته تا بازرگانی، پزشکی، علوم اجتماعی، آموزشی و... . با این حال به عنوان یکی از مهمترین کاربردهای آن حل مسایل و مشکلات کنترل سیستم ها را می توان بیان کرد [۳].

اخیراً منطق فازی با شبکه های اتمی در سیستم های بهینه کنترل پردازش که در صنایع شیمی یا در هر سیستم تولیدی پیچیده دیگری مناسب می باشند ترکیب شده اند. منطق فازی همچنین با الگوریتم های ژنتیک در سیستم های کنترل و شناسایی، مانند تشخیص هدف نظامی و ارزیابی تشخیص های پیشرفته پزشکی برای تومورها ترکیب شده است. و در نهایت به یکی از کاربردهای منطق فازی تحت عنوان ارزشیابی فازی تحصیلی دانشجویان که موضوع این پایان نامه می باشد، می پردازیم.

• ارزشیابی تحصیلی

تحصیل و آموزش برای برآوردن اهداف مشخصی صورت می‌پذیرد. اهداف تحصیلی و آموزشی زمانی تحقق می‌یابد که ابزارهای آن به درستی پیش‌بینی شده باشند و به درستی به کار گرفته شوند. ارزشیابی ابزاری مناسب و اثربخش برای فعلیت بخشیدن به اهداف آموزشی تلقی می‌شود که با به کارگیری آن می‌توان میزان کارآیی برنامه‌ها و تحقق اهداف را سنجید و بر اساس آن برنامه را تقویت یا ترمیم نمود و یا احیاناً تغییر داد. اما ارزشیابی چیست؟ چه جایگاهی دارد؟ تقسیمات آن کدام است؟ با چه موانعی رو به رو است؟ و چگونه می‌توان مدلی از ارزشیابی را ارائه نمود که کارآمد و مؤثر باشد و بتواند برآورنده اهداف آموزشی و برآوردکننده میزان پیشرفت باشد؟

درباره مفهوم ارزشیابی اتفاق رأی وجود ندارد، چنانکه در بسیاری از مقولات علوم انسانی این عدم اتفاق، پدیده‌ای است که به پیچیده شدن مباحث و دشواریهای آن یا مجادلات دامن‌دار و کم‌فایده دامن زده است. در هر صورت در اینجا برخی از تعاریف عرضه شده را که مشهورترند برمی‌شمیریم: اما قبلاً گفتن این نکته ضرورت دارد که برخی از تعاریف ارائه شده، ارزشیابی به معنای عام را بیان می‌دارد (تعاریف ۱ و ۲) و برخی دیگر به صورت ضمنی یا صریح، ارزشیابی تحصیلی^۱ را مورد توجه قرار می‌دهد (تعاریف ۳ و ۴). اما تعاریف ارائه شده:

۱. در کلی‌ترین سطح، ارزشیابی را به «سنجش شایستگی» [۹] تعریف کرده‌اند. اما این تعریف کمک زیادی در فهم دقیق معنای ارزشیابی به دست نمی‌دهد؛ زیرا تعیین معنای دقیق دو واژه سنجش و شایستگی بیشتر به فهم خواننده واگذار شده است.

۲. بر اساس تعریف دیگر «فرآیند استفاده از اندازه‌گیری در تصمیم‌سازی» [۵] را ارزشیابی گویند؛ یعنی ارزشیابی بر دو پایه استوار است؛ اندازه‌گیری و تصمیم‌سازی، در واقع زمانی فرآیند

¹ Educational Evaluation

آموزشی به انجام می‌رسد که از یک سو مبتنی بر داده‌ها و مشاهدات قابل اندازه‌گیری باشد و از سوی دیگر تصمیم آموزشی بر آن مبتنی گردد.

۳. ارزشیابی عبارت است از «فرآیند تعیین میزان تغییرات در رفتارهایی که واقعاً صورت گرفته است» این تعریف بر دو مسأله اساسی تأکید دارد:

اول آنکه ارزشیابی باید رفتارهای فراگیر را اندازه‌گیری نماید؛ زیرا ایجاد تغییر در رفتارها مقصود هدف‌های آموزشی است.

دیگر آنکه ارزشیابی باید بیش از یکبار صورت گیرد؛ زیرا تغییر رفتارها در طول زمان میسر است و برای اندازه‌گیری آن به ارزشیابی مستمر نیاز است. [۸]

۴. ارزشیابی پیشرفت تحصیلی عبارت است از: «فرآیندی منظم برای تعیین و تشخیص میزان پیشرفت یادگیرندگان در رسیدن به هدف‌های آموزشی». منظور از فرآیند منظم آن است که ارزشیابی باید طبق برنامه و روال منظم انجام گیرد از این رو مشاهدات بی‌نظم و ترتیب از رفتار فراگیران را نمی‌توان ارزشیابی نامید. مقصود از گنجاندن «هدف‌های آموزشی» در تعریف، آن است که در ارزشیابی، هدف‌های آموزشی حتماً باید از پیش تعیین شده باشند و ارزشیابی بر آن هدف‌ها مبتنی گردد. [۹]

به نظر می‌رسد که تعریف اخیر معطوف به ارزشیابی تحصیلی و کاربردی است، زیرا اولاً با آوردن قید منظم، فرآیند ارزشیابی قاعده‌مند، قانون‌پذیر و منضبط نشان داده شده است و ثانیاً با یادآوری هدف‌های آموزشی مشخص شده است که ارزشیابی باید پیگیر میزان پیشرفت هدف‌هایی باشد که در آموزش گنجانده شده است و امر آموزش برای تحقق آن هدف‌ها صورت می‌پذیرد.

۱۱-۲ ضرورت ارزشیابی

آموزش بدون ارزشیابی و بازخورد، امری بیهوده و ناکامیاب است. معلم و استادی که به جایگاه ارزشیابی، اعتقادی ندارد، درس را برای آموختن فراگیران ارائه و بیان نمی‌کند، بلکه چون وظیفه‌ای بردوش او نهاده شده است، آن را انجام می‌دهد و به پیامدهای آن چندان نمی‌اندیشد. اما ارزشیابی، جانمایه و مرکز هرگونه تصمیم‌گیری آموزشی است؛ یعنی اطمینان از معنادار بودن یادگیری و برانگیختن فراگیران و انجام درست تدریس جز با ارزشیابی امکان‌پذیر نخواهد بود، از این رو تایلر معتقد است ارزشیابی مؤثرترین وسیله یادگیری است [۸].

برخی افراد ضرورت ارزشیابی را از منظر دیگری مورد توجه قرار داده‌اند:

الف- ارزشیابی برای استادان ضرورت دارد، زیرا استادان در برنامه‌ریزی تدریس و تصمیم‌گیری در جریان فعالیت‌های آموزشی به داشتن اطلاعات فراوان در زمینه آمادگی و پیشرفت تحصیلی فراگیران نیازمندند و ارزشیابی می‌تواند چنین اطلاعاتی را در اختیار آنان قرار دهد.

ب- ارزشیابی برای فراگیران نیز ضرورت دارد؛ زیرا در بهبود یادگیری آنان تأثیر مستقیم دارد. بنابراین اگر ارزشیابی به نحو مطلوب صورت پذیرد:

۱. برای یادگیری مؤثر دانشجویان ایجاد انگیزه می‌نماید.

۲. نارسایی یادگیری دانشجویان و جنبه‌های مثبت و منفی آن را نشان می‌دهد.

۳. اگر مستمر باشد، باعث مرور دائمی آموخته‌ها خواهد شد. [۱۴]

۱۲-۲ تقسیمات ارزشیابی تحصیلی

ارزشیابی در یک تقسیم‌بندی کلی دو صورت دارد: مستمر و مقطعی.

۱. ارزشیابی مستمر بر آن نوع ارزشیابی اطلاق می‌شود که معلم یا استاد به طور مستمر و

در طول دوره در کلاس انجام می‌دهد.

۲. ارزشیابی مقطعی عکس آن است و به هنگام امتحانات نهایی (پایانی) و کنکور انجام می‌گیرد.

ارزشیابی مستمر خود دارای تقسیماتی است که عبارتند از:

الف- ارزشیابی تشخیصی: این نوع ارزشیابی در جریان تدریس به کار می‌رود و برای تشخیص مشکل صورت می‌پذیرد. یعنی برای تشخیص این نکته که چرا فراگیران در یادگیری مشکل دارند.

ب- ارزشیابی مرحله‌ای: این نوع ارزشیابی نیز در جریان تدریس اتفاق می‌افتد و بدین منظور طراحی شده است که استاد تدریس خود را تنظیم و فراگیران را برای رسیدن به اهداف آموزشی کمک نماید. به عنوان نمونه تکلیف شبانه در کلیه مقاطع و دانشگاه‌ها ابزاری برای ارزشیابی مرحله‌ای است. ارزشیابی مستمر که در طول ترم و یا سال تحصیلی انجام می‌گیرد، با نام ارزشیابی تکوینی نیز شناخته شده است. [۱۴]

ارزشیابی مقطعی نیز دو صورت مشخص دارد.

۱. ارزشیابی تعیینی

این نوع ارزشیابی پیش از شروع تدریس انجام می‌شود، هدف از ارزشیابی تعیینی تطبیق فراگیران با آموزش ثمربخش است. تصمیم درباره اینکه آیا فراگیر زودتر وارد مقطعی خاص از تحصیل شده است یا نه، نمونه‌ای از ارزشیابی تعیینی است. برگزاری آزمون قبل از تعیین رشته دانشگاهی یا رشته تحصیلی در دبیرستان نوعی ارزشیابی تعیینی است که یافته‌ها و دانسته‌های قبلی فراگیر و میزان آن را تعیین می‌کند و مشخص می‌سازد که دانش‌آموز یا دانشجو در چه رشته‌ای می‌تواند تحصیل کند. [۵]

۲. ارزشیابی پایانی (مجموعی یا تراکمی)

این نوع ارزشیابی در پایان یک ترم، یک سال و یا یک دوره آموزشی انجام می‌شود و بدین منظور طراحی شده که مشخص سازد فراگیر تا چه حد هدف‌های درس را کسب کرده است و در جستجوی تعیین این موضوع است که یک بخش خاص از برنامه درسی تا چه حد در تعلیم و تربیت یک گروه خاص از فراگیران مفید و کمک‌کننده بوده است و بر اساس نتایج آن فراگیران طبقه‌بندی می‌شوند [۶].

روشن است که ارزشیابی مقطعی نتایج مقطعی خواهد داشت. منظور از نتایج مقطعی آن است که یادگیری در سرتاسر جریان، مورد استفاده و بهره‌وری نیست و فقط در مقطع پایانی تحصیل، یا در مقطعی که تحصیل در رشته جدید آغاز می‌شود، مورد استفاده است. از این رو در تعلیم و تربیت بر ارزشیابی مستمر تأکید فراوان شده است. ارزشیابی پایانی بدون ارزشیابی مرحله‌ای (و یا حتی تشخیصی) سودمند نیست زیرا هدف ارزش‌سنجی، اصلاح کاستی‌ها، از بین بردن ضعف‌ها و تغییر و تکمیل روش‌های تدریس و شیوه‌های کنترل و اصلاح رفتار است لذا ارزشیابی باید به صورت مستمر و دائمی انجام پذیرد [۱].

ارزشیابی پایانی با آنکه گریزناپذیر است، اما واجد عیوب و اشکالاتی است که اگر تنها بدان تکیه شود و از دیگر ارزشیابی‌ها غفلت گردد، فرآیند تدریس دچار اختلال می‌شود.

عیوب ارزشیابی پایانی

۱. نمی‌توان از آن برای اصلاح روش آموزش بهره برد؛ زیرا پس از پایان دوره آموزش صورت می‌پذیرد.

۲. نمی‌توان از آن برای رفع اشکالات یادگیری دانشجویان بهره گرفت

۳. بیشتر با حافظه سر و کار دارد تا ظرفیت‌های خلاق دانشجویان و غالباً به نتایج عینی

منجر نمی‌گردد.

۴. نمره‌گرایی یکی از مشکلات و عیوب ارزشیابی پایانی است که نه تنها سیستم آموزشی ما بلکه سراسر جهان را فرا گرفته است.

۵. ارزشیابی پایانی نمی‌تواند میزان تغییر رفتارها را سنجش نماید، چون تغییر رفتار در طول زمان انجام می‌پذیرد و برای بررسی آن به بیش از یکی دو بار ارزشیابی (ارزشیابی مستمر) نیاز است [۴] و مشخص است که ارزشیابی پایانی نمی‌تواند به خوبی تغییر رفتار را اندازه‌گیری و درباره فراگیر داوری نماید.

۲-۱۳ ویژگی‌ها و بایسته‌های ارزشیابی

اگر چه ارزشیابی در فرآیند تعلیم و تربیت جایگاه و اعتبار ویژه‌ای دارد، لکن بدون توجه به ویژگی‌های ارزشیابی نمی‌توان تحقق اهداف آموزشی را انتظار برد.

برخی از ویژگی‌های ارزشیابی

۱. ارزشیابی باید عادلانه باشد؛ یعنی شرایط انجام آن برای تمامی دانشجویان یکسان و برابر باشد. به عنوان نمونه استاد نباید در طرح پرسش و انجام ارزشیابی بین دانشجویان تبعیض قائل شود، مثلاً دانشجویی به پرسش بله یا خیری جواب دهد و دانشجوی دیگری بر اثبات مسأله عقلی برهان اقامه نماید. [۱۳]

۲. زمان ارزشیابی باید مناسب باشد. چنانچه گفته شد، پایان دوره آموزشی زمان مناسبی برای ارزشیابی نیست. این بدان معنا نیست که ارزشیابی پایانی فروگذار شود، بلکه به آن معناست که ارزشیابی پایانی به دلیل موقعیت نامناسب کافی نیست و باید از دیگر انواع ارزشیابی (به ویژه ارزشیابی مرحله‌ای) استفاده نمود چنانکه برای ارزشیابی مرحله‌ای آخر وقت کلاس فرصت مناسبی نیست و باید در ابتدای کلاس ارزشیابی مرحله‌ای به عمل آید، زیرا هم ارتباط درس گذشته با درس جدید روشن می‌گردد و هم آنکه لحظات پایانی کلاس به دلیل

خستگی حاصل از تدریس و تعلیم و تربیت نه برای دانشجو جذابیت دارد و نه برای استاد و نه می‌توان در آن فرصت ارزشیابی هدف‌داری را به انجام رسانید.

۳. روش‌های ارزشیابی باید برای همه قابل فهم باشد؛ [۱۱] ممکن است استادی بدون آنکه روش کنفرانس را برای دانشجویان تفهیم کرده باشد، یا نحوه ارزشیابی از طریق کنفرانس را شرح داده باشد، از دانشجویان به این شیوه ارزشیابی نماید. روشن است که در چنین صورت روش ارزشیابی برای همگان قابل فهم نیست.

۴. توانایی دانشجویان متوسط باید ملاک عمل قرار گیرد؛ یعنی افزون بر آنکه فعالیت‌ها، تکالیف و مقررات آموزشی و درسی باید با استعدادها، آمادگی بدنی، عقلی و ذهنی دانشجویان متناسب باشد، باید توانایی متوسط دانشجویان ملاک ارزشیابی واقع شود. [۱۳] مسلم است که در هر کلاس نخبگانی وجود دارند و ارزشیابی نباید توانمندی‌های خاص آنان را مورد توجه قرار دهد

۵. مسایل اخلاقی باید در آن مورد عنایت واقع شود؛ به عنوان مثال:

۱. استاد نباید از دانشجویان خاص سؤال و ارزشیابی نماید؛ زیرا ممکن است نشانه نوعی تبعیض باشد که قطعاً با اخلاق منافات دارد.

۲. پرسش استاد نباید آمرانه باشد.

۳. از تحقیر و شرم‌نده ساختن دانشجو نزد هم کلاسی‌ها باید خودداری نمود زیرا ارزشیابی فقط برای آگاهی از چگونگی پیشرفت فراگیر انجام می‌شود و از مقایسه او با سایرین و ملامت و سرزنش وی باید خودداری شود. اگر ارزشیابی به عنوان وسیله‌ای برای تهدید شاگردان و برچسب زدن به افراد ضعیف مورد استفاده قرار گیرد، ارزش تربیتی خویش را از دست خواهد داد [۱۴] و این نوع ارزشیابی با اخلاق ناسازگار است.

۲-۱۴ موانع و مشکلات ارزشیابی

موانعی برای انجام ارزشیابی موجود است که انجام آن را به تعویق یا تعطیل می‌کشد.

برخی از مهمترین موانع چنین است:

۱. عدم درک و تلقی درست از مفهوم ارزشیابی ؛

در حقیقت مفهوم ارزشیابی (آنچنانکه شایسته است) در نظام تعلیم و تربیت ما تفهیم

نشده است. عمدتاً تلقی مدیران آموزشی و اساتید از ارزشیابی ، اجرای ارزشیابی پایانی و اعطای

مدرک به فراگیران است؛ در حالی که یکی از اهداف ارزشیابی ارتقای سطح دانش فراگیران

است و نه تنها اعطای مدارک به آنان.

۲. عدم سودبخشی ارزشیابی های جاری؛

ممکن است استادی از دانشجویان ارزشیابی نماید لکن به دلیل عدم رعایت قواعد

ارزشیابی کار انجام شده سودبخش و ثمرآفرین نباشد و از این رو استاد و دانشجو انجام پیوسته

و دوباره آن را لغو و بی‌اثر تشخیص دهد. نکته قابل عنایت آن است که ارزشیابی باید قاعده‌مند

باشد و در صورت رعایت قواعد آن مفید و نتیجه‌بخش خواهد بود. افزون بر این، ارزشیابی نیز

همانند تدریس جریانی مستمر است و چنانچه تدریس استاد ثمربخش نباشد، از آن دست

نمی‌شود، بنابراین با عدم نتیجه‌گیری نباید از ارزشیابی غفلت ورزید.

۳. نبود سیستم مناسب برای ارزشیابی و عدم کنترل و نظارت در انجام آن؛

مقصود آن است که استادان از سیستم مناسب ارزشیابی آگاهی ندارند و اگر بر آن آگاهند

هیچ مرکزی کنترل‌کننده جریان ارزشیابی نیست از این رو باید راهبردهای ارزشیابی برای همه

استادان اشاعه و نشر شود برخی به اشتباه مفهوم ارزشیابی را با تست‌های کتبی مترادف

می‌یابند از این رو باید شیوه‌ها و مدل‌های متفاوت ارزشیابی برای اساتید تشریح شود و خود

راهبردها نیز مورد بازبینی و ارزشیابی قرار گیرد.[۱۱]

۴. **محدودیت‌های زمانی؛** ممکن است استادی کمبود وقت را علت موجه عدم ارزشیابی تلقی کند، اما یادآوری دو نکته سودمند است:

الف- کیفیت تدریس مهمتر از کمیت آن است و با ارزشیابی مستمر کیفیت بهبود می‌یابد.

ب- استاد می‌تواند با اعمال مدیریت در وقت و تقسیم زمان به واحدهای کوچک‌تر و با

طرحی از پیش تعیین شده، اهداف خویش از جمله ارزشیابی را به خوبی به پیش ببرد.

۵. **حجم گسترده دروس و تعداد بالای دانشجویان ؛** یکی از دلایل سهل‌انگاری در

ارزشیابی حجم گسترده دروس و تعداد بالای دانشجویان عنوان می‌شود. اما باید توجه داشت که

هرگز از استاد خواسته نمی‌شود که در یک جلسه همه دانشجویان را مورد ارزشیابی قرار دهد و

این چنین است که می‌تواند با تکرار و توالی ارزشیابی در جلسات مختلف هم روند ارزشیابی را

سرعت بخشد و هم با ارزشیابی انجام شده دانشجویان را آماده فراگیری درس جدید کند، البته

ممکن است تعداد واحدهای درسی استاد و بی‌حوصلگی وی نیز در عدم اهتمام به ارزشیابی

مؤثر باشد.

۶. **مغایرت روش‌های ارزشیابی استادان با یکدیگر؛** ممکن است دو نفر از استادان،

درس واحدی را تدریس نمایند، اما برای برقراری آزمون و انجام ارزشیابی دو روش جداگانه

داشته باشند که این می‌تواند به سردرگمی فراگیران نیز منجر شود.

مشکلات دیگری مانند نمره‌گرایی؛ مقایسه فراگیران با یکدیگر، ارتباط ارزشیابی با بخت و

شانس و اموری از این دست پاره‌ای دیگر از مشکلات مربوط به ارزشیابی است. [۱۲]

۲-۱۵ راهکارهایی برای رفع موانع ارزشیابی

برای رفع موانع ارزشیابی این راهکارها پیشنهاد می‌شود:

۱. تبیین ضرورت ارزشیابی و اشاعه راهبردهای آن برای تمامی معلمان و استادان؛

۲. کنترل عملکرد اساتید و نظارت بر ارزشیابی ؛

۳. یادداشت تجربه‌های ارزشیابی، مشکلات، عیوب و راهبردها؛ شاید مدیریت آموزشی واحد بتواند با مطالعه بر این یادداشت‌ها، به راهبردی یکسان دست یابد و از تجارب استادان بهره برد و سیستم کار آمد و هماهنگی را برای ارزشیابی به کار گیرد.

۴. به کارگیری شیوه‌های متفاوت ارزشیابی و گذر از شکل سنتی آن؛ به عنوان نمونه استاد می‌تواند برای ارزشیابی مرحله‌ای یکی از شیوه‌های زیر را برگزیند.

الف- با آزمون کتبی دانشجویان را ارزشیابی نماید؛ مثلاً ۲ سؤال از درس پیش طرح کند و از آنان بخواهد ظرف مدت معین به آنها پاسخ دهند. در این شیوه از همه ارزشیابی می‌شود. اگر چه این ارزشیابی با مشکلاتی همراه است.

ب- از چند نفر در هر جلسه به صورت شفاهی سؤال و ارزشیابی نماید.

ج- با تشکیل کنفرانس از دانشجویی بخواهد که درس پیش را مرور و ارزشیابی کند.

د- در کلاس سؤالی طرح کند و از دانشجویان بخواهد به ارائه پاسخ پردازند. این سؤال برای کل کلاس طرح می‌شود لذا همگان در پاسخ‌گویی مشارکت می‌ورزند.

ه- از دانشجویان بخواهد بانک سؤال تهیه کنند؛ یعنی از درس گذشته سؤال طرح کنند و پاسخ‌ها را از کتاب استخراج نمایند و در جلسه بعد به استاد تحویل دهند.

و- چند پرسش کتبی در کلاس طرح کند و از دانشجویان بخواهد که به آنها پاسخ دهند و در جلسه بعد همراه بیاورند.

ز- با توجه به شناختی که از دانشجویان بدست می‌آورد آنها را بصورت فازی در دسته‌های مختلف ارزشیابی کند.

بنابراین ارزشیابی یکی از جنبه‌های مهم در فرایند فعالیت‌های آموزشی است و این امکان را فراهم می‌سازد تا بر اساس نتایج آن، نقاط قوت و ضعف را مشخص نموده و با تقویت جنبه‌های مثبت و رفع نارسایی‌ها، در ایجاد تحول و اصلاح نظام آموزشی گام‌های مناسبی برداشته

شود. ارزشیابی دانشجو نیز به عنوان یکی از مهمترین ارکان تدریس و آموزش دانشگاهی قلمداد می‌گردد.

فصل سوم

بررسی میدانی میزان کارایی
شیوه های ارزشیابی دروس
هماهنگ (ریاضی ۱ و ۲) در
دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی
شاهرود

ارزشیابی یکی از جنبه‌های مهم در فرایند فعالیت‌های آموزشی است و این امکان را فراهم می‌سازد تا بر اساس نتایج آن، نقاط قوت و ضعف را مشخص نموده و با تقویت جنبه‌های مثبت و رفع نارسایی‌ها، در ایجاد تحول و اصلاح نظام آموزشی گام‌های مناسبی برداشته شود. ارزشیابی دانشجویی نیز به عنوان یکی از مهمترین ارکان تدریس و آموزش دانشگاهی قلمداد می‌گردد. ارزشیابی مؤثر نه تنها در غربالگری دانشجویان نقش بسزایی دارد، بلکه باعث افزایش انگیزه در دانشجویان شده و نیز مدرس را در ارزیابی فعالیت‌های خود کمک می‌کند منظور از ارزشیابی در دانشگاه قضاوت درباره وضعیت آموزش، پژوهش و میزان یادگیری دانشجویان از آموخته‌هایشان می‌باشد. در نظام آموزشی، از ارزشیابی آموزشی می‌توان برای انتخاب دانشجوی، هیأت علمی و تدوین و تجدید نظر برنامه درسی استفاده کرد. به نظر می‌رسد که نحوه ارزشیابی اساتید از دانشجویان نیز همانند نحوه تدریس آنها، با یکدیگر تفاوت داشته باشد. از آنجایی که دانشجویان در آزمون‌هایی مانند آزمون جامع علوم پایه و... باید در کنار دانشجویانی که احیاناً با روش متفاوتی آموزش دیده و ارزیابی شده اند قرار گیرند، بنابراین به نظر می‌رسد که هرچه روش‌های ارزشیابی در بین اعضای مختلف هیأت علمی در دانشگاه و دانشگاه‌های مختلف به یکدیگر نزدیکتر باشد، دانشجویان در زمان مواجهه با آزمون‌هایی از این گونه، کمتر با مشکل روبرو خواهند شد. در این راستا، لازم است که روش‌های ارزشیابی دانشجویان توسط اساتید در دانشگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته تا سیاست‌گذاران آموزشی در جهت یکسان سازی این روش‌ها در دانشگاه‌های مختلف حرکت نمایند [۱۹]. در این زمینه، مطالعات زیادی در جهان و از جمله در کشور ما انجام شده است. از جمله در دانشگاه علوم پزشکی بوشهر و زاهدان نحوه ارزشیابی دانشجویان توسط اعضای هیأت علمی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن نشان داد که رایج ترین روش ارزشیابی دانشجویان، استفاده از امتحانات میان ترم و پایان ترم (تشریحی و چند گزینه ای) می‌باشد. همچنین بیش از ۹۰ درصد اعضای هیأت علمی

دانشگاه بوشهر، ارزشیابی دانشجویان را به صورت مرحله ای و حدود ۷ درصد به صورت تراکمی انجام داده اند. در سایر دانشگاه های کشور از جمله تهران، شهید بهشتی، کرمان، کاشان و...، مطالعات تقریباً مشابهی در جنبه های مختلف ارزشیابی (اساتید، دانشجویان، روش تدریس و...) انجام شده است [۲].

ارزشیابی اهداف متعددی را دنبال می کند که می توان از آن جمله به رتبه بندی دانشجویان، پی بردن به مشکلات آموزشی آنان، ارزیابی روش های آموزشی به کار گرفته شده و میزان موفقیت در دروس یا دوره مربوطه اشاره نمود. باید توجه کرد که سنجش، بخشی جدا نشدنی از آموزش است. عملکرد فرد باید در راستای اهداف آموزشی ارزیابی شود، روش های ارزشیابی باید با اهداف آموزشی هماهنگ باشد، ارزشیابی باید پدیده های مستمر بوده و با بازخورد به دانشجو همراه باشد. روش های متداول ارزشیابی عبارتند از: معیارهای سنجش کلی^۱، مشاهده مستقیم، آزمون شفاهی، امتحان کتبی، آزمونهای چند گزینه ای، آزمون عملی و... که طبعاً هر کدام مزایا و معایبی دارند. سنجش دانشجویان از این جهت حائز اهمیت است که از طریق آن شایستگی دانشجویان برای گذراندن درس یا دوره مربوطه مورد تأیید قرار می گیرد. ارزشیابی از نظر زمانی نیز مهم است زیرا با انجام آن در پایان ترم، دانشجو فرصتی برای تشخیص اشتباهات خود و یا تلاش در جهت بهبود آنها پیدا نخواهد کرد. بنابراین، در راستای ارزشیابی مستمر می توان از انواع مختلفی از آزمون ها (مانند: پیش آزمون، آزمون فوری، خودسنجی، سنجش پیشرونده و آزمون نهایی) استفاده نمود [۱۹]. هدف از این مطالعه، نظرسنجی درباره نحوه ارزشیابی دانشجویان دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ توسط اعضای هیأت علمی دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد، که در حال حاضر ارزشیابی فقط به وسیله دو آزمون میان ترم و پایان ترم صورت می گیرد.

¹ Global Rating Scales

۲-۳ روش بررسی و پژوهش

این پژوهش یک مطالعه توصیفی است که با در نظر گرفتن نمونه هایی از جامعه هدف (اعضای هیأت علمی دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود و دانشجویان دروس هماهنگ ریاضی عمومی (۲ و ۱) انجام شده است. ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه‌ای است که توسط پژوهشگر طراحی شده (در پیوست ضمیمه می‌باشد) و در اختیار اکثر اعضای هیأت علمی دانشکده ریاضی و دانشجویان درس هماهنگ ریاضی عمومی ۲ قرار داده شده و پس از جمع آوری، نتایج استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. پرسشنامه اساتید دارای ۱۳ سؤال مرتبط با اهداف بوده و پرسشنامه دانشجویان دارای ۹ سؤال مرتبط با اهداف بوده است. قبل از اجرا، اعتبار صوری پرسشنامه‌ها به تأیید برخی از اعضای هیأت علمی دانشگاه رسیده است. پایایی پرسشنامه، قبل از اجرا در سطح وسیع، به وسیله اجرا در یک گروه کوچک منتخب بررسی شد. زمان انجام مطالعه نیمسال اول سال تحصیلی ۹۰-۱۳۸۹ و تعداد افراد جامعه پژوهش اساتید ۱۰ نفر و دانشجویان ۵۵ نفر بودند. اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه های برگشتی، با استفاده از روشهای آماری توصیفی و تحلیلی و توسط نرم افزار spss و همچنین به کمک اعداد فازی و میانگین گیری فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. لازم به ذکر است که ضریب آلفای کرونباخ در پرسشنامه اساتید ۰,۷۴۸ و در پرسشنامه دانشجویان ۰,۶۳۲ بدست آمده است. اطلاعات به دست آمده و سوالات پرسشنامه ها در جداول ۱-۳ و ۲-۳ آمده است.

جدول ۳-۱ اطلاعات به دست آمده و سوالات پرسشنامه‌های اساتید

ردیف	سوالات	خیلی زیاد		زیاد		متوسط		کم		خیلی کم		جمع	
		درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
۱	تا چه میزان برگزاری امتحان نوبتی (میان ترم و پایان ترم) را در افزایش یادگیری دانشجویان مؤثر می‌دانید؟	۲۰	۲	۷۰	۱	۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۲	تا چه حد معتقدید که ارزشیابی دروس هماهنگ قادر به اندازه گیری میزان یادگیری دانشجویان و درک مفاهیم اصلی توسط آنان می‌باشد؟	۱۰	۱	۱۰	۱	۶۰	۶	۲۰	۲	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۳	در ارزشیابی های کتبی تا چه حد به راه حل های ابتکاری در حل مسئله اهمیت می‌دهید؟	۰	۰	۷۰	۷	۲۰	۲	۱۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۴	تا چه حد این ارزشیابی می‌تواند تمامی محتوای درس ارائه شده را پوشش دهد؟	۰	۰	۶۰	۶	۴۰	۴	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۵	تا چه حد سؤالات امتحان هماهنگ جنبه تحلیلی و استنباطی دارد؟	۰	۰	۵۰	۵	۴۰	۴	۱۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۶	به نظر شما فعالیت کلاسی تا چه حد باید در نمره نهایی دانشجو مؤثر باشد؟	۲۰	۲	۵۰	۵	۳۰	۳	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۷	تا چه میزان از ارزشیابی تشخیصی (در شروع تدریس از آموزه های قبلی) و ارزشیابی تکوینی (حین تدریس) استفاده می کنید؟	۱۰	۱	۴۰	۴	۳۰	۳	۲۰	۲	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۸	چقدر از نتایج ارزشیابی تشخیصی و تکوینی برای رفع مشکلات یادگیری دانشجویان استفاده می کنید؟	۱۰	۱	۳۰	۳	۵۰	۵	۱۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۹	به چه میزان سوالات امتحان هماهنگ جنبه کاربردی در علوم دیگر را دارد؟	۱۰	۱	۳۰	۳	۵۰	۵	۱۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۱۰	در تدریس و ارزشیابی چقدر از نرم افزارهای مرتبط استفاده می-کنید؟	۰	۰	۱۰	۱	۳۰	۳	۰	۰	۶۰	۶	۱۰۰	۱۰
۱۱	به نظر شما چه میزان انجام پروژه باید در نمره نهایی دانشجو تأثیر داشته باشد؟	۰	۰	۲۰	۲	۶۰	۶	۲۰	۲	۰	۰	۱۰۰	۱۰
۱۲	به نظر شما تا چه میزان کارهای جنبی (ارائه کنفرانس - کارهای تحقیقی - بحث کلاسی - حل تمرین و ...) باید در نمره نهایی دانشجو تأثیر داشته باشد؟	۰	۰	۷۰	۷	۳۰	۳	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰

جدول ۲-۳ اطلاعات به دست آمده و سوالات پرسشنامه‌های دانشجویان

ردیف	سوالات	خیلی زیاد		زیاد		متوسط		کم		خیلی کم		جمع	
		درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
۱	تا چه حد این امتحان را قادر به اندازه گیری میزان یادگیری خود از درس می‌دانید؟	۳,۶	۱۲	۲۱,۸	۲۳	۴۱,۸	۱۰	۱۸,۲	۸	۱۴,۵	۵۵	۱۰۰	
۲	تا چه میزان این امتحان تمامی محتوی درس ارائه شده را پوشش داده است؟	۷,۳	۲۲	۴۰	۱۸	۳۲,۷	۵	۹,۱	۶	۱۰,۹	۵۵	۱۰۰	
۳	امتحان برگزار شده تا چه حد قادر است میزان ابتکار و خلاقیت شما را اندازه گیری نماید؟	۱۴,۵	۱۸	۳۲,۷	۲۲	۴۰	۴	۷,۳	۳	۵,۵	۵۵	۱۰۰	
۴	در امتحان برگزار شده تا چه حد به کاربرد های درس توجه شده است؟	۱۴,۵	۱۵	۲۷,۳	۱۴	۲۵,۵	۱۱	۲۰	۷	۱۲,۷	۵۵	۱۰۰	
۵	به نظر شما تا چه میزان بایدکارهای جنبی(ارائه کنفرانس-کارهای تحقیقی-بحث کلاسی-حل تمرین و ...) در نمره نهایی دانشجو تاثیر داشته باشد؟	۲۵,۵	۲۴	۴۳,۶	۱۱	۲۰	۲	۳,۶	۴	۷,۳	۵۵	۱۰۰	
۶	به نظر شما استاد تا چه حد باید فعالیت های کلاسی دانشجویان را در نمره نهایی تاثیر بدهد؟	۳۶,۴	۱۵	۲۷,۳	۱۲	۲۱,۸	۵	۹,۱	۳	۵,۵	۵۵	۱۰۰	
۷	به چه میزان سوالات امتحان جنبه تحلیلی و استنباطی داشتند؟	۳۰,۹	۱۷	۳۴,۵	۱۳	۲۳,۶	۱	۱,۸	۵	۹,۱	۵۵	۱۰۰	
۸	میزان تأثیر گرفتن کوئیز و میان ترم درافزایش یادگیری شما چقدر است؟	۲۱,۸	۲۳	۴۱,۸	۱۲	۲۱,۸	۴	۷,۳	۴	۷,۳	۵۵	۱۰۰	
۹	تا چه میزان از نتیجه تلاش خود در این امتحان راضی هستید؟	۵,۵	۴	۷,۳	۱۸	۳۲,۷	۱۲	۲۱,۸	۱۸	۳۲,۷	۵۵	۱۰۰	

۳-۳ نتایج تحقیق به کمک نرم افزار spss

نتایج بدست آمده از بررسی پرسشنامه اساتید با در نظر گرفتن اعداد متناسب با گزینه ها

یعنی ۵= خیلی زیاد و ۴= زیاد و ۳= متوسط و ۲= کم و ۱= خیلی کم و با میانگین گیری از آنها

با مقیاس لیکرت درصد بدست آمده به کمک نرم افزار spss بصورت زیر می‌باشد که در

جدول (۳-۳) آمده است لازم به ذکر است گویه متناسب با توجه به بازه های زیر در نظر گرفته

شده است: (۲۰ و ۰ = خیلی کم، (۴۰ و ۲۰ = کم، (۶۰ و ۴۰ = متوسط، (۸۰ و ۶۰ = زیاد،

[۸۰ و ۱۰۰] = خیلی زیاد و اعداد مرزی لفظ نسبتا اضافه می شود .

جدول ۳-۳ میزان رضایت از ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۲ و ۱ در دانشگاه صنعتی شاهرود از

دیدگاه اساتید به کمک مقیاس لیکرت

سوالات	میزان موافقت	گویه متناسب
۱- تأثیر امتحان نوبتی در افزایش یادگیری	۷۷,۵	زیاد
۲- قادر بودن ارزشیابی کنونی در اندازه گیری میزان یادگیری	۵۲,۵	متوسط
۳- میزان اهمیت به راه حل ابتکاری در ارزشیابی	۶۵	زیاد
۴- میزان پوشش تمامی محتوی دروس با این ارزشیابی	۶۵	زیاد
۵- میزان تحلیلی و استنباطی بودن سوالات	۶۰	نسبتا زیاد
۶- میزان تأثیر فعالیت کلاسی در نمره نهایی	۷۲,۵	زیاد
۷- میزان استفاده از ارزشیابی تشخیصی و تکوینی	۶۰	نسبتا زیاد
۸- میزان تأثیر ارزشیابی تشخیصی و تکوینی در رفع مشکلات یادگیری دانشجویان	۶۰	نسبتا زیاد
۹- میزان کاربرد سوالات امتحان در علوم دیگر	۶۰	نسبتا زیاد
۱۰- میزان استفاده از نرم افزار های مرتبط	۲۵	کم
۱۱- مقدار تأثیر پروژه در نمره نهایی	۵۰	متوسط
۱۲- مقدار تأثیر کارهای جنبی در نمره نهایی	۶۷,۵	زیاد

همچنین مهمترین ملاکهای اعضای هیأت علمی برای ارزشیابی دانشجویان به ترتیب اهمیت، عبارتند از :

▪ آزمون پایان ترم ۴۶ درصد

▪ آزمون میان ترم ۲۷ درصد

▪ حضور فعال و مشارکت دانشجو در کلاس درس ۸ درصد

▪ گرفتن کوییز ۷ درصد

▪ ارائه سمینار و کنفرانس ۶ درصد

▪ تکالیف کلاسی و فعالیت های فوق برنامه دانشجویان در ارتباط با درس ۶ درصد

همچنین با توجه به وقت کم و حجم بالای سرفصل دروس فوق الذکر در تدریس و ارزشیابی خیلی کم از نرم افزارهای مرتبط استفاده می شود.

نتایج بررسی پرسشنامه دانشجویان، با در نظر گرفتن اعداد متناسب با گزینه ها، یعنی ۵= خیلی زیاد و ۴= زیاد و ۳= متوسط و ۲= کم و ۱= خیلی کم و با میانگین گیری از آنها با مقیاس لیکرت به کمک نرم افزار spss بصورت زیر می باشد که در جدول (۳-۴) آمده است و گویه متناسب با توجه به بازه های زیر در نظر گرفته شده است: (۲۰ و ۰=خیلی کم، (۴۰ و ۲۰=کم، (۶۰ و ۴۰=متوسط، (۸۰ و ۶۰=زیاد، [۱۰۰ و ۸۰]=خیلی زیاد و اعداد مرزی لفظ نسبتاً اضافه می شود .

جدول ۳-۴ میزان رضایت از ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ در دانشگاه صنعتی شاهرود از

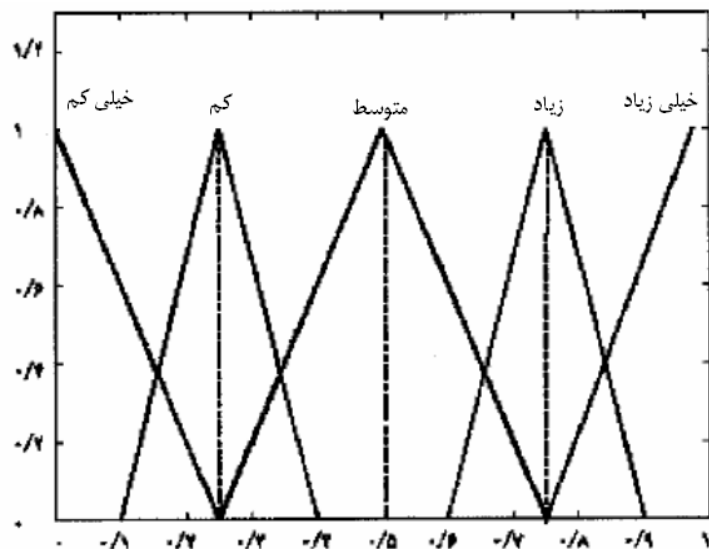
دیدگاه دانشجویان به کمک مقیاس لیکرت

سوال	میزان موافقت	گویه متناسب
۱- میزان قادر بودن امتحان از اندازه گیری یادگیری شما	۴۴,۴	متوسط
۲- میزان پوشش دادن تمامی درس با این امتحان	۵۴,۶	متوسط
۳- میزان اندازه گیری ابتکار و خلاقیت شما با این امتحان	۵۹,۵	نسبتاً زیاد
۴- میزان توجه به کاربردهای درس در امتحان	۵۱,۵	متوسط
۵- میزان تأثیر کارهای جنبی در نمره نهایی	۶۷,۵	زیاد
۶- میزان تأثیر فعالیت کلاسی در نمره نهایی	۵۹,۵	زیاد
۷- میزان تحلیلی و استنباطی بودن سوالات امتحان	۶۷,۵	زیاد
۸- میزان تأثیر کوییز و میان ترم در افزایش یادگیری	۶۴,۴	زیاد
۹- میزان رضایت دانشجویان از نتیجه تلاششان در این امتحان	۳۱,۱	کم

۳-۴ نتایج تحقیق به کمک اعداد فازی :

پرسشنامه پژوهش حاضر با هدف کسب نظر خبرگان راجع به میزان موافقت آنها با مولفه ها و معیارهای مدل طراحی شده است ، لذا خبرگان از طریق متغیرهای کلامی نظیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد میزان موافقت خود را ابراز نموده اند. از آنجایی که خصوصیات متفاوت افراد بر تعابیر ذهنی آنها نسبت به متغیرهای کیفی اثرگذار است لذا با

تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سوالات پاسخ داده اند. این متغیرها با توجه به جدول (۳-۵) و شکل (۳-۱) به شکل اعداد فازی مثلثی تعریف شده اند.



شکل ۳-۱ تعریف متغیرهای زبانی

می‌توان اعداد مثلثی (m, α, β) که در آن m نشانگر مرکز و α و β به ترتیب گستره چپ و راست می‌باشند را به صورت سه تایی (m_1, m_2, m_3) نیز در نظر گرفت به طوری که :

$$m_1 = m - \alpha \quad m_2 = m \quad m_3 = m + \beta$$

بنابراین اعداد فازی مثلثی متغیرهای کلامی شکل بالا را به صورت جدول زیر در نظر می‌گیریم :

جدول ۳-۵ اعداد فازی مثلثی متغیرهای کلامی

متغیرهای کلامی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی قطعی شده
خیلی کم	(۰, ۰, ۰, ۲۵)	۰, ۰, ۰, ۶۲۵
کم	(۰, ۱, ۰, ۲۵ و ۰, ۴)	۰, ۲۵
متوسط	(۰, ۲۵ و ۰, ۵ و ۰, ۷۵)	۰, ۵
زیاد	(۰, ۶ و ۰, ۷۵ و ۰, ۹)	۰, ۷۵
خیلی زیاد	(۰, ۷۵ و ۱)	۰, ۹۳۷۵

در جدول فوق اعداد فازی قطعی شده با استفاده از فرمول مینکووفسکی به شکل زیر

محاسبه شده است:

$$\chi = m + \frac{\beta - \alpha}{4} = \frac{m_1 + 2m_2 + m_3}{4} \quad (۱-۳)$$

با توجه به گزینه های پیشنهادی و متغیرهای کلامی تعریف شده در پرسشنامه ، نتایج

حاصل از بررسی پاسخ های ارائه شده و میانگین فازی هر کدام از مولفه ها با توجه به روابط

زیر محاسبه شده است:

$$A_i = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}), \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (۲-۳)$$

$$A_{ave} = (m_1, m_r, m_r) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_r^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_r^{(i)} \right) (۳-۳)$$

در این رابطه A_i بیانگر عدد فازی مثلثی دیدگاه خبره i ام (اساتید و دانشجویان) و A_{ave}

بیانگر میانگین دیدگاههای خبرگان است [۲۲] که نتایج حاصل در جدول های (۳-۶) و

(۷-۳) آمده است.

جدول ۳-۶ میانگین فازی مثلثی رضایت از ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ در دانشگاه

صنعتی شاهرود از دیدگاه اساتید

سوالات	میانگین فازی مثلثی	میانگین فازی زدایی شده λ و عبارت کلامی متناظر
۱- تأثیر امتحان نوبتی در افزایش یادگیری	(۰,۹۰۵ و ۰,۷۷۵ و ۰,۵۹۵)	زیاد = ۰,۷۶۲۵
۲- قادر بودن ارزشیابی کنونی در اندازه گیری میزان یادگیری	(۰,۷۲ و ۰,۵۲۵ و ۰,۳۰۵)	متوسط = ۰,۵۱۸
۳- میزان اهمیت به راه حل ابتکاری در ارزشیابی	(۰,۸۲ و ۰,۶۵ و ۰,۴۸)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۵
۴- میزان پوشش تمامی محتوی دروس با این ارزشیابی	(۰,۸۴ و ۰,۶۵ و ۰,۴۶)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۵
۵- میزان تحلیلی و استنباطی بودن سوالات	(۰,۷۹ و ۰,۶ و ۰,۴۱)	متوسط = ۰,۶
۶- میزان تأثیر فعالیت کلاسی در نمره نهایی	(۰,۸۷۵ و ۰,۷۲۵ و ۰,۵۲۵)	زیاد = ۰,۷۱۲
۷- میزان استفاده از ارزشیابی تشخیصی و تکوینی	(۰,۷۶۵ و ۰,۶ و ۰,۴۱)	متوسط = ۰,۵۹۳
۸- میزان تأثیر ارزشیابی تشخیصی و تکوینی در رفع مشکلات یادگیری دانشجویان	(۰,۷۸۵ و ۰,۶ و ۰,۳۹)	متوسط = ۰,۵۹۳
۹- میزان کاربرد سوالات امتحان در علوم دیگر	(۰,۷۸۵ و ۰,۶ و ۰,۳۹)	متوسط = ۰,۵۹۳
۱۰- میزان استفاده از نرم افزار های مرتبط	(۰,۴۶۵ و ۰,۲۲۵ و ۰,۱۳۵)	کم = ۰,۲۶۲
۱۱- مقدار تأثیر پروژه در نمره نهایی	(۰,۷۱ و ۰,۵ و ۰,۲۹)	متوسط = ۰,۵
۱۲- مقدار تأثیر کارهای جنبی در نمره نهایی	(۰,۸۵۵ و ۰,۶۷۵ و ۰,۴۹۵)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۷۵

جدول ۳-۷ میانگین فازی مثلثی رضایت از ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ در دانشگاه

صنعتی شاهرود از دیدگاه دانشجویان

سوالات	میانگین فازی مثلثی	میانگین فازی زدایی شده λ و عبارت کلامی متناظر
۱- میزان قادر بودن امتحان از اندازه گیری یادگیری شما	(۰,۲۸ و ۰,۴۵ و ۰,۶۵)	متوسط = ۰,۴۵
۲- میزان پوشش دادن تمامی درس با این امتحان	(۰,۳۸ و ۰,۵۶ و ۰,۷۵)	متوسط = ۰,۵۶
۳- میزان اندازه گیری ابتکار و خلاقیت شما با این امتحان	(۰,۴۱ و ۰,۶۰ و ۰,۷۸)	متوسط = ۰,۵۹
۴- میزان توجه به کاربردهای درس در امتحان	(۰,۳۵ و ۰,۵۲ و ۰,۶۹)	متوسط = ۰,۵۲
۵- میزان تأثیر کارهای جنبی در نمره نهایی	(۰,۵ و ۰,۶۹ و ۰,۸۳)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۷
۶- میزان تأثیر فعالیت کلاسی در نمره نهایی	(۰,۵ و ۰,۷ و ۰,۸۲)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۷
۷- میزان تحلیلی و استنباطی بودن سوالات امتحان	(۰,۵ و ۰,۶۹ و ۰,۸۳)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۷
۸- میزان تأثیر کوییز و میان ترم در افزایش یادگیری	(۰,۴۷ و ۰,۶۶ و ۰,۸)	نسبتاً زیاد = ۰,۶۴
۹- میزان رضایت دانشجویان از نتیجه تلاششان در این امتحان	(۰,۱۹ و ۰,۳۲ و ۰,۵۳)	نسبتاً کم = ۰,۳۴

با مقایسه نتایج بدست آمده از جداول فوق مشاهده می شود تفاوت زیادی بین روش نرم افزار spss و روش اعداد فازی وجود ندارد بجز چند مورد خاص که به نظر می رسد بررسی از طریق اعداد فازی به دلیل اینکه سوالات پرسشنامه ها با متغیرهای زبانی بیان شده اند مفیدتر باشد.

۳-۵ تجزیه تحلیل نتایج

با توجه به نوع خاص ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی ۱ و ۲ در دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود که فقط میان ترم و پایان ترم در نمره نهایی دانشجویان تأثیر گذار است و نتایج بدست آمده و تجزیه تحلیل آنها متوجه می‌شویم دانشجویان بیشتر مایلند که در طول ترم با ارائه سمینار و کنفرانس و تکالیف کلاسی و فعالیت های فوق برنامه در ارتباط با درس خود را بیشتر با درس و موضوع درگیر کرده و از استرس آنها در امتحان پایان ترم و میان ترم کاسته شود.

گر چه هنوز روش تدریس بیشتر اساتید استاد محوری است، ولی ارائه این روش به صورت سخنرانی برنامه ریزی شده تا حدود زیادی از کاستی های روش سخنرانی سنتی می‌کاهد و امکان مشارکت فعال فراگیران را در کلاس درس افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه بعضی از اساتید دانشگاه ارزشیابی خود را به صورت مرحله ای انجام می‌دهند (که نسبت به ارزشیابی تراکمی برتری دارد) ولی با این وجود، مهمترین ملاک ارزشیابی خود را بر پایه آزمون پایان ترم استوار می‌کنند. به نظر می‌رسد که یا دیدگاه دانشجویان و اساتید باید راجع به ملاک های ارزشیابی تغییر نماید و یا اینکه به احتمال زیاد، مقررات آموزشی موجود به گونه ای اساتید را به اهمیت ندادن بیشتر به آزمون پایان ترم وادار سازد که در صورت لزوم، تجدید نظر در این مقررات با توجه به روش های نوین ارزشیابی امری ضروری به نظر می‌رسد. این مسأله در مورد نگرش اساتید به مواردی نظیر فعالیت های فوق برنامه و ارائه سمینار و کنفرانس توسط دانشجو، به عنوان فاکتورهای مهم دخیل در ارزشیابی نیز صدق می‌کند.

۳-۶ بحث و نتیجه گیری :

ارزشیابی فرایندی است که بوسیله آن می‌توان در مورد میزان کسب دانش، توانایی و مهارت فراگیران اظهار نظر نمود. این فرایند با گردآوری شواهد و مدارک لازم برای داوری و تصمیم‌گیری همراه می‌باشد.

از نتایج ارزشیابی برای دو منظور زیر استفاده می‌شود.

۱- اصلاح و دگرگونی روشهای تدریس

۲- سنجش میزان پیشرفت تحصیلی دانشجویان.

در ارزشیابی دروس هماهنگ باید مولفه‌های (ملاک‌های) زیر بررسی و اندازه‌گیری شوند:

۱. دسترسی به اهداف آموزشی

۲. درک مفاهیم اصلی

۳. پوشش سر فصلها

۴. کسب مهارت های لازم

۵. توانایی در استدلال

۶. توانایی در مدلسازی

۷. بکار بردن آموخته ها در یک موقعیت عملی و واقعی

۸. آگاهی از کاربرد ها

۹. توانایی در انجام پروژه مربوط به موضوع

۱۰. توانایی پیاده سازی و ساخت وسایل مربوط به موضوع

۱۱. استفاده از نرم افزار های مرتبط

ارزشیابی در روش فعلی فقط توسط دو آزمون میان ترم و پایان ترم صورت می‌گیرد در حالی که دانشجویان مایلند که در طول ترم با ارائه سمینار و کنفرانس و تکالیف کلاسی و فعالیت های فوق برنامه در ارتباط با درس خود را بیشتر با درس و موضوع درگیر کرده و از استرس آنها در امتحان پایان ترم و میان ترم کاسته شود که این موضوع از نظر اساتید نیز مورد قبول می‌باشد.

با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت :

میزان رضایت دانشجویان و اساتید از نحوه ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی ۱ و ۲ به شیوه فعلی کم می‌باشد. که با برنامه ریزی صحیح توسط گروه ریاضی و مسئولین دانشکده ریاضی می‌توان ارزشیابی را به نحو مطلوب و مورد پسند اساتید و دانشجویان انجام داد.

فصل چهارم

روشی انعطاف پذیر در ارزیابی
عملکرد دانشجویان با استفاده از
منطق فازی

سنجش عملکرد تحصیلی مبتنی بر نتایج آزمون‌ها معمولاً به شکل عددی صورت می‌گیرد بنابراین ارزشیابی سنتی از قضاوتی مبتنی بر مقایسه نتایج فراگیر در مقابل معیار عملکردی مشخص شده تشکیل می‌شود شرایط واقعی اغلب غیرقطعی و نامعلوم هستند و نمی‌توان آنها را کاملاً دقیق توصیف کرد، توصیف کامل یک سیستم واقعی اغلب به داده‌های جزئی بسیاری نیاز دارد که یک انسان نمی‌تواند آنها را همزمان بخاطر سپرده یا پردازش و درک کند. این موارد باعث می‌گردد که فازی بودن در اکثر زمینه‌هایی که در آنها دآوری، قضاوت، برآورد و تصمیم‌گیری انسانی مهم است حضور داشته باشد این زمینه‌ها همچنین شامل تصمیم‌گیری، استدلال و یادگیری نیز می‌شوند. مسئله ارزیابی فراگیران به دلیل پیچیدگی‌های همواره در محیط‌های علمی و آموزشی موضوعی مورد توجه بوده است نظام ارزیابی و تخصیص نمره به پاسخ‌های فراگیران همواره تابع ضوابط غیر قابل انعطاف و خشک یا سلیق و دیدگاه‌های فردی قرار دارد خاستگاه عمده این دشواری و پیچیدگی‌ها در ارتباط با درک فرایند یادگیری فراگیران می‌باشد. آموختن، فرایندی از تغییرات ذهنی است و ارزیابی آن بعنوان برآورد شناخته می‌شود [۲۰]. در سال‌های اخیر برخی محققان روی بکارگیری نظریه مجموعه فازی در سیستم‌های درجه بندی آموزشی تأکید دارند [۲۹]. با بکار بردن سیستم ارزشیابی سنتی فعلی، شکست یا موفقیت تحصیلی بر مبنای تفکیک فراگیران از طریق نمره مشخص صورت می‌گیرد به عنوان مثال در یک درس، دانشجویی که نمره بالاتر از ۱۰ از ۲۰ را بگیرد قبول و در غیر این صورت مردود تلقی می‌شود و در هر حال ارزشیابی عملکرد فراگیر مبتنی بر معیارهای غیر قابل انعطاف نمره دهی ممکن است مناسب نباشد [۵۲]. در این شرایط هدف این پژوهش این است که تأثیر تئوری منطق فازی را بر سنجش عملکرد دانشجویان تعریف نماید. استفاده از مدل‌های منطق فازی اشکال قابل انعطاف تری از ارزشیابی را میسر می‌نماید [۲۴]. در این پژوهش، یک شیوه ارزشیابی جدید و انعطاف پذیر مبتنی بر سیستم‌های منطق فازی پیشنهاد

می‌شود و عملکرد ۲۰ دانشجو در درس ریاضی عمومی ۲ در نیمسال اول ۸۹-۹۰ دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود در ۲ امتحان میان ترم و پایان ترم که جمعاً نمره ارزشیابی پایان دوره را تشکیل می‌دهند به کمک منطق فازی مورد بررسی قرار می‌گیرد و با شیوه ارزشیابی سنتی مقایسه می‌گردد نتایج ارزشیابی تفاوت‌هایی را بین شیوه منطق فازی پیشنهادی و سنتی نشان می‌دهد، اگر چه ارزشیابی عملکرد با استفاده از منطق فازی پیچیده است و نیازمند نرم افزار اضافی می‌باشد، اما این شیوه مزیت‌هایی را هم دارد. ارزشیابی با منطق فازی قابل انعطاف است و گزینه‌های ارزشیابی زیادی را فراهم می‌کند در حالی که شیوه ارزشیابی سنتی به محاسبات ریاضی ثابت پایبند است. در این روش مدرس یا ارزشیابی کننده می‌تواند محدوده قواعد و توابع عضویت را ویرایش کند و امکان ارزشیابی عملکرد عینی و غیر همگن و قابل انعطاف را فراهم نماید.

۲-۴ روشی انعطاف پذیر برای ارزیابی عملکرد دانشجویان با استفاده از توابع عضویت و منطق فازی

مدل فازی مورد استفاده از سه مرحله تشکیل شده است :

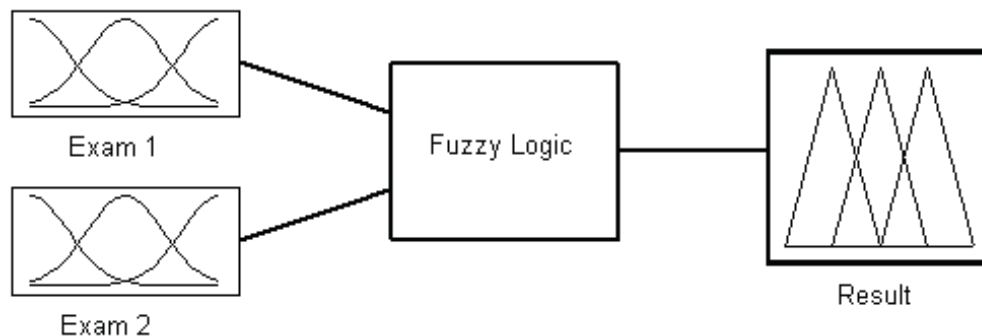
۱. فازی سازی نتایج امتحانات ورودی و ارزش عملکرد خروجی

۲. بکارگیری قواعد و روش استنتاج فازی

۳. غیر فازی کردن ارزش عملکرد

در این شیوه فراگیران دو آزمون میان ترم و پایان ترم می‌دهند و یک نمره کلاسی نیز دارند و با فرض اینکه میان ترم ۸ نمره و ۲ نمره نیز کلاسی و فعالیت‌های جنبی و پایان ترم ۱۰ نمره دارد و در کل نمره ارزشیابی نهایی از ۲۰ می‌باشد بنابراین با جمع نمرات کلاسی و میان ترم یک نمره بدست می‌آید پس دو متغیر ورودی داریم که هر کدام حداکثر ۱۰ نمره دارند و

می‌توانیم برای راحتی کار هر کدام را از ۱۰۰ امتیاز محاسبه کنیم و متغیر خروجی ارزش عملکرد می‌باشد که از ۲۰ نمره می‌باشد و از طریق منطق فازی تعیین می‌گردد.



شکل ۱-۴ تعیین عملکرد دانشجویان به کمک منطق فازی

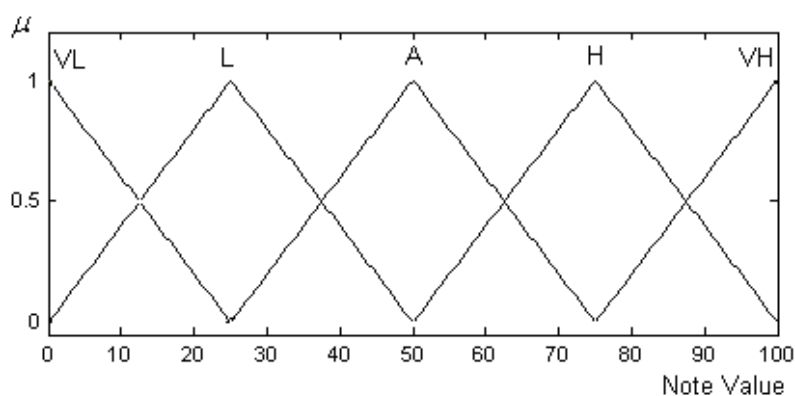
۴-۲-۱ فازی سازی نتایج امتحانات و ارزش عملکرد:

فازی سازی نتایج امتحانات با استفاده از معیارهای ورودی و توابع عضویت مجموعه‌های فازی‌شان صورت می‌گیرد. هر دانشجو دو نتیجه امتحان دارد (پایان ترم و جمع میان ترم با کلاسی)، هر دوی آنها متغیرهای ورودی سیستم منطق فازی را تشکیل می‌دهند و هر متغیر ورودی را به شکل تابع عضویت مثلثی در نظر می‌گیریم [۴۳]. توابع عضویت، فواصل مشابه دارند بنابراین هر دو آزمون میزان تأثیرگذاری مشابه دارند. مجموعه فازی از متغیرهای ورودی در جدول (۱-۴) و شکل (۲-۴) نشان داده شده است:

جدول ۱-۴ مجموعه فازی از متغیرهای ورودی

اعداد مثلثی	نشانه	بیان زبانی
(۰،۰،۲۵)	VL	خیلی کم
(۰،۲۵،۵۰)	L	کم
(۲۵،۵۰،۷۵)	A	متوسط
(۵۰،۷۵،۱۰۰)	H	بالا
(۷۵،۱۰۰،۱۰۰)	VH	خیلی بالا

ممکن است بعضی از نمرات امتحان به یک یا دو تابع عضویت تعلق داشته باشد اما مقدار (وزن) عضویت هر تابع عضویت می‌تواند متفاوت باشد.



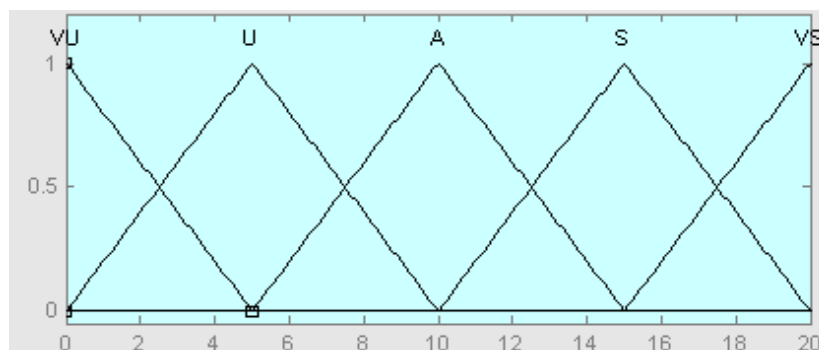
شکل ۲-۴ توابع عضویت از امتحان اول و دوم

برای مثال درحالی که نمره ۲۵ فقط به تابع عضویت L یعنی کم تعلق دارد نمره ۳۰ هم به تابع عضویت L (کم) و هم به تابع عضویت A (متوسط) تعلق دارد ، اما مقدار آن در تابع عضویت L بیشتر از تابع عضویت A می‌باشد. متغیر خروجی که عبارت است از ارزش عملکرد و

نتیجه نامیده می‌شود پنج تابع عضویت دارد. که یک محدوده ارزشی بین صفر و بیست انتخاب می‌شود که در جدول (۲-۴) و شکل (۳-۴) نشان داده شده است:

جدول ۲-۴ مجموعه فازی از متغیرهای خروجی

اعداد مثلثی	نشانه	بیان زبانی
(۰،۰،۵)	VU	خیلی ضعیف
(۰،۵،۱۰)	U	ضعیف
(۵،۱۰،۱۵)	A	متوسط
(۱۰،۱۵،۲۰)	S	خوب
(۱۵،۲۰،۲۰)	VS	خیلی خوب



شکل ۳-۴ توابع عضویت از ارزش عملکرد

۲-۲-۴ قوانین و استنتاج فازی:

قوانین تعیین ورودی و خروجی منطق فازی که در فرایند استنباط استفاده می‌شود بصورت زبانی هستند و تحت عنوان قوانین اگر – آنگاه می‌باشند که توسط افراد خبره تعیین می‌شوند [۵۴] و بصورت زیر می‌باشند:

۱. اگر امتحان ۱ خیلی کم و امتحان ۲ خیلی کم باشد آنگاه نتیجه خیلی ضعیف می‌باشد.

۲. اگر امتحان ۱ خیلی کم و امتحان ۲ کم باشد آنگاه نتیجه خیلی ضعیف می‌باشد.

۳. اگر امتحان ۱ خیلی کم و امتحان ۲ متوسط باشد آنگاه نتیجه ضعیف می‌باشد.

۴. اگر امتحان ۱ خیلی کم و امتحان ۲ بالا باشد آنگاه نتیجه ضعیف می‌باشد.

۵. اگر امتحان ۱ خیلی کم و امتحان ۲ خیلی بالا باشد آنگاه نتیجه متوسط می‌باشد.

۶. اگر امتحان ۱ کم و امتحان ۲ خیلی کم باشد آنگاه نتیجه خیلی ضعیف می‌باشد.

۷. اگر امتحان ۱ کم و امتحان ۲ کم باشد آنگاه نتیجه ضعیف می‌باشد.

۸. اگر امتحان ۱ کم و امتحان ۲ متوسط باشد آنگاه نتیجه ضعیف می‌باشد.

۹. اگر امتحان ۱ کم و امتحان ۲ بالا باشد آنگاه نتیجه متوسط می‌باشد.

۱۰. اگر امتحان ۱ کم و امتحان ۲ خیلی بالا باشد آنگاه نتیجه متوسط می‌باشد.

۱۱. اگر امتحان ۱ متوسط و امتحان ۲ خیلی کم باشد آنگاه نتیجه ضعیف می‌باشد.

۱۲. اگر امتحان ۱ متوسط و امتحان ۲ کم باشد آنگاه نتیجه ضعیف می‌باشد.

۱۳. اگر امتحان ۱ متوسط و امتحان ۲ متوسط باشد آنگاه نتیجه متوسط می‌باشد.

۱۴. اگر امتحان ۱ متوسط و امتحان ۲ بالا باشد آنگاه نتیجه خوب می باشد.
۱۵. اگر امتحان ۱ متوسط و امتحان ۲ خیلی بالا باشد آنگاه نتیجه خوب می باشد.
۱۶. اگر امتحان ۱ بالا و امتحان ۲ خیلی کم باشد آنگاه نتیجه ضعیف می باشد.
۱۷. اگر امتحان ۱ بالا و امتحان ۲ کم باشد آنگاه نتیجه متوسط می باشد.
۱۸. اگر امتحان ۱ بالا و امتحان ۲ متوسط باشد آنگاه نتیجه خوب می باشد.
۱۹. اگر امتحان ۱ بالا و امتحان ۲ بالا باشد آنگاه نتیجه خوب می باشد.
۲۰. اگر امتحان ۱ بالا و امتحان ۲ خیلی بالا باشد آنگاه نتیجه خیلی خوب می باشد.
۲۱. اگر امتحان ۱ خیلی بالا و امتحان ۲ خیلی کم باشد آنگاه نتیجه متوسط می باشد.
۲۲. اگر امتحان ۱ خیلی بالا و امتحان ۲ کم باشد آنگاه نتیجه متوسط می باشد.
۲۳. اگر امتحان ۱ خیلی بالا و امتحان ۲ متوسط باشد آنگاه نتیجه خوب می باشد.
۲۴. اگر امتحان ۱ خیلی بالا و امتحان ۲ بالا باشد آنگاه نتیجه خیلی خوب می باشد.
۲۵. اگر امتحان ۱ خیلی بالا و امتحان ۲ خیلی بالا باشد آنگاه نتیجه خیلی خوب می باشد.
- در صورتی که بعضی از قوانین فعال باشند برای عملکرد توابع عضویت خروجی لازم است که تنها یک تابع عضویت انتخاب شود این فرایند با عنوان "تصمیم گیری فازی" یا "استنتاج فازی" می باشد. بعضی از نویسندگان مانند ممدانی و تاکاگی و سورگنو و زاده طیف وسیعی از تکنیک های فازی را برای تصمیم گیری توسعه فازی و استنتاج فازی بکار برده اند [۴۹]. مطالعه حاضر با استفاده از روش ممدانی نشان داده شده به کمک فرمول زیر محاسبه شده است :

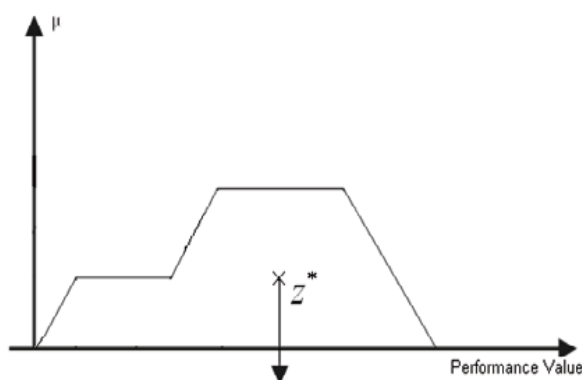
$$\mu_c(y) = \max_k \left[\min \left[\mu_{A_i}(\text{input } (i)), \mu_{B_j}(\text{input } (j)) \right] \right] \quad K=1,2,\dots,r \quad (۱-۴)$$

این فرمول یک تابع عضویت خروجی برای هر قاعده فعال تعیین می‌کند.

۳-۲-۴ غیرفازی کردن یا مشخص کردن ارزش عملکرد:

بعد از کامل کردن فرایند تصمیم‌گیری فازی عدد فازی بدست آمده باید به یک ارزش معین تبدیل گردد این فرایند غیر فازی کننده نامیده می‌شود. مدل‌های زیادی برای انجام این فرایند وجود دارد که در این مقاله از تکنیک مرکز ثقل استفاده شده است که یکی از رایج‌ترین شیوه‌ها می‌باشد [۵۱] که از فرمول (۲-۴) و با توجه به شکل (۴-۴) محاسبه می‌شود:

$$z^* = \frac{\int z \cdot \mu_c(z) \cdot dz}{\int \mu_c(z) \cdot dz} \quad (۲-۴)$$



شکل ۴-۴ غیر فازی کننده به روش مرکز ثقل

۴-۲-۴ کاربرد منطق فازی :

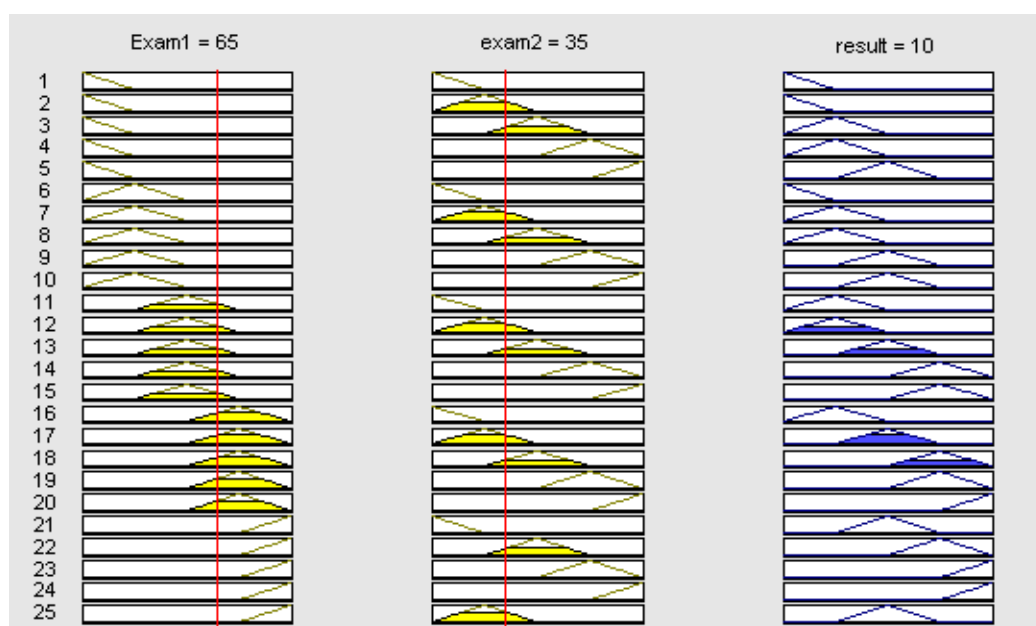
به کمک نرم افزار MATLAB و توبلاکس فازی آن می توان تمامی قواعد و نمودارهای مورد نظر را ذخیره و با وارد کردن نمرات هر دانشجو یک خروجی از آن دریافت کرد همچنین می توان نمرات خروجی را بر اساس عبارات زبانی دسته بندی کرد مثلاً با توجه به شکل (۳-۴) نمرات خروجی کمتر از ۲,۵ را خیلی ضعیف و نمرات در بازه (۲,۵ و ۷,۵) را ضعیف، در بازه (۷,۵ و ۱۲,۵) را متوسط در بازه (۱۲,۵ و ۱۷,۵) را خوب و نمرات بالاتر یا مساوی ۱۷,۵ را خیلی خوب در نظر گرفت. جدول (۳-۴) نمرات کسب شده توسط ۲۰ دانشجو در درس ریاضی عمومی ۲ در نیمسال اول ۸۹-۹۰ را در دو آزمون ۱ و ۲ را نشان می دهد که خروجی توسط نرم افزار MATLAB به دست آمده است. توابع عضویت فعال بر اساس جدول (۴-۱) و با استفاده از روش ممدانی فازی شده اند. خروجی ها (ارزش عملکرد) نیز با محاسبه مرکز ثقل و شکل ژئومتریکی از حالت فازی خارج می شوند. این فرایند برای نمرات امتحانی هر دانشجو تکرار می شود.

جدول ۳-۴ نمرات امتحانی و محاسبه ارزش عملکرد

شماره	نمره میان ترم و کلاسی	نمره پایان ترم	نمره نهایی از ۲۰	نتیجه زبانی عملکرد
۱	۶۵	۷۹	۱۴,۹	خوب
۲	۱۰	۲۵	۳,۹	ضعیف
۳	۹۴	۴۸	۱۴,۴	خوب
۴	۴۵	۳۳	۶,۹	ضعیف
۵	۴۲	۴۰	۷,۹	متوسط
۶	۸۰	۷۹	۱۵,۱	خوب
۷	۳۰	۳۶	۶,۴	ضعیف
۸	۹۰	۷۴	۱۶,۱	خوب
۹	۸۲	۷۰	۱۵,۲	خوب
۱۰	۳۵	۶۵	۱۰	متوسط

شماره	نمره میان ترم و کلاسی	نمره پایان ترم	نمره نهایی از ۲۰	نتیجه زبانی عملکرد
۱۱	۴۱	۲۴	۵,۱	ضعیف
۱۲	۹۰	۱۰۰	۱۸,۳۵	خیلی خوب
۱۳	۴۰	۳۲	۶,۹	ضعیف
۱۴	۶۴	۳۹	۱۰,۳	متوسط
۱۵	۶۰	۳۸	۹,۶۶	متوسط
۱۶	۵۹	۴۶	۱۰,۹	متوسط
۱۷	۴۴	۳۶	۷,۴	ضعیف
۱۸	۷۵	۷۶	۱۵	خوب
۱۹	۴۱	۲۴	۵,۱	ضعیف
۲۰	۴۸	۳۲	۶,۷	ضعیف

شکل (۴-۵) قواعد فعال و ارزش عملکرد بدست آمده برای نمرات ۶۵ و ۳۵ را نشان می‌دهد در این فرایند قواعد ۱۲ و ۱۳ و ۱۷ و ۱۸ فعال هستند و در پایان عدد ۱۰ از سیستم غیر فازی کننده بدست آمده است [۵۴].



شکل ۴-۵ قواعد فعال و ارزش عملکرد برای نمرات ۶۵ و ۳۵

حال اگر نمرات آزمون های ۱ و ۲ بالا را در سیستم سنتی محاسبه و ارزش عملکرد برای هر دانشجو را بدست آوریم و نمرات بالای ۱۰ را به عنوان قبول و نمرات کمتر از ۱۰ را مردود در نظر بگیریم مشاهده می شود دانشجوی شماره ۱۴ و دانشجوی شماره ۱۵ با اینکه اختلاف نمراتشان بسیار کم و سطح نمرات و عملکردشان نزدیک به هم می باشد ، دانشجوی شماره ۱۴ قبول و دانشجوی شماره ۱۵ مردود شده است و باید این درس را تکرار کند.

با توجه با اینکه ارزشیابی عملکرد امری کیفی است و با بیان زبانی بیشتر قابل درک و فهم می باشد، و به خاطر قوانین موجود در سیستم آموزشی و اختصاص نمره به هر دانشجو برای ثبت کارنامه وی، دو راه پیشنهاد می شود: ۱- سیستم آموزشی به گونه ای باشد که برای هر دانشجو دو آیتم در نظر گرفته شود یکی قبول و یا مردود بودن در یک درس و یکی نمره واقعی آن درس برای ثبت کارنامه و معدل گیری، که اساتید محترم دانشجویانی که خروجی عملکرد آنها در سیستم فازی معرفی شده متوسط یا خوب یا خیلی خوب می باشد را به عنوان قبول در نظر بگیرند و مجموع ۲ نمره میان ترم و پایان ترم را نیز به عنوان نمره اصلی برای ثبت کامپیوتر در نظر بگیرند ۲- در سیستم فعلی آموزشی اساتید محترم با توجه به سیستم فازی معرفی شده دانشجویانی که خروجی عملکرد آنها متوسط به بالا می باشند را به عنوان دانشجوی قبول در نظر بگیرند و نمره حداقل ۱۰ را برای ایشان مد نظر قرار دهند.

در جدول (۴-۴) روش های ارزشیابی عملکرد ۲۰ دانشجو به روش سنتی و روش فازی

پیشنهاد شده، مقایسه شده اند:

جدول ۴-۴ مقایسه روش های سنتی و فازی

شماره	نمره میان ترم و کلاسی	نمره پایان ترم	روش سنتی	روش فازی پیشنهادی	نتیجه نهایی
۱	۶۵	۷۹	۱۴,۴	۱۴,۹	خوب قبول
۲	۱۰	۲۵	۳,۵	۳,۹	ضعیف مردود
۳	۹۴	۴۸	۱۴,۲	۱۴,۴	خوب قبول
۴	۴۵	۳۳	۷,۸	۶,۹	ضعیف مردود
۵	۴۲	۴۰	۸,۲	۷,۹	متوسط قبول
۶	۸۰	۷۹	۱۵,۹	۱۵,۱	خوب قبول
۷	۳۰	۳۶	۶,۶	۶,۴	ضعیف مردود
۸	۹۰	۷۴	۱۶,۴	۱۶,۱	خوب قبول
۹	۸۲	۷۰	۱۵,۲	۱۵,۲	خوب قبول
۱۰	۳۵	۶۵	۱۰	۱۰	متوسط قبول

شماره	نمره میان ترم و کلاسی	نمره پایان ترم	روش سنتی	روش فازی پیشنهادی	نتیجه نهایی
۱۱	۴۱	۲۴	۶,۵	۵,۱	ضعیف مردود
۱۲	۹۰	۱۰۰	۱۹	۱۸,۳۵	خیلی خوب قبول
۱۳	۴۰	۳۲	۷,۲	۶,۹	ضعیف مردود
۱۴	۶۴	۳۹	۱۰,۳	۱۰,۲	متوسط قبول
۱۵	۶۰	۳۸	۹,۸	۹,۶۶	متوسط قبول
۱۶	۵۹	۴۶	۱۰,۵	۱۰,۹	متوسط قبول
۱۷	۴۴	۳۶	۸	۷,۴	ضعیف مردود
۱۸	۷۵	۷۶	۱۵,۱	۱۵	خوب قبول
۱۹	۴۱	۲۴	۶,۵	۵,۱	ضعیف مردود
۲۰	۴۸	۳۲	۸	۶,۷	ضعیف مردود

۴-۳ نتیجه گیری:

هنگامی که نتایج تجزیه تحلیل می‌شوند بین شیوه های سنتی و روش منطق فازی پیشنهاد شده تفاوت هایی دیده می‌شود. به عنوان مثال دانشجویی که در امتحان ۱ نمره ۶۰ و در امتحان ۲ نمره ۳۸ گرفته است در شیوه سنتی مردود می‌باشد اما در شیوه جدید قبول می‌باشد. که این نتایج توسط سیستم فازی و بدون دخالت عوامل انسانی بدست می‌آیند و در صورت اعتراض دانشجویان سیستم پاسخگو می‌باشد. لازم به ذکر است در اکثر کشورهای دنیا مانند کره ، آرژانتین ، روسیه و غیره، نمره دهی به دانشجویان و دانش آموزان به صورت توصیفی یا سطح بندی یا استفاده از حروف می‌باشد. در کشور ما نیز ارزشیابی توصیفی یا سطح بندی از دوره ابتدایی شروع شده است و در سال‌های آینده به سایر مقاطع می‌رسد، بنابراین استفاده از دو آیت نمره و عملکرد زبانی (تعیین سطح) در دانشگاه ها و مراکز آموزشی مفید می‌باشد و با توجه به مصاحبه صورت گرفته با اساتید دانشگاهها اغلب اساتید به شیوه قابل انعطاف بودن نمرات نهایی اعتقاد دارند و بعضی از اساتید به این نکته اشاره دارند که محاسبه ارزشهای عملکردی برای دانشجویان پیچیده و سخت و وقتگیر می‌باشد که استفاده از برنامه های کامپیوتری می‌تواند در رفع این مشکل راه گشا باشند.

فصل پنجم

رتبه بندی دانشجویان

دارای نمرات مشابه به

کمک منطق فازی

ارزشیابی دانشجو عبارت است از فرایند تعیین سطوح عملکرد یک دانشجو در ارتباط با اهداف یادگیری آموزشی. یک سیستم ارزشیابی با کیفیت بالا موفقیت های فردی دانشجویان را گواهی و حمایت کرده و آن را بهبود می بخشد و تضمین می کند که برای همه دانشجویان یک ارزشیابی منصفانه اعمال نماید. بنابراین سیستم باید به طور منظم مورد بررسی قرار گرفته و بهبود یابد تا مناسب بودن، منصفانه بودن و مفید بودن آن برای همه فراگیران تضمین گردد. همچنین بهتر است که شفاف بوده و معیارهای خودکاری داشته باشد که در دل ارزشیابی جای گرفته باشند. مفید بودن استدلال فازی در نمره دادن و ارزشیابی فراگیران به اثبات رسیده است [۵۰]. به هر حال برای بهبود بخشی به اعتبار و قدرتمندی سیستم، استفاده از توابع عضویت مثلثی پیشنهاد می شود. از زمان ارائه منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی زاده، این روش به طور گسترده در حل کردن مسائل در زمینه های گوناگون مورد استفاده قرار گرفته است [۶۱] و اخیراً هم در ارزشیابی آموزشی استفاده می شود.

با توجه به تحقیقات و پژوهش های انجام شده می توان دریافت که اعداد فازی، قواعد فازی و سیستم های منطق فازی در سیستم های نمره دهی و ارزشیابی آموزشی استفاده شده و هنوز هم استفاده می شود. استراتژی ارزشیابی مبتنی بر منطق فازی مستلزم ملاحظه دقیق فاکتورهای دخیل در ارزشیابی می باشد [۵۹].

در این پژوهش یک سیستم ارزشیابی دانشجویان مبتنی بر توابع عضویت مثلثی ارائه می شود شیوه پیشنهادی به عنوان یک سیستم فازی سه گانه مدل سازی گردیده است [۵۸]. هر کدام از این سه بخش با در نظر گرفتن سختی، اهمیت و پیچیدگی سوالات آزمون ها، عمل فازی سازی و استدلال و منطق فازی و غیر فازی ساز را جداگانه بکار می برند. اولین بخش

سختی سوالات آزمون‌ها را به عنوان تابعی از میانگین دقت و درستی پاسخ نامه‌ها و میانگین زمان پاسخگویی به آزمون‌ها محاسبه می‌نماید. دومین بخش هزینه پاسخگویی به آزمون‌ها را به عنوان تابعی از منحنی اول (سختی) و پیچیدگی آن محاسبه می‌کند. در بخش سوم با توجه به هزینه پاسخگویی و اهمیت آزمون‌ها، درجه تنظیم نمرات ارزشیابی و رتبه بندی آنها بدست می‌آید. دقت و درستی پاسخنامه‌ها و میزان زمان پاسخگویی آزمون‌ها از پاسخنامه دانشجویان بدست می‌آید، در حالی که پیچیدگی و اهمیت سوالات آزمون‌ها توسط یک متخصص و فرد خبره در این حوزه مانند استاد یا آزمون گیرنده بدست می‌آید.

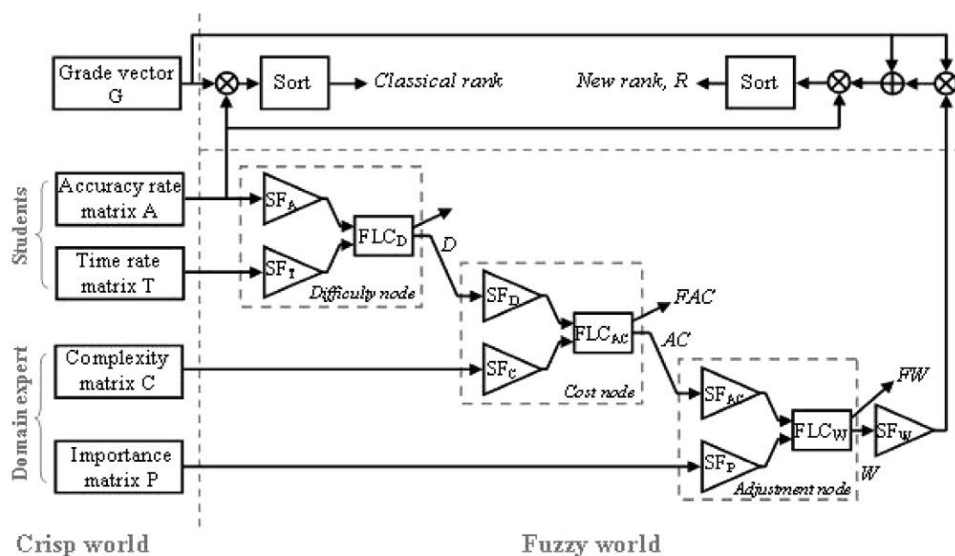
۵-۲ سیستم ارزشیابی فازی منحنی‌های سه گانه مبتنی بر توابع عضویت مثلثی

در این روش سیستم به عنوان یک بلوک دیاگرام از منحنی‌های فازی ارائه شده است، به طوریکه در شکل (۵-۱) ملاحظه می‌شود، سیستم از سه گره تشکیل شده است؛ گره سختی^۱، گره هزینه^۲ و گره تنظیم نمرات ارزشیابی^۳ و در پایان رتبه بندی دانشجویان به کمک این گره-ها انجام می‌شود [۲۸].

¹Difficulty

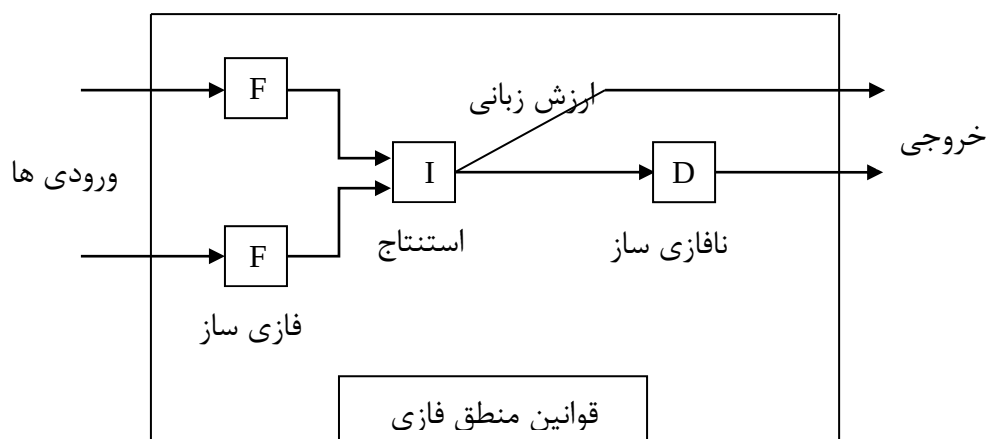
²Cost

³Adjustment



شکل ۵- ۱ بلوک دیاگرام از سه گره سیستم ارزشیابی فازی

هر گره از سیستم به عنوان یک کنترل کننده منطق فازی (FLC) رفتار می‌نماید که دارای دو ورودی قابل اندازه گیری و یک خروجی می‌باشد. مانند شکل (۵-۲) هر FLC یک ارتباط فازی دو به یک را با استدلال از طریق قوانین منطق فازی طراحی می‌کند [۴۸].



شکل ۵- ۲ نمای هر گره به عنوان کنترل کننده منطق فازی

ورودی های سیستم در طرف چپ شکل (۵-۱) توسط متخصصان و افراد خبره و نتایج آزمونها مشخص شده است. فرض کنید در یک کلاس n دانشجو وجود دارد و m آزمون در طول یک ترم از ایشان گرفته شده است، از نتایج آزمونها یعنی نمرات کسب شده توسط دانشجویان می توان یک ماتریس $m \times n$ مانند A تشکیل داد که در آن هر درایه از تقسیم نمره گرفته شده توسط هر دانشجو در هر آزمون بر نمره کل داده شده به آن آزمون بدست می آید. بنابراین می توان نوشت؛ $A = [a_{ij}]$ که در آن $a_{ij} \in [0,1]$ میزان درستی آزمون i ام برای دانشجوی j ام می باشد. همچنین ماتریس دیگری به نام ماتریس زمان T از بعد $m \times n$ نیز تشکیل می دهیم که در آن هر درایه از تقسیم زمان پاسخگویی هر دانشجو در هر آزمون بر زمان کل در نظر گرفته شده برای آن آزمون بدست می آید. بنابراین $T = [t_{ij}]$ که در آن $t_{ij} \in [0,1]$ میزان زمان استفاده شده در آزمون i ام برای دانشجوی j ام می باشد. همچنین یک بردار نمره، G از بعد $m \times 1$ داریم که $G = [g_i]$ و در آن $g_i \in [0,100]$ حداکثر نمره در نظر گرفته شده برای آزمون i ام می باشد و $\sum_{i=1}^m g_i = 100$ می باشد. همچنین ماتریس دیگری به نام S بر مبنای ماتریس میزان درستی A و بردار نمره G تشکیل می دهیم که $S = G^T A$ (ترانهاده G) و $s_j \in [0,100]$ نمره کل دانشجوی j ام می باشد. این رتبه بندی را رتبه بندی کلاسیک می نامند. که ممکن است تعدادی از دانشجویان دارای رتبه برابر شوند، برای مثال فرض کنید ۱۰ دانشجو داریم که در یک ترم در پنج آزمون شرکت می کنند ماتریس میزان درستی یا دقت، ماتریس میزان زمان پاسخگویی و بردار نمره به صورت زیر می باشد [۵۰]:

$$A = \begin{bmatrix} 0.59 & 0.35 & 1 & 0.66 & 0.11 & 0.08 & 0.84 & 0.23 & 0.04 & 0.24 \\ 0.01 & 0.27 & 0.14 & 0.04 & 0.88 & 0.16 & 0.04 & 0.22 & 0.81 & 0.53 \\ 0.77 & 0.69 & 0.97 & 0.71 & 0.17 & 0.86 & 0.87 & 0.42 & 0.91 & 0.74 \\ 0.73 & 0.72 & 0.18 & 0.16 & 0.5 & 0.02 & 0.32 & 0.92 & 0.9 & 0.25 \\ 0.93 & 0.49 & 0.08 & 0.81 & 0.65 & 0.93 & 0.39 & 0.51 & 0.97 & 0.61 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.4 & 0.1 & 1 & 0.7 & 0.2 & 0.7 & 0.6 & 0.4 & 0.9 \\ 1 & 0.1 & 0.9 & 0.3 & 1 & 0.3 & 0.2 & 0.6 & 0.1 & 0.3 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.9 & 1 & 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.4 \\ 0.2 & 0.1 & 0.1 & 1 & 1 & 0.3 & 0.4 & 0.8 & 0.6 & 0.5 \\ 0.1 & 0.1 & 1 & 1 & 0.6 & 1 & 0.7 & 0.2 & 0.8 & 0.2 \end{bmatrix}$$

$$G^T = [10 \quad 15 \quad 20 \quad 25 \quad 30]$$

بنابراین نمره کل دانشجویان بصورت زیر بدست می‌آید:

$$S^T = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 & s_{10} \\ 67.60 & 54.05 & 38.40 & 49.70 & 49.70 & 48.80 & 46.10 & 52.30 & 85.95 & 49.70 \end{bmatrix}$$

همانطور که ملاحظه می‌شود رتبه بندی کلاسیک دانشجویان بصورت زیر می‌باشد :

$$S_9 \rangle S_1 \rangle S_2 \rangle S_8 \rangle S_4 = S_5 = S_{10} \rangle S_6 \rangle S_7 \rangle S_3$$

حال اگر $S_a \rangle S_b$ یعنی نمره و رتبه دانشجوی a از نمره و رتبه دانشجوی b بیشتر می‌باشد

و اگر $S_a = S_b$ یعنی نمره آنها مساوی می‌باشد پس در این کلاس ۳ دانشجو با نمرات مساوی

وجود دارد که هدف رتبه بندی آنها می‌باشد:

ابتدا به کمک افراد خبره و اساتید مربوطه ماتریس اهمیت P را از بعد $m \times 1$ می‌سازیم

که درایه های این ماتریس درجه اهمیت هر آزمون را با توجه به ارزش فازی توصیف می‌کند که

$P = [p_{ik}]$ و در آن $p_{ik} \in [0,1]$ درجه اهمیت آزمون i ام را که به سطح اهمیت k تعلق دارد

را مشخص می‌نماید، که در اینجا پنج سطح اهمیت توسط پنج تابع عضویت فازی ارائه شده

است.

$K=1$ معرف اصطلاح زبانی پایین می‌باشد.

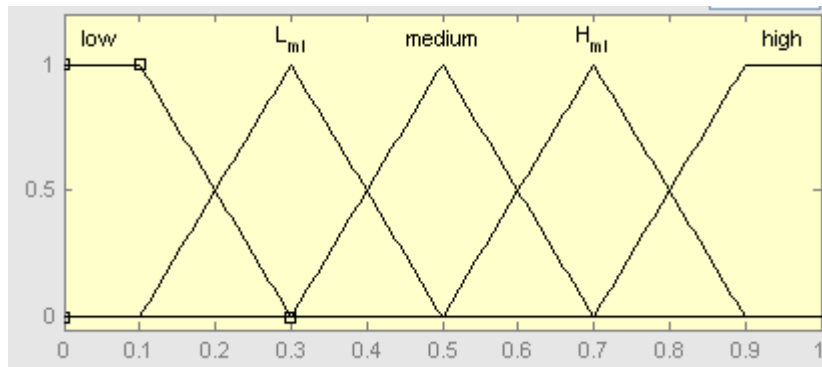
$K=2$ معرف اصطلاح زبانی کم و بیش پایین می‌باشد.

$K=3$ معرف اصطلاح زبانی متوسط می باشد.

$K=4$ معرف اصطلاح زبانی کم و بیش بالا می باشد.

$K=5$ معرف اصطلاح زبانی بالا می باشد.

توابع عضویت مثلثی و دوزنقه ای داده شده مانند شکل (۵-۳) می باشند:



شکل ۵-۳ توابع عضویت مثلثی و دوزنقه ای

هنگامی که درجه اهمیت هر آزمون توسط افراد خبره یا اساتید مربوطه مشخص می شود با توجه به پنج سطح اهمیت یک ماتریس اهمیت به نام P بوجود می آید. همچنین با توجه به پیچیدگی هر آزمون نیز یک ماتریس پیچیدگی به نام CO تشکیل می دهیم تا توانایی دانشجویان را برای دادن جواب صحیح به آزمون ها نشان دهد و درایه های این ماتریس درجه پیچیدگی هر آزمون را با توجه به ارزش فازی توصیف می کند که $CO = [co_{ik}]$ و در آن $co_{ik} \in [0,1]$ درجه پیچیدگی آزمون i ام را که به سطح پیچیدگی k تعلق دارد را مشخص می نماید.

توجه داریم که مشابه ماتریس های ذکر شده بالا برای میانگین میزان درستی و دقت هر آزمون و میانگین میزان زمان پاسخگویی هر آزمون و سختی و تنظیم نمرات نیز ماتریس هایی در نظر می گیریم.

برای مثال ذکر شده در بالا، ماتریس های اهمیت و پیچیدگی با توجه به پنج سطح فازی بصورت زیر می باشند که توسط افراد خبره یا استاد مربوطه تنظیم می شود :

$$CO = \begin{bmatrix} 0 & 0.85 & 0.15 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.33 & 0.67 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.69 & 0.31 \\ 0.56 & 0.44 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0.33 & 0.67 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.15 & 0.85 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07 & 0.93 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

همچنین نرخ میانگین نمرات کسب شده توسط دانشجویان در هر آزمون محاسبه شده و آنها را در یک ماتریس مانند $\bar{A}$ که از بعد $m \times 1$ می باشد قرار می دهیم یعنی : $\bar{A} = [a_i]$ و

که $a_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} / n$ میانگین نمرات گرفته شده در آزمون i ام توسط n دانشجو می باشد.

متشابه با توجه به مدت زمان پاسخگویی هر دانشجو در هر آزمون برای آن آزمون نرخ میانگین زمان پاسخگویی را تعیین می کنیم و آنها را در یک ماتریس مانند $\bar{T}$ که از بعد $m \times 1$ می باشد

قرار می دهیم یعنی : $\bar{T} = [t_i]$ و $t_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} / n$ که t_i میانگین زمان پاسخگویی در آزمون

i ام توسط n دانشجو می باشد.

حال با توجه به پنج سطح فازی دو ماتریس به نام های FA و FT از روی $\bar{A}$ و $\bar{T}$ تشکیل

می دهیم که در آنها $FA = [fa_{ik}]$ و $fa_{ik} \in [0,1]$ ارزش عضویت نرخ میانگین نمرات کسب

شده (درستی) درآزمون i ام با توجه به سطح فازی k می‌باشد و $FT = [ft_{ik}]$ و $ft_{ik} \in [0,1]$ ارزش عضویت نرخ میانگین زمان پاسخگویی آزمون i ام با توجه به سطح فازی k می‌باشد.

$$\bar{A}^T = [0.45 \quad 0.31 \quad 0.711 \quad 0.47 \quad 0.637] \text{ در مثال مذکور داریم:}$$

$$\bar{T}^T = [0.57 \quad 0.48 \quad 0.31 \quad 0.50 \quad 0.57]$$

و بر اساس توابع عضویت ذکر شده در بالا یعنی پنج سطح فازی، ماتریس های میانگین میزان درستی و دقت آزمون ها و میانگین میزان زمان پاسخگویی به صورت زیر بدست می-آیند:

$$FA = \begin{bmatrix} 0 & 0.25 & 0.75 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & 0.05 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.945 & 0.055 \\ 0 & 0.15 & 0.85 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.315 & 0.685 & 0 \end{bmatrix} \quad FT = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.65 & 0.35 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & 0.05 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.65 & 0.35 & 0 \end{bmatrix}$$

برای استفاده از منطق و قوانین فازی با توجه به سه گره تعریف شده در ابتدای فصل بصورت زیر عمل می‌کنیم:

در گره اول، هر دو ورودی از طریق نتایج آزمون ها بدست می‌آیند. اما در گره های بعدی، یکی از ورودی ها، خروجی گره قبلی و ورودی دیگر توسط استاد یا فرد خبره تعیین می‌شود. خروجی هر گره می‌تواند به شکل متغیرهای زبانی باشد. در اینجا برای ورودی‌های هر گره ارزش یکسانی در نظر می‌گیریم. هر گره از سه مرحله تشکیل شده است:

۱- فازی سازی داده ها ۲- استنباط و قوانین فازی ۳- غیر فازی کردن

مرحله ۱: فازی سازی داده ها^۱

در این مرحله ورودی های هر گره را با استفاده از توابع عضویت و پنج سطح فازی نشان داده شده در شکل (۳-۵) ارزش گذاری می کنیم، توابع عضویت مثلثی معمولاً به خاطر سادگی و سهولت در محاسبه استفاده می شوند

مرحله ۲: استنباط و قوانین فازی^۲

در این مرحله بر اساس قوانین فازی به شکل قوانین اگر – آنگاه استنباط صورت می گیرد که در اینجا از مکانیسم ترکیب حداکثر – حداقل (MAX-MIN) ممدانی استفاده می کنیم که می توان بصورت زیر در نظر گرفت :

$$\alpha_{ik} = \max_{\{(l_1, l_2) | k=R(l_1, l_2)\}} \{\min(fa_{i, l_1}, ft_{i, l_2})\} \quad (۱-۵)$$

بنابراین می توان ماتریس $\alpha = [\alpha_{ik}]$ را از بعد $m \times 1$ بسازیم که در آن α_{ik} خروجی ترکیب آزمون α ام در دسته فازی k می باشد.

مرحله ۳: غیر فازی کردن^۳

در این مرحله ارزش های خروجی فازی به یک ارزش عددی واحد و یا به یک تصمیم نهایی تبدیل می شوند. که در اینجا از روش مرکز ثقل استفاده شده است ارزش غیر فازی آزمون α ام از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

$$y_i = \frac{\int x \cdot \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx} \quad (۲-۵)$$

¹ fuzzification

² inference

³ Defuzzification

به طوریکه انتگرال ها روی محدوده کل خروجی اعمال می‌شوند. و هنگامی که $\mu(x)$ از مرحله ۲ بدست می‌آید با استفاده از روش مرکز ثقل به یک ارزش غیر فازی معتبر تبدیل می‌شود.

برای بدست آوردن بردار تنظیم نمرات و رتبه بندی دانشجویان مراحل بالا روی هر یک از گره ها جداگانه اعمال می‌شوند [۳۹]. گره سختی دو ورودی دارد که از نرخ میانگین دقت و درستی پاسخنامه‌ها و نرخ میانگین زمان پاسخگویی تشکیل می‌شود و یک خروجی دارد که میزان سختی آزمون‌ها را نشان می‌دهد.

۵-۲-۱ قوانین اگر – آنگاه فازی

قوانین اگر – آنگاه و تعیین ورودی و خروجی گره اول (سختی) به صورت زیر می‌باشند:

۱- اگر دقت پاسخ پایین و زمان پاسخگویی پایین باشد آنگاه سختی آزمون متوسط می‌باشد.

۲- اگر دقت پاسخ پایین و زمان پاسخگویی کم و بیش پایین باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۳- اگر دقت پاسخ پایین و زمان پاسخگویی متوسط باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۴- اگر دقت پاسخ پایین و زمان پاسخگویی کم و بیش بالا باشد آنگاه سختی آزمون بالا می‌باشد.

۵- اگر دقت پاسخ پایین و زمان پاسخگویی بالا باشد آنگاه سختی آزمون بالا می‌باشد.

۶- اگر دقت پاسخ کم و بیش پایین و زمان پاسخگویی پایین باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۷- اگر دقت پاسخ کم و بیش پایین و زمان پاسخگویی کم و بیش پایین باشد آنگاه سختی آزمون متوسط می‌باشد.

۸- اگر دقت پاسخ کم و بیش پایین و زمان پاسخگویی متوسط باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۹- اگر دقت پاسخ کم و بیش پایین و زمان پاسخگویی کم و بیش بالا باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۰- اگر دقت پاسخ کم و بیش پایین و زمان پاسخگویی بالا باشد آنگاه سختی آزمون بالا می‌باشد.

۱۱- اگر دقت پاسخ متوسط و زمان پاسخگویی پایین باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۲- اگر دقت پاسخ متوسط و زمان پاسخگویی کم و بیش پایین باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۳- اگر دقت پاسخ متوسط و زمان پاسخگویی متوسط باشد آنگاه سختی آزمون متوسط می‌باشد.

۱۴- اگر دقت پاسخ متوسط و زمان پاسخگویی کم و بیش بالا باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۵- اگر دقت پاسخ متوسط و زمان پاسخگویی بالا باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۶- اگر دقت پاسخ کم و بیش بالا و زمان پاسخگویی پایین باشد آنگاه سختی آزمون پایین می‌باشد.

۱۷- اگر دقت پاسخ کم و بیش بالا و زمان پاسخگویی کم و بیش پایین باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۸- اگر دقت پاسخ کم و بیش بالا و زمان پاسخگویی متوسط باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۹- اگر دقت پاسخ کم و بیش بالا و زمان پاسخگویی کم و بیش بالا باشد آنگاه سختی آزمون متوسط می‌باشد.

۲۰- اگر دقت پاسخ کم و بیش بالا و زمان پاسخگویی بالا باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۲۱- اگر دقت پاسخ بالا و زمان پاسخگویی پایین باشد آنگاه سختی آزمون پایین می‌باشد.

۲۲- اگر دقت پاسخ بالا و زمان پاسخگویی کم و بیش پایین باشد آنگاه سختی آزمون پایین می‌باشد.

۲۳- اگر دقت پاسخ بالا و زمان پاسخگویی متوسط باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۲۴- اگر دقت پاسخ بالا و زمان پاسخگویی کم و بیش بالا باشد آنگاه سختی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۲۵- اگر دقت پاسخ بالا و زمان پاسخگویی بالا باشد آنگاه سختی آزمون متوسط می‌باشد.

گره هزینه پاسخگویی نیز دو ورودی دارد که از سختی و پیچیدگی آزمون‌ها تشکیل می‌شود و یک خروجی دارد که هزینه پاسخگویی آزمون‌ها را نشان می‌دهد. همچنین قوانین اگر - آنگاه و تعیین ورودی و خروجی گره دوم (هزینه) به صورت زیر می‌باشند:

۱- اگر میزان سختی پایین و پیچیدگی پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون پایین می‌باشد.

۲- اگر میزان سختی پایین و پیچیدگی کم و بیش پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون پایین می‌باشد.

۳- اگر میزان سختی پایین و پیچیدگی متوسط باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۴- اگر میزان سختی پایین و پیچیدگی کم و بیش بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۵- اگر میزان سختی پایین و پیچیدگی بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون متوسط می‌باشد.

۶- اگر میزان سختی کم و بیش پایین و پیچیدگی پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون پایین می‌باشد.

۷- اگر میزان سختی کم و بیش پایین و پیچیدگی کم و بیش پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۸- اگر میزان سختی کم و بیش پایین و پیچیدگی متوسط باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۹- اگر میزان سختی کم و بیش پایین و پیچیدگی کم و بیش بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون متوسط می‌باشد.

۱۰- اگر میزان سختی کم و بیش پایین و پیچیدگی بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

- ۱۱- اگر میزان سختی متوسط و پیچیدگی پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.
- ۱۲- اگر میزان سختی متوسط و پیچیدگی کم و بیش پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.
- ۱۳- اگر میزان سختی متوسط و پیچیدگی متوسط باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون متوسط می‌باشد.
- ۱۴- اگر میزان سختی متوسط و پیچیدگی کم و بیش بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.
- ۱۵- اگر میزان سختی متوسط و پیچیدگی بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.
- ۱۶- اگر میزان سختی کم و بیش بالا و پیچیدگی پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.
- ۱۷- اگر میزان سختی کم و بیش بالا و پیچیدگی کم و بیش پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون متوسط می‌باشد.
- ۱۸- اگر میزان سختی کم و بیش بالا و پیچیدگی متوسط باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.
- ۱۹- اگر میزان سختی کم و بیش بالا و پیچیدگی کم و بیش بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.
- ۲۰- اگر میزان سختی کم و بیش بالا و پیچیدگی بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون بالا می‌باشد.

۲۱- اگر میزان سختی بالا و پیچیدگی پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون متوسط می‌باشد.

۲۲- اگر میزان سختی بالا و پیچیدگی کم و بیش پایین باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۲۳- اگر میزان سختی بالا و پیچیدگی متوسط باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۲۴- اگر میزان سختی بالا و پیچیدگی کم و بیش بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون بالا می‌باشد.

۲۵- اگر میزان سختی بالا و پیچیدگی کم و بیش بالا باشد آنگاه هزینه پاسخگویی آزمون بالا می‌باشد.

گره تنظیم نمرات نیز دو ورودی دارد که از هزینه پاسخگویی و اهمیت آزمون‌ها تشکیل می‌شود و یک خروجی دارد که تنظیم نمرات را نشان می‌دهد. همچنین قوانین اگر – آنگاه و تعیین ورودی و خروجی گره سوم (تنظیم) به صورت زیر می‌باشند:

۱- اگر هزینه پاسخگویی پایین و اهمیت آزمون پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون پایین می‌باشد.

۲- اگر هزینه پاسخگویی پایین و اهمیت آزمون کم و بیش پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون پایین می‌باشد.

۳- اگر هزینه پاسخگویی پایین و اهمیت آزمون متوسط باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۴- اگر هزینه پاسخگویی پایین و اهمیت آزمون کم و بیش بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۵- اگر هزینه پاسخگویی پایین و اهمیت آزمون بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون متوسط می‌باشد.

۶- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش پایین و اهمیت آزمون پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون پایین می‌باشد.

۷- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش پایین و اهمیت آزمون کم و بیش پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۸- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش پایین و اهمیت آزمون متوسط باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۹- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش پایین و اهمیت آزمون کم و بیش بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون متوسط می‌باشد.

۱۰- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش پایین و اهمیت آزمون بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۱- اگر هزینه پاسخگویی متوسط و اهمیت آزمون پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۲- اگر هزینه پاسخگویی متوسط و اهمیت آزمون کم و بیش پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۳- اگر هزینه پاسخگویی متوسط و اهمیت آزمون متوسط باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون متوسط می‌باشد.

۱۴- اگر هزینه پاسخگویی متوسط و اهمیت آزمون کم و بیش بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۵- اگر هزینه پاسخگویی متوسط و اهمیت آزمون بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۶- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش بالا و اهمیت آزمون پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش پایین می‌باشد.

۱۷- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش بالا و اهمیت آزمون کم و بیش پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون متوسط می‌باشد.

۱۸- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش بالا و اهمیت آزمون متوسط باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۱۹- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش بالا و اهمیت آزمون کم و بیش بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۲۰- اگر هزینه پاسخگویی کم و بیش بالا و اهمیت آزمون بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون بالا می‌باشد.

۲۱- اگر هزینه پاسخگویی بالا و اهمیت آزمون پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون متوسط می‌باشد.

۲۲- اگر هزینه پاسخگویی بالا و اهمیت آزمون کم و بیش پایین باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۲۳- اگر هزینه پاسخگویی بالا و اهمیت آزمون متوسط باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون کم و بیش بالا می‌باشد.

۲۴- اگر هزینه پاسخگویی بالا و اهمیت آزمون کم و بیش بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون بالا می‌باشد.

۲۵- اگر هزینه پاسخگویی بالا و اهمیت آزمون کم و بیش بالا باشد آنگاه تنظیم نمره آزمون بالا می‌باشد.

بر اساس قوانین و اعمال سه گره بالا، بردار تنظیم نمرات اولیه، W که از بعد $m \times 1$ می‌باشد بدست می‌آید و $W = [w_i]$ که w_i وزن آزمون i ام می‌باشد.

همچنین بردار $\tilde{G} = [\tilde{g}_i]$ که از بعد $m \times 1$ می‌باشد و در آن $\tilde{g}_i = g_i \cdot (1 + w_i)$ می‌باشد که برای تنظیم رتبه بندی نهایی دانشجویان قابل محاسبه می‌باشد.

درصد تأثیر هر آزمون در ارزشیابی کلی و رتبه بندی دانشجویان نیز از فرمول زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$\tilde{g}_i = \frac{\tilde{g}_i \cdot \sum_j^m g_j}{\sum_j^m \tilde{g}_j} \quad (3-5)$$

در نهایت نمره‌های کلی تنظیم شده دانشجویان از طریق فرمول زیر بدست می‌آیند که در یک ماتریس $1 \times m$ نشان داده می‌شوند: $\tilde{S} = A^T \tilde{G}$.

در مثال ارائه شده بالا پس از محاسبه ارزش های میانگین A و T در گره اول خروجی ترکیب ماکزیمم-مینیمم در پنج آزمون با توجه به پنج دسته فازی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha_D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.65 & 0.35 & 0 \\ 0 & 0.05 & 0.1 & 0.9 & 0 \\ 0.055 & 0.945 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.85 & 0.15 & 0 \\ 0 & 0.65 & 0.35 & 0.315 & 0 \end{bmatrix}$$

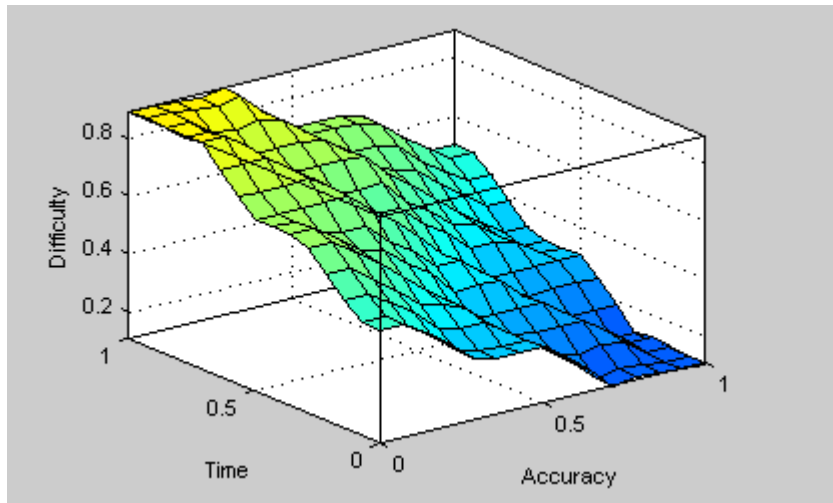
که به کمک غیر فازی ساز مرکز ثقل برای

هرآزمون ضریب سختی به صورت زیر بدست می‌آید :

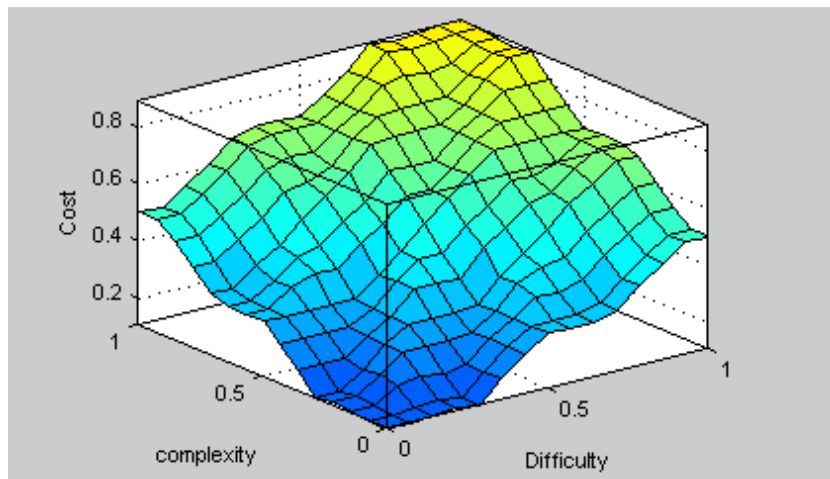
$$.D^T = [0.576 \quad 0.653 \quad 0.299 \quad 0.538 \quad 0.456]$$

نمای سطحی قاعده های بیان شده در گره اول (سختی) و گره دوم (هزینه) بصورت شکل -

های (۴-۵) و (۵-۵) می‌باشند:



شکل ۴-۵ نمای سطحی گره سختی



شکل ۵-۵ نمای سطحی گره هزینه

در گره اول (سختی) بر اساس توابع عضویت ذکر شده در بالا یعنی پنج سطح فازی،

ماتریس سختی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$FD = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.622 & 0.378 & 0 \\ 0 & 0 & 0.236 & 0.764 & 0 \\ 0.003 & 0.997 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.811 & 0.189 & 0 \\ 0 & 0.221 & 0.779 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

در مرحله بعد با توجه به سختی بدست آمده و پیچیدگی داده شده برای هر آزمون

خروجی ترکیب ماکزیمم-مینیمم در پنج آزمون با توجه به پنج دسته فازی به صورت زیر

محاسبه می‌شود:

$$\alpha_E = \begin{bmatrix} 0 & 0.622 & 0.378 & 0.15 & 0 \\ 0 & 0 & 0.236 & 0.67 & 0 \\ 0 & 0.003 & 0.994 & 0.31 & 0 \\ 0 & 0.56 & 0.189 & 0 & 0 \\ 0 & 0.221 & 0.7 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}$$

که به کمک غیر فازی ساز مرکز ثقل برای هر آزمون هزینه به صورت زیر بدست می‌آید :

$$C^T = [0.424 \quad 0.642 \quad 0.568 \quad 0.354 \quad 0.514]$$

در گره دوم (هزینه پاسخگویی) و بر اساس توابع عضویت ذکر شده در بالا یعنی پنج سطح

فازی، ماتریس هزینه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$FC = \begin{bmatrix} 0 & 0.38 & 0.62 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.289 & 0.711 & 0 \\ 0 & 0 & 0.661 & 0.339 & 0 \\ 0 & 0.733 & 0.267 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.931 & 0.069 & 0 \end{bmatrix}$$

در مرحله بعدی با توجه به هزینه بدست آمده و اهمیت داده شده برای هر آزمون، خروجی ترکیب ماکزیمم- مینیمم در پنج آزمون با توجه به پنج دسته فازی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha_w = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.62 & 0 \\ 0 & 0.289 & 0.33 & 0.67 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.661 & 0.339 \\ 0.733 & 0.267 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07 & 0.93 & 0.069 & 0 \end{bmatrix}$$

که به کمک غیر فازی ساز مرکز ثقل برای هر آزمون تنظیم نمره به صورت زیر بدست می‌آید :

$$W^T = [0.7 \quad 0.552 \quad 0.749 \quad 0.177 \quad 0.5]$$

در گره سوم (تنظیم نمره) و بر اساس توابع عضویت ذکر شده در بالا یعنی پنج سطح فازی، ماتریس تنظیم نمره به صورت زیر بدست می‌آید:

$$FW = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.742 & 0.258 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.754 & 0.246 \\ 0.617 & 0.383 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.002 & 0.998 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

حال به کمک فرمول داده شده مقدار ضریب تأثیر هر آزمون در ارزشیابی کلی بصورت زیر بدست می‌آید:

$$\tilde{G}^T = [17 \quad 23.272 \quad 34.829 \quad 29.415 \quad 44.99]$$

و درصد تأثیر هر آزمون در نمره کلی دانشجویان به کمک فرمول داده شده بصورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{G}^T = [11.371 \quad 15.566 \quad 23.296 \quad 19.675 \quad 30.092]$$

بنابراین نمرات کل دانشجویان بر اساس تنظیم نمره جدید بصورت زیر می‌باشد:

$$\tilde{S}^T = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 & s_{10} \\ 67.15 & 53.17 & 42.10 & 52.19 & 48.31 & 51.81 & 48.47 & 49.27 & 85.23 & 51.49 \end{bmatrix}$$

و ترتیب رتبه بندی جدید ۱۰ دانشجو بصورت زیر می‌باشد:

$$S_9 \rangle S_1 \rangle S_2 \rangle S_4 \rangle S_6 \rangle S_{10} \rangle S_8 \rangle S_7 \rangle S_5 \rangle S_3$$

همانطور که دیده می‌شود ترتیب رتبه بندی در بعضی از دانشجویان کمی تغییر کرده است، که این تغییر ممکن است به اعتبار سیستم لطمه وارد کند. به منظور از دست ندادن اعتبار و داشتن یک سیستم قدرتمند سیستم باید بتواند رتبه بندی مشابهی بدست دهد بدون اینکه نمرات دانشجویان تغییر کند. برای این منظور دو راه پیشنهاد می‌شود: یا اینکه فقط نمره دانشجویان با رتبه برابر در سیستم ذکر شده بالا اعمال شود، و یا سیستم فازی دیگری مبتنی بر توابع عضویت دیگر مانند گاوسی معرفی شود [۴۵].

۵-۳ نتیجه گیری

با توجه به سیستم پیشنهادی بالا به کمک توابع عضویت مثلثی و دوزنقه ای می توان با تشکیل سه گره سختی، هزینه پاسخگویی و تنظیم نمرات برای هر درس یا برای هر آزمون دانشجویان دارای نمرات مشابه را رتبه بندی کرد. همچنین در مواقعی که احتیاج به تشخیص و انتخاب فقط یک فرد برای کسب مقام های اول، دوم و.... داریم مانند مسابقات دانشجویی یا المپیادهای مختلف روش ارائه شده فوق را می توان با در نظر گرفتن گره های سختی، هزینه پاسخگویی و تنظیم نمرات برای سوالات همان آزمون مورد نظر پیاده کرد و دانشجویانی که احتمالاً نمرات متشابه ای کسب کرده اند را رتبه بندی کرد. و بجای استفاده از توابع عضویت مثلثی و دوزنقه ای می توان از توابع گاوسی نیز استفاده کرد.

نتیجه گیری

و

پیشنهادهات

نتیجه گیری

در این پایان نامه مسئله ارزشیابی دانشجویان که مسئله ای بسیار مهم در فرایند آموزش است و وضعیت موجود ارزشیابی دروس هماهنگ ریاضی عمومی ۱ و ۲ در دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی شاهرود مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و به کمک نرم افزار SPSS و منطق فازی تجزیه تحلیل گردید. همچنین با توجه به اینکه در روش ارزشیابی فعلی نمره نهایی فقط از جمع نمرات میان ترم و پایان ترم بدست می آید و کارهای جنبی دیگر در طول ترم تأثیر چندانی در نمره نهایی دانشجویان ندارند، پیشنهاداتی برای ارزشیابی دانشجویان به کمک منطق فازی ارائه شد.

آنچه در این پژوهش به آن پرداخته شد، گامی است در جهت یافتن روشی جدید برای انجام ارزشیابی عادلانه که متکی به اطلاعات و قواعد اگر- آنگاه بوده و با نگرش فازی به مسئله، موارد ارزشیابی را با توجه به معیارهای منطقی، ارزش گذاری می نماید.

در سیستم کلاسیک، فقط به کمک نمرات ورقه امتحانی دانشجویان، نمره نهایی ایشان اعلام می شود و ممکن است دانشجویی به خاطر بیست و پنج صدم نمره مردود اعلام شود در حالی که بین ایشان و فردی که نمره ده را دریافت نموده است از نظر توصیفی و سطح یادگیری اختلاف چندانی وجود نداشته است، بنابراین سیستم فازی ارائه شده در فصل چهارم پایان نامه پیشنهاد گردیده است، و با توجه به ماهیت کار در نظریه فازی از توابع عضویت با دقت نسبتاً بالا استفاده شده است و در هر مورد با توجه به اطلاعات بدست آمده از خبرگان و متخصصین، یک تابع عضویت تعریف شده است. در این الگوریتم، نمره ارزشیابی برای هر مورد، محاسبه شده و برای نمره کلی از نافازی ساز مرکز ثقل استفاده شده است.

در فصل پنجم این پایان نامه با توجه به اینکه در برخی موارد تشخیص رتبه بندی دانشجویان با نمرات مشابه مشکل می باشد، روشی ارائه شده است که به کمک منطق فازی و اطلاعات بدست آمده از اوراق امتحانی و نظر متخصصان این رتبه بندی صورت می گیرد. در این روش ابتدا سختی امتحانات و سوال ها تعیین می گردد بعد هزینه پاسخگویی و رتبه بندی دانشجویان صورت می گیرد. از این شیوه می توان در مواقعی که احتیاج به تشخیص و انتخاب فقط یک فرد برای کسب مقام های اول، دوم و است مانند مسابقات دانشجویی یا المپیادهای مختلف استفاده کرد.

پیشنهادهای برای کارهای آتی

آنچه در این پایان نامه به آن پرداخته شد، دورنمایی از روشی نوپا برای حل مسائل ارزشیابی دانشجویان است. روشی که شاید ما فقط گام کوچکی در جهت معرفی و ارائه آن برداشته‌ایم. از آنجا که این روش بر پایه استدلال بشر استوار است می‌توان امید داشت که بتواند مسائل ارزشیابی را بصورت بهینه حل نماید ولی شکی نیست که باید گام‌هایی در جهت اصلاح آن برداشته شود.

همانطور که در فصل چهارم بیان شد، با داشتن دو نمره میان ترم و پایان ترم، ارزشیابی کلی به کمک منطق فازی بررسی شد که برای ارزشیابی کامل دانشجویان، فرآیند ارزشیابی فازی باید برای تمام موارد موجود مانند نمره سرکلاسی و ارائه کنفرانس و کارهای جنبی و حل تمرین و غیره انجام گیرد.

با توجه به مباحث مختلف مورد ارزشیابی، میتوان از t -نرم ها و s -نرم های دیگر هم استفاده کرد و بجای استفاده از توابع عضویت خطی و مثلثی از توابع منحنی و گاوسی استفاده کرد.

ارزشیابی فازی را می‌توان علاوه بر ارزشیابی دانشجویان، برای موارد دیگر از جمله ارزشیابی کارمندان، اساتید، عمر ساختمان ها و پل ها و جاده ها و هر مسئله دیگری که با ارزشیابی سر و کار دارد نیز بکار برد.

منابع

- [۱] افروز غلامعلی ، (۱۳۸۸)، چکیده‌ای از روان‌شناسی تربیتی کاربردی، تهران انتشارات انجمن اولیا و مربیان چاپ نهم.
- [۲] امینی نیک س. (۱۳۷۹)، بررسی روند ارزشیابی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی بوشهر توسط اعضای هیأت علمی. خلاصه مقالات چهارمین همایش کشوری آموزش پزشکی. تهران
- [۳] بیک زاده بمی ، بهناز،(۱۳۸۰) "نگرش فازی به فرم ارزشیابی عملکرد کارکنان"، دانشگاه فردوسی مشهد، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- [۴] تقی‌پور ظهیر علی(۱۳۷۶)، مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی آموزشی و درس، انتشارات آگاه.
- [۵] جان گلاور- راجر برونینگ(۱۳۸۳) ، روان‌شناسی تربیتی، اصول و کاربرد آن، ترجمه علی‌نقی خرازی، مرکز نشر دانشگاهی، (چاپ پنجم).
- [۶] جیمز ، دبلیو ، وندر(۱۳۶۴)، روان‌شناسی ارزشیابی تحصیلی، ترجمه دکتر حمزه گنجی، تهران: انتشارات اطلاعات.
- [۷] حقانی ، محمود،(۱۳۷۶) کاربرد منطق فازی در ارزشیابی پیشرفت تحصیلی، فصلنامه تعلیم و تربیت شماره ۵۰ ص ۵۳- ۶۸، (۱۳۷۶).
- [۸] رالف وینفرد تایلور،(۱۳۸۸) اصول اساسی برنامه‌ریزی درسی و آموزشی، ترجمه دکتر علی نقی‌پورظهیر، تهران نشر دانشگاهی.
- [۹] ریچارد ولف ارزشیابی آموزشی،(۱۳۷۵) ترجمه علیرضا کیامنش، تهران نشر دانشگاهی.

[۱۰] زاهدی، مرتضی، (۱۳۷۸)، تئوری مجموعه های فازی و کاربردهای آن، تهران، نشر کتب دانشگاهی.

[۱۱] سالی براون ۵۰۰ نکته (۱۳۷۹)، چگونه امور تحصیلی را ارزشیابی کنیم، ترجمه دکتر فرخ لقا رئیس دانا.

[۱۲] سرمد غلامعلی (۱۳۷۹)، روش های تدریس و هنر معلمی، تهران، انتشارات آوای نور.

[۱۳] شعاری نژاد علی اکبر (۱۳۷۵)، مبانی روان شناسی تربیت، ناشر: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگ.

[۱۴] شعبانی حسن، (۱۳۸۹)، مهارت های آموزشی و پرورشی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها (سمت).

[۱۵] صالحی، پرویز (۱۳۶۹) «بررسی ویژگی ها و گرایشها و مسائل آموزشی و دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی ایران» تهران: مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایران.

[۱۶] طاهری، سید محمود، (۱۳۷۸)، آشنایی با نظریه مجموعه های فازی، جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ دوم.

[۱۷] غفاری، علی و دیگران (۱۳۸۰)، تفکر فازی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

[۱۸] قاسمپور، غلامرضا، (۱۳۸۱) "برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه فازی ماشین آلات"، دانشگاه فردوسی مشهد، پایان نامه کارشناسی ارشد.

[۱۹] کمیلی غلامرضا، رضایی قربانعلی، سال ۱۳۸۱، نحوه ارزشیابی دانشجویان توسط اعضای هیأت علمی علوم پایه دانشگاه علوم پزشکی زاهدان. مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی / شماره ۴.

[۲۰] محمد طاهری، مهدی، (۱۳۸۸) کاربردهای منطق فازی برای ارزیابی فراگیران در شهر الکترونیک، دومین کنفرانس شهر الکترونیک.

[۲۱] ناظمی، اسلام، اردیبهشت ماه ۱۳۷۶ طرح کلی سیستم نگهداری و تعمیرات، مجله تدبیر، شماره ۷۱، ص ۵۱ تا ۵۳.

[۲۲] میرسپاسی، ناصر، مجله پژوهش های مدیریت شماره ۸۷ زمستان ۱۳۸۹ طراحی تعالی منابع انسانی در سازمان های دولتی ایران با استفاده از تکنیک دلفی فازی.

[۲۳] وحیدیان علی، طارقیان حامد رضا، (۱۳۸۱)، مقدمه ای بر منطق فازی برای کاربردهای عملی آن، دانشگاه فردوسی مشهد.

[24] Altrock, V., C. (1995). *Fuzzy Logic Applications in Europe*, In J. Yen, R. Langari, and L. A. Zadeh (Eds.) *Industrial Applications of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Chicago, IEEE Press. Conference on Fuzzy Systems, California, 2, 1059–1068.

[25] Bai, S. M., & Chen, S. M. (2006a). *Automatically constructing grade Membership functions for students' evaluation for fuzzy grading systems*. In Proceedings of the 2006 world automation congress, Budapest, Hungary.

[26] Bai, S. M., & Chen, S. M. (2006b). *A new method for students' learning achievement using fuzzy membership functions*. In Proceedings of the 11th conference on artificial intelligence, Kaohsiung, Taiwan, Republic of China.

- [27] Bai, S.-M., & Chen, S.-M. (2008a). *automatically constructing grade membership functions of fuzzy rules for students' evaluation*. Expert Systems with Applications, 35(3), 408–414.
- [28] Bai, S.-M., & Chen, S.-M. (2008b). *Evaluating students' learning achievement using fuzzy membership functions and fuzzy rules*. Expert Systems with Applications, 34, 399–410.
- [29] Biswas, R. (1995). *An application of fuzzy sets in students' evaluation*. Fuzzy Sets and Systems, 74(2), 187–194.
- [30] Bezdek, J. (1994). *Fuzziness vs. probability: Again*. IEE, Transactions on Fuzzy Systems, 2, 1-3.
- [31] 2- S. Chen, Ch. Lee, (1999), *New Methods for Students' Evaluation Using Fuzzy Sets*, Fuzzy Sets and Systems, 104. 209-218,
- [32] Chang, D. F., & Sun, C. M. (1993). *Fuzzy assessment of learning performance of junior high school students*. In Proceedings of the 1993 first national symposium on fuzzy theory and applications, Hsinchu, Taiwan, Republic of China (1–10).
- [33] Cheng, C. H., & Yang, K. L. (1998). *Using fuzzy sets in education grading system*. Journal of Chinese Fuzzy Systems Association, 4(2), 81–89.
- [34] Chen, S. M., & Lee, C. H. (1999). *New methods for students' evaluating using fuzzy sets*. Fuzzy Sets and Systems, 104(2), 209–218.
- [35] Chiang, T. T., & Lin, C. M. (1994). *Application of fuzzy theory to teaching assessment*. In Proceedings of the 1994 second national conference on fuzzy theory and applications, Taipei, Taiwan, Republic of China 92–97.
- [36] Dubois D. & Prade, H. (1993). *Fuzzy sets and probability: misunderstandings, bridges and gaps*. Proceedings of the IEEE International
- [37] Echauz, J. R., & Vachtsevanos, G. J. (1995). *Fuzzy grading system*. IEEE Transactions on Education, 38(2), 158–165.
- [38] Esteve, F, Godo, L, (2001) *Monoidal t-norm based logic: towards a logic for left-continuous t-norms*, Fuzzy Sets and Systems 124, 271–288.

- [39] Fuzzy Logic Toolbox™ 2.2.7. Available from: <<http://www.mathworks.Com/products/fuzzy logic/>>.
- [40] Şen, C. G & Cenkçi, D. (2009). *An Integrate Approach to Determination and Evaluation of Production Planning Performance Criteria*. Journal of Engineering and Natural Sciences, 27, 4-5.
- [41] Finocchiaro, M. (1964). *English as a Second Language: From Theory to Practice*. New York: Simon & Schuster.
- [42] Gronlund, Norman E. (1976) *Educational tests and measurements Book* (ISBN 0023480505) 3rd edition US/Mountain
- [43] **Gokhan, G, (2010)** *Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy logic, PS and BS (2). 902-909.*
- [44] Law, C. K. (1996). *Using fuzzy numbers in education grading system*. Fuzzy Sets and Systems, 83(3), 311–323.
- [45] Lohani, A. K., Goel, N. K., & Bhatia, K. K. S. (2007). *Reply to comments provided by Şen, Z. on ‘‘Takagi–Sugeno fuzzy system for modeling stage-discharge relationship’’* by Lohani, A. K., Goel, N. K., & Bhatia, K. K. S. Journal of Hydrology, 337(1–2), 244–247.
- [46] Ma, J., & Zhou, D. (2000). *Fuzzy set approach to the assessment of student-centered learning*. IEEE Transactions on Education, 43(2), 237–241.
- [47] Margo, H. (2004): *Data Mining in the e-Learning Domain*. Computers & Education 42(3) 267-287.
- [48] Mamdani, E. M. (1974). *Applications of fuzzy algorithms for simple dynamic plants*. Proceedings of the IEEE, 21(2), 1585–1588.
- [49] Rutkowski, L. (2004). *Flexible Neuro-Fuzzy Systems: Structures, Learning and Performance Evaluation*, Bostan: Kluwer Academic Publisher.
- [50] Saleh, I., & Kim, S.-I. (2009). *A fuzzy system for evaluating students’ learning achievement*. Expert Systems with Applications, 36(3), 6236–6243.

- [51] Semerci, Ç. (2004). *The Influence of Fuzzy Logic Theory on Students' Achievement, the Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (2), Article 9.
- [52] **Shih-Ming bai, (2008)** *evaluating students learning achievement using fuzzy membership functions and fuzzy rules,*.
- [53] Tanaka, A, (1997) *An introduction to fuzzy logic for practical Application*, Translated.
- [54] *The Math works. (2009). Fuzzy Logic Toolbox User's Guide, the Math works Inc. Retrieved September 10 2009 from math works. Com/access/helpdesk/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf*
- [55] Wang, H. Y., & Chen, S. M. (2006a). *New methods for evaluating the answer scripts of students using fuzzy sets*. In Proceedings of the 19th international conference on industrial, engineering & other applications of applied intelligent systems, Annecy, France (442–451).
- [56] Wang, H. Y., & Chen, S. M. (2006b). *New methods for evaluating students' answer scripts using fuzzy numbers associated with degrees of confidence*. In Proceedings of the 2006 IEEE international conference on fuzzy systems, Vancouver, BC, Canada (5492–5497).
- [57] Wang, H. Y., & Chen, S. M. (2008). *Evaluating students' answer scripts using fuzzy numbers associated with degrees of confidence*. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 16(2), 403–415.
- [58] Weon, S., & Kim, J. (2001). *Learning achievement evaluation strategy using fuzzy membership function* In Proceedings. Of the 31st ASEE/ IEEE frontiers in education conference, Reno, NV (1). (19–24).
- [59] Wilson, E., Karr, C. L., & Freeman, L. M. (1998). *Flexible, adaptive, automatic fuzzy-based grade assigning system*. In Proceedings of the 1998

North American fuzzy information processing society (NAFIPS) conference (334–338).

[60] Wu, M. H. (2003). *Research on applying fuzzy set theory and item response theory to evaluate learning performance*. Master Thesis, Department of Information Management, Chaoyang University of Technology, Wufeng, Taichung County, Taiwan, Republic of China.

[61] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338–353. [62] Zimmermann, H. J. (2001). *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, London: Kluwer Academic Publishe

پیوست ها

پیوست ۱

سوالات پرسشنامه اساتید :

۱. تا چه میزان برگزاری امتحان نوبتی (میان ترم و پایان ترم) را در افزایش یاد گیری

دانشجویان مؤثر می‌دانید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۲. تا چه حد معتقدید که ارزشیابی دروس هماهنگ قادر به اندازه گیری میزان یادگیری

دانشجویان و درک مفاهیم اصلی توسط آنان می‌باشد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۳. در ارزشیابی های کتبی تا چه حد به راه حل های ابتکاری در حل مسئله اهمیت

می‌دهید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۴. تا چه حد این ارزشیابی می‌تواند تمامی محتوای درس ارائه شده را پوشش دهد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۵. تا چه حد سؤالات امتحان هماهنگ جنبه تحلیلی و استنباطی دارد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۶. به نظر شما فعالیت کلاسی تا چه حد باید در نمره نهایی دانشجو مؤثر باشد ؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۷. تا چه میزان از ارزشیابی تشخیصی (در شروع تدریس از آموزه های قبلی) و ارزشیابی

تکوینی (حین تدریس) استفاده می کنید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۸. چقدر از نتایج ارزشیابی تشخیصی و تکوینی برای رفع مشکلات یادگیری دانشجویان

استفاده می کنید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۹. به چه میزان سوالات امتحان هماهنگ جنبه کاربردی در علوم دیگر را دارد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۱۰. در تدریس و ارزشیابی چقدر از نرم افزارهای مرتبط استفاده می کنید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۱۱. به نظر شما چه میزان انجام پروژه باید در نمره نهایی دانشجو تأثیر داشته باشد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۱۲. به نظر شما تا چه میزان کارهای جنبی (ارائه کنفرانس - کارهای تحقیقی - بحث

کلاسی - حل تمرین و ...) باید در نمره نهایی دانشجو تأثیر داشته باشد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۱۳. به طور کلی درصد تاثیر هر یک از موارد زیر در نمره نهایی دانشجویان به نظر شما

چگونه باید باشد :

نمره کوییزدرصد

تکالیف کلاسی..... درصد

سؤالات سر کلاسیدرصد

ارائه کنفرانس یا سمیناردرصد

نمره میان ترم درصد

نمره پایان ترم درصد

جمع ۱۰۰ درصد

سوالات پرسشنامه دانشجویان :

۱- تا چه حد این امتحان را قادر به اندازه گیری میزان یادگیری خود از درس می دانید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۲- تا چه میزان این امتحان تمامی محتوی درس ارائه شده را پوشش داده است؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۳- امتحان برگزار شده تا چه حد قادر است میزان ابتکار و خلاقیت شما را اندازه گیری

نماید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۴- در امتحان برگزار شده تا چه حد به کاربرد های درس توجه شده است؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۵- به نظر شما تا چه میزان باید کارهای جنبی (ارائه کنفرانس- کارهای تحقیقی- بحث

کلاسی - حل تمرین و ...) در نمره نهایی دانشجو تاثیر داشته باشد ؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۶- به نظر شما استاد تا چه حد باید فعالیت های کلاسی دانشجویان را در نمره نهایی

تاثیر بدهد؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۷- به چه میزان سوالات امتحان جنبه تحلیلی و استنباطی داشتند؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۸- میزان تأثیر گرفتن کوییز و میان ترم درافزایش یادگیری شما چقدر است؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

۹- تا چه میزان از نتیجه تلاش خود در این امتحان راضی هستید؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ متوسط ☐ کم ☐ خیلی کم ☐

پیوست ۲

برنامه فازی MATLAB

```
[System]
Name='sakhty'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=25
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Accuracy'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='low': 'trapmf', [0 0 0.1 0.3]
MF2='L_m_1': 'trimf', [0.1 0.3 0.5]
MF3='medium': 'trimf', [0.3 0.5 0.7]
MF4='H_m_1': 'trimf', [0.5 0.7 0.9]
MF5='high': 'trapmf', [0.7 0.9 1 1]

[Input2]
Name='Time'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='low': 'trapmf', [0 0 0.1 0.3]
MF2='medium': 'trimf', [0.3 0.5 0.7]
MF3='High': 'trapmf', [0.7 0.9 1 1]
MF4='L_m_1': 'trimf', [0.1 0.3 0.5]
MF5='H_m_1': 'trimf', [0.5 0.7 0.9]

[Output1]
Name='Difficuly'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='Low': 'trapmf', [0 0 0.1 0.3]
MF2='medium': 'trimf', [0.3 0.5 0.7]
MF3='High': 'trapmf', [0.7 0.9 1 1]
MF4='L_m_1': 'trimf', [0.1 0.3 0.5]
MF5='H_m_1': 'trimf', [0.5 0.7 0.9]

[Rules]
1 1, 2 (1) : 1
1 4, 5 (1) : 1
1 2, 5 (1) : 1
1 5, 3 (1) : 1
1 3, 3 (1) : 1
2 1, 4 (1) : 1
```

```

2 4, 2 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
2 5, 5 (1) : 1
2 3, 3 (1) : 1
3 1, 4 (1) : 1
3 4, 4 (1) : 1
3 2, 2 (1) : 1
3 5, 5 (1) : 1
3 3, 5 (1) : 1
4 1, 1 (1) : 1
4 4, 4 (1) : 1
4 2, 4 (1) : 1
4 5, 2 (1) : 1
4 3, 5 (1) : 1
5 1, 1 (1) : 1
5 4, 1 (1) : 1
5 2, 4 (1) : 1
5 5, 4 (1) : 1
5 3, 2 (1) : 1

```

```

[System]
Name='hazine'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=25
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

```

```

[Input1]
Name='Difficulty'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='Low': 'trapmf', [0 0 0.1 0.3]
MF2='L_m_1': 'trimf', [0.1 0.3 0.5]
MF3='medium': 'trimf', [0.3 0.5 0.7]
MF4='H_m_1': 'trimf', [0.5 0.7 0.9]
MF5='High': 'trapmf', [0.7 0.9 1 1]

```

```

[Input2]
Name='complexity'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='Low': 'trapmf', [0 0 0.1 0.3]
MF2='L_m_1': 'trimf', [0.1 0.3 0.5]
MF3='medium': 'trimf', [0.3 0.5 0.7]
MF4='H_m_1': 'trimf', [0.5 0.7 0.9]
MF5='High': 'trapmf', [0.7 0.9 1 1]

```

```

[Output1]
Name='Cost'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='Low': 'trapmf', [0 0 0.1 0.3]

```

```

MF2='L_m_l': 'trimf', [0.1 0.3 0.5]
MF3='medium': 'trimf', [0.3 0.5 0.7]
MF4='H_m_l': 'trimf', [0.5 0.7 0.9]
MF5='High': 'trapmf', [0.7 0.9 1 1]

```

```

[Rules]

```

```

1 1, 1 (1) : 1
1 2, 1 (1) : 1
1 3, 2 (1) : 1
1 4, 2 (1) : 1
1 5, 3 (1) : 1
2 1, 1 (1) : 1
2 2, 2 (1) : 1
2 3, 2 (1) : 1
2 4, 3 (1) : 1
2 5, 4 (1) : 1
3 1, 2 (1) : 1
3 2, 2 (1) : 1
3 3, 3 (1) : 1
3 4, 4 (1) : 1
3 5, 4 (1) : 1
4 1, 2 (1) : 1
4 2, 3 (1) : 1
4 3, 4 (1) : 1
4 4, 4 (1) : 1
4 5, 5 (1) : 1
5 1, 3 (1) : 1
5 2, 4 (1) : 1
5 3, 4 (1) : 1
5 4, 5 (1) : 1
5 5, 5 (1) : 1

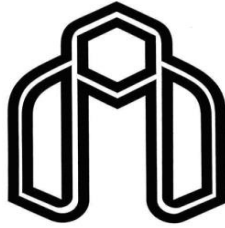
```

Abstract

Since the evaluation is an essential part of each teacher, duty and it is a duty that teachers deal with it all the time , this research intends to investigate the view of instructors and mathematic students of mathematic Department in Shahrood University about the quality and different ways of evaluation of students knowledge in fuzzy form and offering some suggestions in this regard.

the first chapter intends to investigate the general issues of the research including subject and importance of the research and review of literature . the second chapter deals with the basic concepts and definitions of fuzzy logic and fuzzy systems as well as educational evaluation. the third chapter intends to analyze the present condition of General Mathematics 1 and 2 in Mathematical college of Shahrood University with the aid of SPSS statistical software and fuzzy logic. In addition , since evaluation and learning level of the students is a kind of descriptive and qualitative matter. the fourth chapter suggests a new method of students evaluation by using fuzzy logic. the fifth chapter presents season a new method of students classification on the basis of fuzzy systems. Moreover, Conclusion and some suggestions for further studies and appendices can be found in the next chapters.

Key words : fuzzy classification systems, fuzzy logic, membership functions, student evaluation



Shahrood University of Technology

Mathematical college

Mathematical Group

**A study of evaluation methods using fuzzy logic in
mathematical department shahrood university of
technology**

Master's thesis

Ahmad Motamedi

Supervisors

Dr. Sadegh Rahimi

Dr. Nader Jafari Rad

Advisor

Dr. Mohammad Reza Rabie

january, 2012