کاربرد منطق فازی در ارزشیابی پیشرفت تحصیلی

معرفی مقاله

نوشته: مهندس محمود حقانی

ارزشیابی پیشرفت تحصیلی یکی از فراگردهایی است که در جریان آموزش، حایز اهمیت بسیار و دارای کاربرد فراوان است. از جمله، به‌وسیلهٔ آن می‌توان آموخته‌های شاگردان و میزان موفقیت معلمان را در تدریس اندازه گیری کرد.

اگرچه این روند تبدیل متغیرهای کیفی به کمّی مورد توجه معلمان بوده، اما دقت آن از دیرباز مورد تردید قرار گرفته است. این‌گونه اندازه گیری‌ها (آزمونها) به دلیل ماهیت خود، از قطعیت چندانی برخوردار نیستند؛ بویژه در آزمونهای غیرعینی.

از عمر منطق فازی، بیش از چند سال نمی‌گذرد. منطقی که ابتدا توسط یک متخصص کامپیوتر ایرانی مطرح شد و سپس در امور مختلف مهندسی بارها مورد استفاده قرار گرفت. منطق فوق سعی در قطعیت بخشیدن به موارد غیرقطعی دارد. از آنجا که علوم انسانی خیلی دقیق نیستند، نتایج حاصل از آن (از جمله آزمونها) نیز ماهیتاً

غیرقطعی می‌باشند. برای قطعیت بخشیدن به نتایج آزمونها و حذف برخی از متغیرهای مداخله گر، در این مقاله از منطق فوق استفاده شده و کارآیی آن توسط نویسندهٔ مقاله مورد تأکید قرار گرفته است.

آقای مهندس محمود حقانی عضو هیأت علمی دانشکدهٔ صنعت آب و برق شهید عباسپور این مقاله را از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد خود که با راهنمایی آقای دکترعلی دلاور گذرانیده است، تلخیص کرده و در اختیار فصلنامه قرار داده است که بدین وسیله از ایشان قدردانی می‌شود.

«فصلنامه»

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

"هیچ‌نوع اندازه‌گیری ازاعمال انسان امکان‌پذیرنیست." برگسون[1]

مقدمه

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 اثربخشی آن بهبود یابد، خود مؤید این واقعیت است که ارزشیابی تا چه اندازه مورد توجه و سؤال می‌باشد(۱). برای مثال، سعی شده است جنبه‌های فنی ارزشیابی را به‌خصوص از نظر شرایط امتحان، اعمال مقدماتی، ابزارهای مورد استفاده و نیز از بُعد جنبه‌های تربیتی و بویژه اثرات آن بر یادگیری، مورد مطالعه قرار دهند (۲).

اگرچه 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 مقاله روش جدید نمره گذاری (روش فازی) پیشنهاد شده است.

کاربرد منطق فازی در امور مختلف تا حدی است که امروز در برخی از کشورهای صنعتی و پیشرفتهٔ جهان (از جمله ژاپن)، مراکز تحقیقاتی خاصی به همین منظور تأسیس شده است(۳).

منطق مورد بحث براساس "عدم قطعیت‌ها" پایه‌ریزی شده است و از این‌رو کاربرد فراوانی در مدیریت و علوم انسانی دارد؛ زیرا علوم انسانی دارای دو ویژگی عمدهٔ زیر است:

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

۲ـ متغیرهای مداخله گر، غیرقابل کنترل یا با قابلیت کنترل کمی می‌باشند.

مبانی منطق فازی

تصمیم‌گیری در جهان واقعی واکنشها و تعاملات انسانی، در طراحیهای فنی ـ اجتماعی و در فرآیندهای برنامه‌ریزی و مدیریت که در آنها دخالت عوامل انسانی مشهود است، غالباً بسیار مبهم و غیردقیق است. تصمیم‌گیری در زمینه‌های حقوقی، طبّ و محیطی نیز از صراحت لازم برخوردار نیست. ریاضیات دقیق و قراردادی نیز به ما در فهم و درک فرآیندهای تصمیم‌گیری و در مواردی نظیر تشخیص و فهم گفتار، انتزاع یک مطلب، درک مفاهیم و تلخیص آنها کمک نمی‌کند. شاید در حیطهٔ طراحی و ترسیم سیاستها و خط‌مشی‌ها، عدم دقت یک ضرورت استراتژیک باشد (۴). در زمینهٔ طبقه‌بندی‌ها و

تشخیص مدلها و الگوها که انسان به مراتب قوی‌تر از ماشین عمل می‌کند نیز، عدم دقت و صراحت به چشم می‌خورد.

فلسفهٔ اساسی و علت وجودی تئوری فازی آن است که می‌خواهد یک چارچوب محکم ریاضی را معرفی نماید تا به وسیلهٔ آن، مفاهیم غیردقیق در تصمیم‌گیری از دقت لازم برخوردار شوند و به‌درستی مورد مطالعه قرار گیرند. در واقع، تئوری مذکور یک انتقال آرام و تدریجی را از حیطهٔ کمیتها و دقتها به سوی مفاهیم مبهم و غیردقیق مهیا می‌سازد. خود اصطلاح این تئوری که فازی[۲] نام دارد نیز عدم دقت و صراحت و ابهام را تداعی می‌کند.

توانایی انسان در تشخیص و فهم سخنان درهم و برهم، نوشته‌های کج و معوج، درک معنای تصاویر استراتژیک و مجرد و فهم تبادل عقاید و افکار میان گروههای فرهنگی و ترجمه از زبانهای مختلف که هنوز از عهدهٔ ماشین خارج است و قابل درک نمی‌باشد، بیشتر است. از جمله مزایای متعدد انسان در تصمیم‌گیری‌ها، نسبت به ماشین، به قرار زیر است:

۱ـ قواعد تصمیم‌گیری که رابطهٔ بین متغیرها را بیان می‌کند، دارای تعریف دقیق ریاضی نیست. برای مثال، اگر ورودی کوچک بوده، خوب است که خروجی هم کوچک باشد. در این‌جا معیارهای "کوچک بودن" و "خوب است" معیارهای کاملاً دقیقی نیستند. از این‌رو نظامهایی که بر مبنای روابط ریاضی دقیق کار می‌کنند نمی‌توانند از این نوع قواعد برای تنظیم عملکرد خود استفاده کنند.

۲ـ برای اتخاذ یک تصمیم، معمولاً قواعد متعددی وجود دارد که هریک از آنها با توجه به ورودی (اطلاعات یا مشاهدات) منجر به خروجی (تصمیم) خاص می‌شوند. معمولاً ترکیب نتایج برای تعیین تصمیم نهایی از طریق روابط دقیق ریاضی منجر به بهترین پاسخ نمی‌شود.

۳ـ تجربهٔ انسان و قدرت یادگیری او همراه با توانایی تصحیح قواعد تصمیم‌گیری، مزیت مهم انکارناپذیر است.

۴ـ سرعت عملکرد و قدرت پردازش حجم زیاد اطلاعات نیز از برتریهای انسان است.

منطق فازی با ایجاد یک روش جدید در پردازش اطلاعات موفق شده است که مزایای اشاره شده در بالا راجع به تصمیم‌گیری توسط انسان را برای تصمیم‌گیری به وسیلهٔ ماشین نیز فراهم آورد.

در سال ۱۹۶۵ پروفسور لطفی‌زاده، استاد رشتهٔ کامپیوتر دانشگاه کالیفرنیا، ایده‌ای را پیشنهاد کرد که طبق آن بتوان مفاهیم مبهم و غیردقیق (Fuzzy) را به کمک روشهای ریاضی مطالعه نمود؛ اما قابلیتهای کاربردی این روش توسط دانشمندان ژاپنی به اثبات رسید.

ایدهٔ اصلی پروفسور لطفی‌زاده تعمیم مفهوم مجموعه‌ها و پیشنهاد مفهوم جدیدی به نام مجموعهٔ فازی[۳] بود. در مفهوم مجموعه‌های معمولی[۴]، یک مجموعه متشکل از تعدادی عضو از فضای مورد مطالعه است. عضویت هر عضو در هر مجموعهٔ معمولی دو حالت بیشتر ندارد؛ یعنی یا عضو می‌باشد یا عضو نمی‌باشد. به عبارت دیگر، مجموعه‌ها با نمادهای دقیق معرفی می‌شوند؛ مثلاً ۴ عضو این مجموعه اعداد زوج است، اما ۲۷ عضو دیگرزوج نیست. البته در مجموعه‌های فازی میزان عضویت یک عضو در یک مجموعهٔ فازی با درجهٔ عضویت که عددی بین صفر تا یک است، مشخص می‌شود. پس می‌توان مجموعه‌های فازی را با مرزهای غیردقیق یا با رنگ‌آمیزی با غلظتهای مختلف تعریف کرد.

به‌عبارت دیگر، تعاریف و مفاهیم غیردقیق برای معرفی مجموعه‌های فازی کافی هستند. برای مثال، "مجموعهٔ افراد بلند قد" را درنظر بگیریم؛ فردی با قد ۱۸۰ سانتی‌متر کاملاً عضو این مجموعه بوده درجهٔ عضویت او "یک" است و فرد دیگری با قد ۱۴۰ سانتی‌متر عضو این مجموعه نبوده درجهٔ عضویت او "صفر" است. اما افرادی با قد ۱۷۰ سانتی‌متر با درجهٔ عضویت ۰/۷ و قد ۱۵۰ سانتی‌متر با درجهٔ عضویت ۰/۲ عضو این مجموعه هستند.

امروزه منطق فازی در زمینه‌های مختلف علمی و صنعتی به کار می‌رود؛ از جمله در پزشکی (تشخیص امراض)، تحلیل سیستمهای منطقی، سیستمهای دینامیکی، تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی، مدل‌سازی، استدلال غیرقطعی و کنترل به کار گرفته شده است. گاه به دلیل ویژگیهایی که یک سیستم تحت کنترل ممکن است داشته باشد، حصول به یک استراتژی فازی مناسب با مشکل مواجه می‌شود؛ از جمله آن‌که:

۱ـ تعریف سیستم به طور کیفی نیز نادقیق است.

۲ـ اپراتورهای انسانی نیز به طور دقیق قادر به بیان انتقال تجزیه و مهارت خود به صورت قوانین اگر ... آن‌گاه (if .... Then) نیستند.

۳ـ سیستم دارای تغییرات شدید نسبت به زمان است؛ بدین معنا که ساختار سیستم در طول زمان تغییر می‌کند.

معمولاً در یک مسأله تصمیم‌گیری باید از قواعد متعددی استفاده شود و نتایج حاصل از هریک از قواعد باید ترکیب و نتیجهٔ نهایی تعیین گردد. در روش فازی، روشهای مختلفی برای ترکیب نتایج و به دست آوردن نتیجهٔ نهایی پیشنهاد شده است. یکی از روشهای معمول تعیین مجموعه، اجتماع مجموعه‌های نتایج حاصل از اجرای قواعد می‌باشد. آخرین مرحلهٔ تعیین تصمیم یا خروجی، مشخص نمودن یک مقدار خروجی برای

یک مجموعهٔ فازی با تابع عضویت داده شده می‌باشد که به Defuzzification موسوم است. برای این منظور نیز روشهای متعددی پیشنهاد شده است که البته باز هم هیچ یک قطعی نیست. یکی از روشهای متداول، تعیین مقداری است که بیشترین درجهٔ عضویت را دارد و راه دیگر، تعیین مرکز ثقل تابع عضویت می‌باشد.

در این منطق روشهای مختلفی برای دست‌یابی به قواعد استنتاج به کار گرفته می‌شود که عبارتند از:

۱ـ استفاده از تجارب افراد خبره

۲ـ استفاده از قواعد جهان شمول

۳ـ استفاده از یادگیری و توسعه و تصحیح قواعد اوّلیه

روش پیشنهادی (فازی)

با توجه به اشکالهایی که در روش نظام نمره گذاری سنتی وجود دارد، از جمله تفاوت در طراحی پرسشهای آزمونها، اختلاف در نحوهٔ اجرای آزمونها، تفاوت سلیقه (سوگیری) در تصحیح و نمره گذاری پیش‌فرض‌های معلمان دربارهٔ شاگردان و مانند آن که باعث کاهش اعتبار نمره می‌گردد، روش فازی جهت نمره گذاری پیشنهاد شده است*.

در روش پیشنهادی که با بهره گیری از تئوری مدیریت مشارکتی و تئوری اقتضایی صورت می‌پذیرد، دو سری کار (۱ـ کارهای عمومی ۲ـ کارهای اختصاصی) به‌شرح زیر انجام می‌شود:

۱ـ کارهای عمومی

۱ـ۱ـ رسم توابع عضویت (با استفاده از نقطه‌نظرات خبرگان).

۱ـ۲ـ تدوین قوانین اساسی و پایه‌ای (با درنظر گرفتن اوضاع و احوال توسط خبرگان).

۲ـ کارهای اختصاصی

۲ـ۱ـ تعیین درجهٔ عضویت از روی نمرات شاگردان.

۲ـ۲ـ تعیین قواعد موردنیاز.

۲ـ۳ـ عملیات اشتراک مجموعه‌های فازی.

---

* روش مزبور مشخصاً و منحصراً به وسیلهٔ این جانب پیشنهاد و به اجرا گذاشته شده است و نوعی ابداع به شمار می‌آید. براساس تحقیق به عمل آمده از تعدادی از پایگاههای اطلاعاتی، از کاربرد آن به طریق پیشنهادی هیچ سابقه‌ای در ایران و جهان مشاهده نشده است.

۲-۴- عملیات Defuzzification

۲-۵- تعیین مرکز ثقل نمودار حاصل.

۲-۶- به‌دست آوردن نمرهٔ نهایی.

تشریح هریک از موارد بالا:

۱-۱- ابتدا برای نمرات ۲۰- ۰ طبقات خاصی (عالی، خوب، متوسط، قابل قبول، کاملاً ضعیف) در نظر گرفته می‌شود؛ سپس برای هریک از طبقات، محدوده‌ای مشخص و توابع عضویت هرکدام ترسیم می‌گردد.

۱-۲- از آنجاکه ممکن است در هریک از درسها چندین نمره وجود داشته باشد، میزان تأثیر هریک از امتحانات میان‌ترم و پایان‌ترم متفاوت است. جهت حصول به یک قاعدهٔ مشخص، مجموعه‌ای از قواعد در نظر گرفته می‌شود.

۲-۱- تابع عضویت مربوط به هر نمره، از روی نمودار مربوط مشخص می‌شود.

۲-۲- با توجه به توابع عضویت به دست آمده، تعدادی قواعد با درجهٔ عضویت خاص استخراج می‌شود.

۲-۳- اشتراک[۵] حالتهای مختلف از مجموعه‌های فازی مشخص می‌شود.

$$\mu_{\underset{\sim}{C}}(x) = min\left[\mu_{\underset{\sim}{A}}(x).\ \mu_{\underset{\sim}{B}}(x)\right] \quad \forall x \in X$$

۲-۴- در مرحلهٔ Defuzzification اجتماع[۶] مجموعه‌های فازی مشخص می‌شود.

$$\mu_{\underset{\sim}{C}}(x) = max\left[\mu_{\underset{\sim}{A}}(x).\ \mu_{\underset{\sim}{B}}(x)\right] \quad \forall x \in X$$

۲-۵- مرکز ثقل نمودار حاصل از مرحلهٔ ۲-۴ به دست می‌آید. برای این منظور در حالت کلی می‌توان از انتگرال سطح زیر منحنی استفاده کرد.

$$G = \frac{1}{2}\int_{t_1}^{t_2} f(t)\,dt$$

تبصره: در صورتی که نمودار به صورت اشکال منظم هندسی باشد (و یا بتوان به آن تبدیل

کرد)، می‌توان مرکز ثقل شکل را از روی محل برخورد میانه‌ها یا تقاطع اقطار به دست آورد.

۲-۶- نمرهٔ نهایی در سیستم معمولی استخراج می‌شود (به‌صورت قطعی).

تذکر: کلیهٔ مراحل فوق قابل برنامه‌ریزی و استفاده از رایانه می‌باشد.

مثال: نمرات ۱۷ نفر از دانشجویان مهندسی عمران در درس فیزیک عمومی (بخش حرارت) دانشکدهٔ صنعت آب و برق شهید عباسپور در ترم دوم سال تحصیلی ۷۵-۷۴ به شرح زیر است.

با استفاده از دو روش سنتی و فازی آنها را نمره گذاری کرده نتایج حاصل را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.

تذکر:

- مدرس درس مزبور نگارندهٔ مقاله است.
- به‌جای نام و نام خانوادگی دانشجویان از شماره استفاده شده است.
- در طول ترم، دو امتحان (میان ترم با ارزش ۴۰٪ و پایان ترم با ارزش ۶۰٪) به‌عمل آمده است.

- با وجود آن که آزمون درس فیزیک را می‌توان با روش بارم‌بندی دقیق‌تر ارزشیابی کرد، ولی با این حال، در تعیین بارم دقت لازم وجود ندارد. علاوه بر آن، تخصیص نمرهٔ یک سؤال براساس بارم تعیین شده نیز نمی‌تواند قطعی باشد، زیرا این امر تابع شرایط روحی و محیطی و زمانی مصحح است و احتمال نمره گذاری‌های متعدد و متفاوت به سؤالها با بارم‌بندی مشخص وجود دارد.

نمره‌گذاری درس فیزیک عمومی (بخش حرارت) دانشجویان دانشکدهٔ صنعت آب و برق شهید عباسپور در ترم دوم سال تحصیلی ۷۵ـ ۷۴ به دو روش سنتی و فازی

شمارهٔ دانشجو	نمرهٔ میان‌ترم	نمرهٔ پایان‌ترم	نمرهٔ نهایی		ملاحظات
			روش سنتی	روش فازی	
۱	۱۵/۵	۱۳/۵	۱۴/۳	۱۳/۴۸	
۲	-۷/۷۵	-۶-	-۶/۷	-۸/۷	
۳	-۵/۲۵	-۲/۵	-۳/۶	-۸/۷	
۴	۱۲/۵	۱۱/۷۵	۱۲/۰۵	۱۱/۳۵	
۵	۱۸/۵	۱۹	۱۸/۸	۱۸/۲۵	
۶	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۷/۸	
۷	۱۳	۱۳/۵	۱۳/۳	۱۳/۵	
۸	۱۷/۵	۱۴/۵	۱۵/۷	۱۴/۵	
۹	۱۵/۲۵	۱۶/۵	۱۶	۱۷/۱۲	
۱۰	۱۵/۵	۱۳/۵	۱۴/۳	۱۳/۴۸	
۱۱	۱۵/۵	۱۱	۱۲/۸	۱۱/۷۵	
۱۲	۱۸	۱۷	۱۷/۴	۱۸/۲۵	
۱۳	-۹/۷۵	۱۵	۱۲/۹	۱۲/۵	
۱۴	۱۳/۷۵	۱۴/۷۵	۱۴/۳۵	۱۴/۵	
۱۵	۱۶	۱۵/۷۵	۱۵/۵۸	۱۶	
۱۶	۱۰/۷۵	۱۲/۷۵	۱۱/۶۵	۱۰/۵	
۱۷	۱۱/۷۵	-۸/۷۵	-۹/۹۵	-۸/۷۵	
		ـ میانگین	$\overline{X}=۱۳/۲۸۶$	$\overline{X}=۱۳/۴۸۷$	
		ـ انحراف‌استاندارد	$\sigma=۱/۶۶۰$	$\sigma=۱/۵۲۳$	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

روش نمره‌گذاری فازی درس فیزیک عمومی (بخش حرارت)

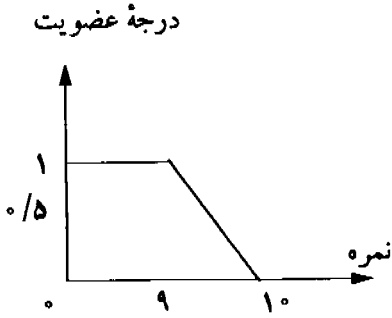
دانشجویان دانشکدهٔ صنعت آب و برق ترم دوم سال تحصیلی ۷۵ـ۷۴

شمارهٔ دانشجو	نمرهٔ میان‌ترم	درجهٔ عضویت در میان‌ترم	نمرهٔ پایان‌ترم	درجهٔ عضویت در پایان‌ترم	نتیجه (اشتراک مجموعه‌ها)	نمرهٔ نهایی	اعلام نهایی
۱	۱۵/۵	۰/۵ خوب ۰/۲۵ عالی	۱۳/۵	۰/۵ متوسط ۰/۵ خوب	۰/۵ متوسط ۰/۵ خوب	۱۳/۴۸	۱۳/۵
۲	۷/۷۵-	۱ کاملاً ضعیف	۶-	۱ کاملاً ضعیف	۱ کاملاً ضعیف	۸/۷-	۹-
۳	۵/۲۵-	۱ کاملاً ضعیف	۲/۵-	۱ کاملاً ضعیف	۱ کاملاً ضعیف	۸/۷-	۹-
۴	۱۲/۵	۱ متوسط	۱۱/۷۵	۰/۲۵ قابل‌قبول ۰/۷۵ متوسط	۰/۲۵ قابل‌قبول ۰/۷۵ متوسط	۱۱/۳۵	۱۱/۵
۵	۱۸/۵	۱ عالی	۱۹	۱ عالی	۱ عالی	۱۸/۲۵	۱۸/۵
۶	۱۶/۵	۰/۷۵ عالی	۱۲/۵	۰/۷۵ عالی	۰/۷۵ عالی	۱۷/۸	۱۸
۷	۱۳	۱ متوسط	۱۳/۵	۰/۵ متوسط ۰/۵ خوب	۰/۵ خوب	۱۳/۵	۱۳/۵
۸	۱۷/۵	۱ عالی	۱۴/۵	۱ خوب	۱ خوب	۱۴/۵	۱۴/۵
۹	۱۵/۲۵	۰/۷۵ خوب ۰/۲۵ عالی	۱۶/۵	۰/۷۵ عالی	۰/۷۵ عالی	۱۷/۱۲	۱۷
۱۰	۱۵/۵	۰/۵ خوب ۰/۲۵ عالی	۱۳/۵	۰/۵ متوسط ۰/۵ خوب	۰/۵ متوسط ۰/۵ خوب	۱۳/۴۸	۱۳/۵
۱۱	۱۵/۵	۰/۵ خوب ۰/۲۵ عالی	۱۱	۱ قابل قبول	۰/۵ قابل‌قبول ۰/۲۵ متوسط	۱۱/۷۵	۱۱/۷۵
۱۲	۱۸	۱ عالی	۱۷	۱ عالی	۱ عالی	۱۸/۲۵	۱۸/۲۵
۱۳	۹/۷۵-	۰/۲۵ کاملاً ضعیف ۰/۷۵ قابل قبول	۱۵	۱ خوب	۰/۷۵ متوسط	۱۲/۵	۱۲/۵
۱۴	۱۳/۷۵	۰/۲۵ متوسط ۰/۷۵ خوب	۱۴/۷۵	۱ خوب	۰/۷۵ خوب	۱۴/۵	۱۴/۵
۱۵	۱۶	۰/۵ عالی	۱۵/۷۵	۰/۷۵ خوب ۰/۳۵ عالی	۰/۵ خوب ۰/۳۵ عالی	۱۶	۱۶
۱۶	۱۰/۷۵	۱ قابل قبول	۱۲/۷۵	۱ متوسط	۱ قابل قبول	۱۰/۵	۱۰/۵
۱۷	۱۱/۷۵	۰/۲۵ قابل‌قبول ۰/۷۵ متوسط	۸/۷۵-	۱ کاملاً ضعیف	۰/۷۵ کاملاً ضعیف	۸/۷۵-	۸/۷۵-

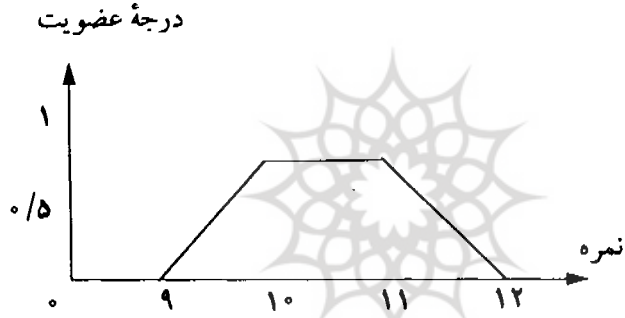
مراحل اجرایی نمره‌گذاری فازی

۱ـ کارهای عمومی:

۱ـ۱ـ رسم نمودارها براساس طبقات مختلف نمره

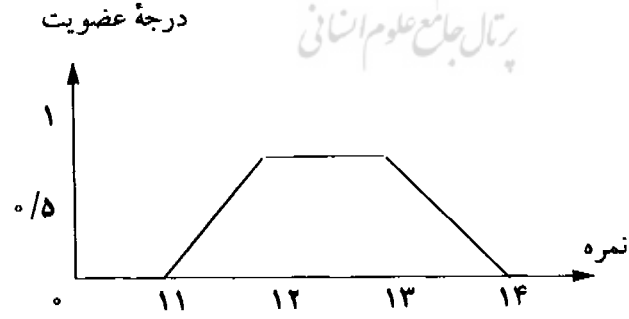


(نمودار کاملاً ضعیف)

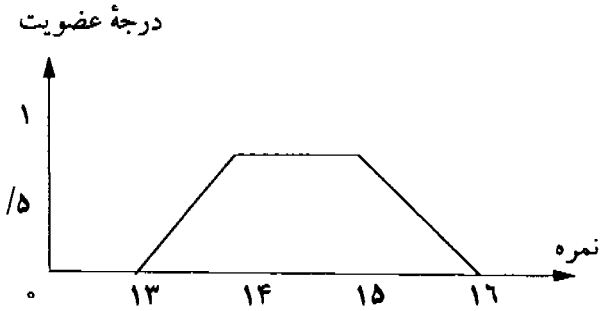


(نمودار قابل قبول)

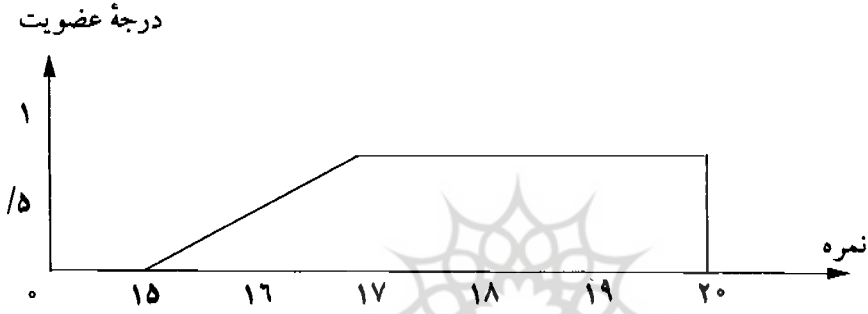
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



(نمودار متوسط)



(نمودار خوب)



(نمودار عالی)

۱ـ۲ـ تدوین تعدادی قاعده

میان‌ترم / پایان‌ترم	ضعیف	قابل قبول	متوسط	خوب	عالی
ضعیف	ضعیف (۱)	ضعیف (۲)	ضعیف (۳)	قابل قبول (۴)	متوسط (۵)
قابل قبول	ضعیف (۶)	قابل قبول (۷)	قابل قبول (۸)	قابل قبول (۹)	متوسط (۱۰)
متوسط	قابل قبول (۱۱)	قابل قبول (۱۲)	متوسط (۱۳)	متوسط (۱۴)	خوب (۱۵)
خوب	متوسط (۱۶)	متوسط (۱۷)	خوب (۱۸)	خوب (۱۹)	خوب (۲۰)
عالی	متوسط (۲۱)	متوسط (۲۲)	خوب (۲۳)	عالی (۲۴)	عالی (۲۵)

تعداد قاعده: ۲۵

۲ـ کارهای اختصاصی:

فرض کنید منظور از فازی کردن، نمرهٔ دانشجوی شمارهٔ ۱ می‌باشد که به ترتیب زیر اقدام می‌شود:

۲ـ۱ـ تعیین توابع عضویت از روی نمرهٔ میان‌ترم (با توجه به نمودارهای ۱ تا ۵)

نمرهٔ میان‌ترم	درجه و نوع تابع عضویت	
	خوب	عالی
۱۵/۵	۰/۵	۰/۲۵

۲ـ۲ـ تعیین توابع عضویت از روی نمرهٔ پایان‌ترم (با توجه به نمودارهای ۱ تا ۵)

نمرهٔ پایان‌ترم	درجه و نوع تابع عضویت	
	متوسط	خوب
۱۳/۵	۰/۵	۰/۵

۲ـ۳ـ تعیین قواعد موردنیاز (با توجه به جدول قواعد ۲۵گانه)

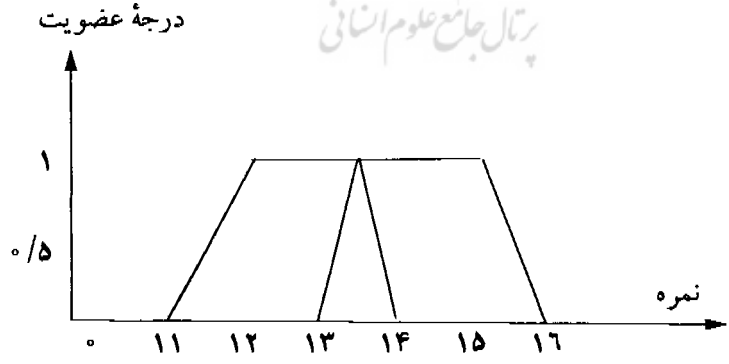
(۲۰) خوب، (۱۵) خوب، (۱۹) خوب، (۱۴) متوسط.

۲ـ۴ـ اشتراک مجموعه‌های فازی

(۰/۵) خوب، (۰/۵) متوسط.

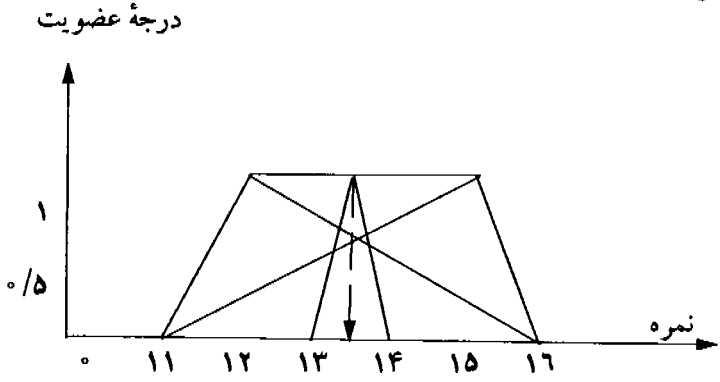
۲ـ۵ـ رسم نمودار اجتماع مجموعه‌های فازی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



(نمودار اجتماع مجموعه‌های فازی)

۲ـ۶ـ تعیین مرکز ثقل نمودار (بند ۲ـ۵)



(نمودار مرکز ثقل)

۲ـ۷ـ تعیین نمرهٔ نهایی

۱۳/۴۸ = نمرهٔ نهایی

اختلاف نمرات دانشجویان دانشکدهٔ صنعت آب و برق در درس فیزیک عمومی (بخش حرارت) ترم دوم سال تحصیلی ۷۵ـ۷۴ به دو روش سنتی و فازی

شمارهٔ دانشجو	نمرهٔ نهایی روش سنتی	نمرهٔ نهایی روش فازی	اختلاف نمرات D	مجذور اختلاف نمرات D^2	ملاحظات
۱	۱۴/۳	۱۳/۴۸	-۰/۸۲	۰/۶۷	
۲	-۶/۷	-۸/۷	+۲	۴	
۳	-۳/۶	-۸/۷	+۵/۱	۲۶/۰۱	
۴	۱۲/۰۵	۱۱/۳۵	-۰/۷	۰/۴۹	
۵	۱۸/۸	۱۸/۲۵	-۰/۵۵	۰/۳۰	
۶	۱۶/۵	۱۷/۸	+۱/۳	۱/۶۹	
۷	۱۳/۳	۱۳/۵	+۰/۲	+۰/۰۴	
۸	۱۵/۷	۱۴/۵	-۱/۲	۱/۴۴	
۹	۱۶	۱۷/۱۲	+۱/۱۲	۱/۲۵	
۱۰	۱۴/۳	۱۳/۴۸	-۰/۸۲	۰/۶۷	
۱۱	۱۲/۸	۱۱/۷۵	-۱/۰۵	۱/۱۰	
۱۲	۱۷/۴	۱۸/۲۵	+۰/۸۵	۰/۷۲	
۱۳	۱۲/۹	۱۲/۵	-۰/۴	۰/۱۶	
۱۴	۱۴/۳۵	۱۴/۵	+۰/۱۵	۰/۰۲	
۱۵	۱۵/۵۸	۱۶	+۰/۴۲	۰/۱۸	
۱۶	۱۱/۶۵	۱۰/۵	-۱/۱۵	۱/۳۲	
۱۷	-۹/۹۵	-۸/۷۵	-۱/۲	۱/۴۳	
جمع			$\Sigma\|D\|=۴/۲۹$	$\Sigma\|D^2\|=۴۱/۵$	

آزمون "T" با استفاده از تفاوت نمره‌ها(۵)

در بعضی مطالعات تحقیقی، گروه آزمایشی و گروه گواه به جای این‌که دو گروه مستقل یا جداگانه باشند، از یک گروه تشکیل شده‌اند. بدین ترتیب که گروه مورد مطالعه یک‌بار به‌عنوان گروه آزمایشی و یک‌بار به‌عنوان گروه گواه منظور می‌شود. در این‌گونه تحقیقات دو مشاهده در مورد گروه واحدی از افراد انجام می‌گیرد. برای مقایسهٔ نتایج حاصل از دو مشاهده می‌توان آزمون T را با استفاده از تفاوت نمره‌ها به کار برد.

تعداد T از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$t=\frac{|D|}{\frac{SD}{\sqrt{N}}}$$

در این فرمول، D میانگین تفاوت نمره‌ها در دو مشاهده، SD انحراف معیار تفاوت نمره‌ها (D) و N تعداد افراد مورد مطالعه است. این فرمول را می‌توان به‌صورت زیر نیز نوشت:

$$t=\frac{|\sum D|}{\sqrt{\frac{N\sum D^{۲}-(\sum D)^{۲}}{N-۱}}}$$

با توجه به نتایج مندرج در جدول صفحهٔ ۱۴، آزمون T برای مقایسهٔ بین دو روش نمره‌گذاری را محاسبه می‌کنیم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$\sum D=۴/۲۹$$

$$\sum D^{۲}=۴۱/۵۰$$

$$\overline{D}=\frac{۴/۲۹}{۱۷}=۰/۲۵$$

$$\Theta=\sqrt{\frac{۴۱/۵-\frac{(۴/۲۹)^{۲}}{۱۷}}{۱۶}}=۰/۶۵$$

چون T جدول در سطح ۰/۰۵ در درجهٔ آزادی ۱۶=۱-۱۷ و با یک آزمون یک‌دامنه‌ای برابر ۱/۷۴۶ است، از مقایسهٔ T محاسبه شده (۰/۶۵) با T جدول، فرض صفر قبول می‌شود؛ زیرا T محاسبه شده کوچک‌تر از T جدول است. بنابراین در دو روش نمره گذاری (به‌رغم وجود تفاوتهای فاحش) اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Bergson
2. Fuzzy
3. Fuzzy set
4. Crisp sets
5. Intersection
6. Union

منابع

۱ـ آلن، مری جن وین، وندی‌ام: **مقدمه‌ای بر نظریه‌های اندازه‌گیری (روان‌سنجی)**، ترجمهٔ علی دلاور، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۷۴.

۲ـ نوازه، ژرژ و کاورنی، ژان پل: **روان‌شناسی ارزشیابی پیشرفت تحصیلی**، ترجمهٔ حمزه گنجی، انتشارات اطلاعات، ۱۳۶۴.

۳ـ حقانی، محمود و رمضان‌پور، پرویز: **استاندارد کردن نیروی انسانی به روش منطق فازی**، اوّلین کنفرانس مدیریت منابع انسانی و ششمین کنفرانس سراسری توزیع نیروی برق، وزارت نیرو، ۱۳۷۵.

4- Rammohank. Ragdole and Modan M. Gupa; **"Fuzzy set Theory"**.

۵ـ شریفی، حسن‌پاشا و نجفی‌زند، جعفر: **روشهای آماری در روان‌شناسی، علوم تربیتی، علوم اجتماعی و ... (علوم رفتاری)**، نشر دانا، پاییز ۱۳۷۲.