

## An Expert System Design for Suggesting Academic Course Selection to High School Students

Roohollah Poorsaleh<sup>1</sup>, Vali Derhami<sup>2\*</sup> and Farinaz Alamiyan Harandi<sup>3</sup>

1- Computer Department, University of Science and Arts of Yazd, Yazd, Iran.

2\*- Computer Engineering Department, Faculty of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.

3- Computer Engineering Department, Faculty of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.

<sup>1</sup>en.poorsaleh@gmail.com, <sup>2\*</sup>vderhami@yazd.ac.ir, and <sup>3</sup>f.alamiyan@yazd.ac.ir

Corresponding author address: Vali Derhami, Computer Engineering Department, Faculty of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran, Post Code: 89195-741.

**Abstract-** The proposed fuzzy expert system helps high school students to choose their appropriate academic course in every time and place with low cost. The needed knowledge of the system is collected through interviews with several academic advisers (human experts) in Yazd province. These data are combined together in different ways. Distinct fuzzy expert systems are designed to identify the points of each academic course for students. These points are fed to another system called results modifier system in order to specify the priority of each field of study as the final system output. Real data, collected from schools in Yazd province, are preprocessed in Excel software and the fuzzy systems are implemented in MATLAB software. The experimental results show that the proposed system is 80% consistent with the opinion of the expert academic advisers and it can well replace the academic counselor and offer an appropriate course considering the student's circumstances.

**Keywords-** Academic Advising, Academic Course Selection, Fuzzy Expert System.



## طراحی یک سیستم خبره فازی برای پیشنهاد انتخاب رشته‌ی تحصیلی به دانش‌آموزان اول دبیرستان

روح‌الله پورصالح<sup>۱</sup>، ولی درهمی<sup>۲\*</sup>، فریناز اعلمی‌یان هرندی<sup>۳</sup>

۱- گروه کامپیوتر، دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران.

۲\* - گروه مهندسی کامپیوتر، پردیس فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۳- گروه مهندسی کامپیوتر، پردیس فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

<sup>1</sup>en.poursaleh@gmail.com, <sup>2\*</sup>vderhami@yazd.ac.ir, and <sup>3</sup>f.alamiyan@yazd.ac.ir

\* نشانی نویسنده مسئول: ولی درهمی، یزد، صفائیه، دانشگاه یزد، پردیس فنی و مهندسی، گروه مهندسی کامپیوتر، کد پستی: ۷۴۱-۸۹۱۹۵

چکیده- سیستم خبره‌ی فازی طراحی شده در این مقاله به دانش‌آموزان سال اول دبیرستان (متوسطه‌ی دوم) کمک می‌کند در هر زمان و مکان با صرف هزینه‌ای اندک، رشته‌ی تحصیلی مناسب خود را برای ادامه‌ی تحصیل در سال دوم، انتخاب نمایند. دانش‌مورد نیاز در طراحی این سیستم از طریق مصاحبه با چند مشاور تحصیلی مجرب استان یزد، اخذ و به روش‌های مختلف با هم ترکیب شده است. برای هر یک از رشته‌ها، یک سیستم خبره‌ی فازی مجزا طراحی شده که امتیاز آن رشته را برای دانش‌آموز مشخص می‌کند. این امتیازها به یک سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج وارد شده و به این ترتیب اولویت انتخاب هر یک از رشته‌ها به عنوان خروجی نهایی سیستم مشخص می‌شود. داده‌های واقعی جمع‌آوری شده از مدارس استان یزد، با استفاده از نرم‌افزار اکسل پیش‌پردازش شده و سیستم‌های خبره فازی در نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی شده‌اند. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهند که خروجی سیستم پیشنهادی در حد ۸۰ درصد با نظر خبرگان تطابق دارد، می‌تواند به خوبی جایگزین مشاور تحصیلی شود و رشته‌ی متناسب با شرایط دانش‌آموز را پیشنهاد دهد.

واژه‌های کلیدی: هدایت تحصیلی، انتخاب رشته تحصیلی، سیستم خبره‌ی فازی.

### ۱- مقدمه

هر چند دانش‌آموز مختار است هر یک از رشته‌هایی که شرایط قانونی انتخاب آن را دارد، برگزیند [۱]؛ اما این انتخاب باید آگاهانه بوده و بر پایه‌ی دانش و تجربه‌ی کافی در این حوزه باشد؛ چیزی که تقریباً همه دانش‌آموزان از آن بی‌بهره‌اند [۲]. بنابراین مراجعه به افراد خبره یا همان مشاوران تحصیلی، برای یک انتخاب صحیح لازم است. اما مشکلات و چالش‌های متعددی در انتخاب رشته توسط مشاوران تحصیلی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

یکی از چالش‌هایی که دانش‌آموزان اول دبیرستان با آن روبرو هستند، انتخاب رشته جهت ادامه تحصیل در دوره‌ی دوم متوسطه است. این انتخاب بسیار مهم و حیاتی است؛ چرا که در آینده‌ی علمی و شغلی آن‌ها اثر مستقیم خواهد داشت. هر دانش‌آموز در پایان سال اول دبیرستان شاخه و رشته خود را جهت ادامه تحصیل در سال دوم انتخاب می‌کند.

نهایی مورد بررسی قرار داد. مدل پیشنهادی تلاش می‌کند امکانی فراهم نماید که کارمندان و مشاور تحصیلی بتوانند از طریق آن به شکایات دانشجویان رسیدگی کرده و پیشنهادات دانشجویی را پیگیری نمایند.

گوخان‌انجین<sup>۳</sup> و همکاران از دانشگاه استانبول یک سیستم خبره‌ی مبتنی بر قاعده<sup>۴</sup> برای انتخاب رشته‌ی دانشجویان پیشنهاد می‌دهند [۶]. سیستم پیشنهادشده با بررسی پیش‌نیازهای مربوط به هر رشته، تعدادی رشته را به دانشجو پیشنهاد می‌دهد. این پیش‌نیازها شامل معدل و نمرات، توانایی و تخصص در رشته‌ی خاص و شرط باز بودن آن رشته برای انتخاب است. این سیستم فقط حداقل‌ها را بررسی کرده و تمام رشته‌هایی که دانشجو امکان ادامه‌ی تحصیل در آن را دارد، به نمایش می‌گذارد و درنهایت این خود دانشجو است که انتخاب را از میان آن‌ها انجام خواهد داد.

سورابه دتوره<sup>۵</sup> و همکاران از دانشگاه تاپار هند پیشنهاد طراحی یک سیستم خبره را برای انتخاب رشته‌ی دانشجویان دانشگاه‌های کشور هند ارائه کردند [۷]. این سیستم مناسب‌ترین رشته‌ها را به دانشجو توصیه کرده و سپس احتمال موفقیت او را در هر یک از رشته‌ها در سه دسته‌ی قوی، متوسط و ضعیف اعلام می‌نماید. در این مطالعه یک نمونه‌ی اولیه از سیستم برای شش رشته‌ی مهندسی ساخته شده و با استفاده از اطلاعات ۱۰۰۰ دانشجو تست شده است. هر چند این مطالعه از معیار کیفی علاقه استفاده کرده است، اما سایر معیارهای کیفی را از قلم انداخته است، همچنین پیاده‌سازی فقط برای تعداد معدودی رشته انجام شده است و به همین دلیل نمی‌توان از موفقیت این سیستم با اطمینان یاد کرد.

گروه فریتز<sup>۶</sup> از دانشگاه نوادا یک سیستم خبره‌ی تحت وب را برای انتخاب رشته دانشجویان<sup>۷</sup> معرفی کردند [۸]. این سیستم طی یک مصاحبه ۱۵ الی ۲۰ دقیقه‌ای، اطلاعات کمی و کیفی متعددی را از دانشجو اخذ کرده و در نهایت ۵ رشته‌ی مناسب برای فرد را به همراه اطلاعات تکمیلی پیشنهاد می‌دهد.

سیستم خبره دیگری نیز به نام CAES<sup>۸</sup> برای انتخاب دروس در هر ترم تحصیلی یکی از دانشگاه‌های نیجریه توسط دارامولا<sup>۹</sup> و همکارانش طراحی و پیاده‌سازی شده است [۹]. این سیستم ترکیبی از استدلال مبتنی بر قاعده (RBR)<sup>۱</sup> و استدلال مبتنی بر مورد (CBR)<sup>۱</sup> را برای توصیه درس‌هایی که دانشجو باید در یک ترم خاص بگذراند، با توجه به سابقه‌ی تحصیلی وی پیشنهاد می‌نماید و در آن امکان ارتقای سطح دانش حین بهره‌برداری از سیستم وجود دارد.

در پژوهش دیگری، اطلاعات پرونده‌ی تحصیلی دانشجویان مورد

- عدم تناسب تعداد مشاور با تعداد دانش‌آموزان و در نتیجه عدم اختصاص زمان کافی برای هر دانش‌آموز
- عدم امکان دسترسی به مشاور مجرب برای بسیاری از دانش‌آموزان
- ناکافی بودن دانش و تجربه تعدادی از مشاوران مدارس
- هزینه‌ی بالای مشاوره با مشاوران خبره و کارکشته
- تفاوت نظر مشاوران در برخی از موارد و در نتیجه سردرگمی دانش‌آموزان

طراحی یک سیستم نرم‌افزاری می‌تواند راه‌حلی برای این مشکلات باشد. سیستم‌های فازی به دلیل شفافیت قواعد استنتاج برای کاربردهای متنوعی از جمله کنترل بازوی ربات [۳] و ایجاد سیستم‌های تشخیص بیماری‌هایی همچون سرطان [۴] به کار می‌روند. در این مقاله یک سیستم خبره‌ی فازی<sup>۱</sup> برای کمک به دانش‌آموزان طراحی شده است تا آن‌ها بتوانند در هر زمان و مکان و با هزینه‌ای مناسب، انتخاب رشته‌ای صحیح و متناسب با شرایط و ویژگی‌های خود، داشته باشند. این سیستم پس از اخذ اطلاعات دانش‌آموز، اولویت هر کدام از رشته‌های ریاضی و فیزیک، علوم تجربی، علوم انسانی و هنرستان (فنی و حرفه‌ای و کاردانش) را مشخص می‌کند.

ساختار مقاله به شرح زیر است: ابتدا در بخش ۲ کارهای گذشته مرور می‌شوند، در بخش ۳ مراحل طراحی سیستم خبره و ایده‌ها شرح داده می‌شوند. بخش ۴ آزمایش‌ها و مقایسه‌ی نتایج را در بر می‌گیرد و در نهایت، نتیجه‌گیری و کارهای آتی در بخش ۵ ذکر می‌شوند.

## ۲- پژوهش‌های پیشین

در گذشته کارهای اندکی در داخل و خارج از کشور پیرامون مسئله‌ی هدایت تحصیلی انجام شده است، که هر کدام از این تحقیقات ضعف‌هایی داشته‌اند که از آن جمله می‌توان به استفاده از معیارهای کمی نظیر نمره و عدم توجه به معیارهای کیفی نظیر علاقه، استفاده از ساختارهای خطی و آزمایش‌های نه چندان قابل اطمینان، اشاره کرد. همچنین در مورد کارهای خارجی، با توجه به تفاوت نظام‌های آموزشی بسیاری از کشورها با کشور ایران، بیشتر فعالیت‌ها در زمینه‌ی انتخاب رشته‌ی دانشگاهی انجام شده است.

عفیفی<sup>۲</sup> و همکارش در سال ۲۰۱۷ مدل یک سیستم مشاوره‌ی تحصیلی مبتنی بر وب را پیشنهاد داده‌اند [۵]. آنها نشان داده‌اند که مشاوره‌ی تحصیلی، یک فرآیند فنی برای تعیین چشم انداز تحصیلی دانشجو است و باید آن را فراتر از یک محصول یا سیستم

- تجزیه و تحلیل قرار گرفته و ارتباط بین درس‌های مورد نیاز و درس‌های اختیاری گذرانده شده توسط دانشجویان بررسی شده است [۱۰]. قواعد مورد نیاز به کمک داده‌کاوی و درخت‌های تصمیم‌گیری استخراج شده و یک سیستم پیشنهاد دروس اختیاری با بهره‌برداری از منطق فازی ایجاد شده است.

ذبیح‌الله کردآبادی و همکاران در سال، ۱۳۸۶ نرم‌افزاری را برای هدایت تحصیلی دانش‌آموزان سال اول دبیرستان با اکسل<sup>۱۲</sup> پیاده‌سازی کردند [۱]. عدم ارتباط با خود دانش‌آموز، قابلیت استفاده فقط برای مشاوران، استفاده از ساختار خطی به جای تکنیک‌های هوشمند و ساختارهای غیرخطی و محاسبه فقط بر اساس پارامترهای کمی بدون در نظر گرفتن پارامترهای کیفی از نقاط ضعف این کار به شمار می‌رود.

عباس توام و مهران جوانی روشی را مبتنی بر داده‌کاوی<sup>۱۳</sup> با استفاده از خوشه‌بندی<sup>۱۴</sup> و با الگوریتم FCM پیشنهاد می‌دهند [۱۱]. داده‌ها، نمرات دروس اصلی در پایه‌های سوم راهنمایی و اول دبیرستان ۳۰۰ دانش‌آموز شهرستان بهبهان است. خوشه‌بندی با کمک الگوریتم FCM و در چهار خوشه انجام شده است و دانش‌آموز بر اساس معدل نمرات خود در یکی از خوشه‌ها قرار می‌گیرد. سپس یک الگو برای پیشنهاد رشته برای هر یک از خوشه‌ها ارائه می‌شود. از نقاط ضعف این کار می‌توان به استفاده محض از معیارهای کمی، الگوی پیشنهادی غیر علمی و به‌کارگیری مجموعه داده‌ای نه چندان وسیع و متنوع اشاره کرد.

سیستم دیگری توسط ازلان<sup>۱۵</sup> و همکارانش بر مبنای ویژگی‌های کیفیت تحصیلی دانش‌آموز و نوع شخصیت او، برای مشاوره در زمینه‌ی انتخاب رشته‌ی دانشگاهی طراحی و توسعه یافته است [۱۲]. این سیستم از نتایج شخصیت‌شناسی و آزمون SPM<sup>۱۶</sup> بهره‌برداری کرده و از روش مبتنی بر قاعده برای ارائه‌ی پیشنهادها مناسب هر فرد استفاده می‌کند. در این روند دانش‌آموزان باید برای تعیین نوع شخصیت در یک آزمون شخصیت‌شناسی مشارکت کنند. تست شخصیت بر اساس نظریه هالند<sup>۱۷</sup> و برای تعیین شخصیت شغلی فرد طراحی شده است. شش نوع شخصیتی که توسط هالند پیشنهاد شده است واقع‌گرا، جستجوگر، هنری، اجتماعی، تهوری و قراردادی است.

### ۳- طراحی سیستم

طراحی سیستم خبره انتخاب رشته شامل مراحل زیر است:

- تعریف عوامل اولیه<sup>۱۸</sup>
- تعریف ترکیب‌های خطی
- طراحی چهار سیستم خبره‌ی فازی برای هر یک از رشته‌های چهارگانه شامل تعریف توابع عضویت<sup>۱۹</sup>، مدل، پارامترهای استنتاج و قواعد
- طراحی سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج برای افزایش دقت خروجی

### ۳-۱- اخذ دانش

فرآیند اخذ دانش سیستم خبره‌ی انتخاب رشته شامل به دست آوردن دانش برای تعریف عوامل اولیه، وزن‌های ترکیب‌های خطی، ویژگی‌ها و قواعد هر یک از سیستم‌های چهارگانه و سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج است. دانش مورد نیاز برای تمام این موارد با بررسی منابع مرتبط و از طریق مصاحبه با چند خبره، کسب شده است.

### ۳-۲- تعریف ورودی‌های سیستم

بر اساس دانش کسب شده، پارامترهای مؤثر در انتخاب رشته شامل موارد زیر است:

- نمره‌ی دروس اصلی سال سوم راهنمایی (متوسط دوره‌ی اول) و اول دبیرستان (متوسطه دوره‌ی دوم)
- نمره‌ی آزمون هوش و استعداد
- میزان علاقه‌مندی به موضوع‌ها، رشته‌ها، فعالیت‌ها و مشاغل مختلف
- میزان توانمندی در فعالیت‌های مختلف
- خصوصیات شخصیتی نظیر اعتمادبه‌نفس، پشتکار، استرس، قدرت حافظه و ...
- جنسیت
- اولویت انتخاب هر یک از رشته‌ها از نظر خود دانش‌آموز
- اولویت انتخاب هر یک از رشته‌ها از نظر والدین

با توجه به اینکه تعداد پارامترهای فوق نسبتاً زیاد است و می‌دانیم از یک سو پیچیدگی یک سیستم خبره با تعداد قواعد پایگاه دانش و از سوی دیگر تعداد قواعد با تعداد ورودی‌ها، به صورت مستقیم در ارتباط است؛ بنابراین برای کاهش پیچیدگی سیستم، تعدادی از پارامترهای تأثیرگذار در تعیین رشته با هم به صورت خطی و با وزن‌های تعیین شده از سوی خبرگان، ترکیب شده و خروجی این ترکیب‌ها به عنوان ورودی سیستم در نظر گرفته می‌شود. بر این

- اخذ دانش<sup>۱۸</sup>

- تعریف ورودی‌های سیستم

$$Z_x^y = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} W_{x_i}^y C_{x_i}^y}{\sum_{i=1}^{\infty} W_{x_i}^y} \quad (1)$$

وزن‌های ترکیب خطی پارامترها برای تمام رشته‌ها یکسان است و این وزن‌ها نیز توسط چند خبره تعیین شده و با مدگیری وزن‌های نهایی به دست آمده است. برای مثال ترکیب خطی پارامترهای مربوط به ورودی "نمره و هوش" به صورت زیر تعریف می‌شود:

$MI_1$  : پارامتر "نمره‌ی درس‌های اصلی سوم راهنمایی"

$MI_2$  : پارامتر "نمره‌ی درس‌های اصلی اول دبیرستان"

$MI_3$  : پارامتر "نمره‌ی آزمون هوش و استعداد"

$MI$  : ورودی "نمره و هوش" برای رشته‌ی تحصیلی

$W_{MI_i}^y$  : وزن پارامتر  $MI_i$  در تعیین ورودی  $MI$  سیستم فازی

$C_{MI_i}^y$  : مقدار پارامتر  $MI_i$

$$Z_{MI}^y = \frac{\sum_{i=1}^3 W_{MI_i}^y C_{MI_i}^y}{\sum_{i=1}^3 W_{MI_i}^y} = \frac{C_{MI_1}^y + 2 \times C_{MI_2}^y \times 5 + C_x}{6} \quad (2)$$

$$= \frac{5}{3} \times C_{MI_1}^y + \frac{10}{3} \times C_{MI_2}^y + C_{MI_3}^y$$

در این رابطه، با توجه به نظر اکثر مشاوران که اهمیت نمره‌ی اول دبیرستان را ۲ برابر نمره‌ی سوم راهنمایی می‌دانند، ابتدا دو پارامتر نمره‌ی سوم راهنمایی و نمره‌ی اول دبیرستان به ترتیب با ضرایب ۲ و ۱ با هم ترکیب خطی می‌شوند؛ همچنین در ترکیب نمره‌ی درس‌ها و نمره‌ی هوش بر اساس نظر اکثر مشاوران باید از ضریب ۵ به ۱ استفاده شود.

### ۳-۵- شمای کلی سیستم

سیستم پیشنهادی در مرحله اول، از چهار سیستم خبره‌ی فازی مربوط به هر یک از رشته‌های چهارگانه با ورودی‌های مربوط به خود تشکیل شده است؛ هر یک از این سیستم‌ها یک خروجی دارند که امتیاز آن رشته را مشخص می‌نماید، در مرحله بعد، چهار خروجی به سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج وارد می‌شوند. این سیستم ابتدا اولویت اول را با استفاده از یک سیستم خبره‌ی فازی تعیین و امتیاز آن را به حداکثر، افزایش می‌دهد و پس از آن با مرتب‌سازی امتیاز رشته‌ها، اولویت هر رشته را در خروجی اعلام

اساس پارامترهای نمره‌ی دروس اصلی با نمره‌ی هوش، توانمندی با خصوصیات شخصیتی و اولویت رشته‌ها از نظر دانش‌آموز با اولویت رشته‌ها از نظر والدین با یکدیگر ترکیب شده و در نهایت ورودی‌های سیستم به ترتیب زیر تعریف می‌شوند:

- نمره و هوش
- علائق
- توانمندی
- اولویت رشته‌ها از نظر شخصی
- جنسیت

### ۳-۳- تعریف عوامل اولیه

در سیستم خبره‌ی فازی انتخاب رشته‌ی تحصیلی، موارد زیادی باید از کاربر سؤال شود؛ چرا که مقدار هر یک از ورودی‌های سیستم از ترکیب خطی پارامترهای مؤثر در تعیین رشته و مقدار هر پارامتر از ترکیب خطی چندین عامل اولیه به دست می‌آید. برای مثال ورودی نمره و هوش از ترکیب سه پارامتر نمرات سوم راهنمایی، نمرات اول دبیرستان و نمرات آزمون هوش و استعداد به دست آمده است و هر کدام از این موارد به مقادیر عوامل اولیه‌ی خاص خود وابسته هستند. عوامل اولیه براساس دانش کسب شده تعریف می‌شوند. برای مثال برای پارامتر نمرات سال سوم راهنمایی، نمرات دروس ریاضی، علوم تجربی، فارسی، عربی، حرفه و فن و هنر به عنوان عوامل اولیه تعریف می‌شود.

### ۳-۴- تعریف ترکیب‌های خطی

ترکیب‌های خطی شامل ترکیب خطی مقادیر عوامل اولیه برای به‌دست آوردن مقدار هر یک از پارامترهای مؤثر در انتخاب رشته‌ی تحصیلی و ترکیب خطی این پارامترها برای به‌دست آوردن مقدار ورودی‌های سیستم می‌باشد. وزن‌های ترکیب‌های خطی عوامل اولیه برای هر یک از رشته‌های تحصیلی متفاوت است، این وزن‌ها (از طریق پرسشنامه) توسط چند خبره تعیین شده و با میانگین‌گیری وزن‌های نهایی برای هر کدام از رشته‌های تحصیلی به‌دست آمده است. برای ترکیب خطی عوامل اولیه رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود:

$Z_x^y$  : مقدار نهایی پارامتر  $x$  برای رشته‌ی تحصیلی  $y$ .

$W_{x_i}^y$  : وزن عامل  $i$ ام پارامتر  $x$  برای رشته‌ی تحصیلی  $y$ .

$C_{x_i}^y$  : مقدار عامل  $i$ ام پارامتر  $x$  برای رشته‌ی تحصیلی  $y$ .

در طراحی این سیستم‌ها از مدل سیستم خبره‌ی فازی «ممدانی»<sup>۲۱</sup> استفاده شده است، چراکه خروجی هر یک از قواعد یک مقدار فازی است [۱۳]. همان‌گونه که گفته شد، قواعد استنتاج برای هر یک از سیستم‌های چهارگانه متفاوت است و این قواعد بر اساس دانش کسب شده توسط طراح سیستم تعریف شده‌اند. برای هر کدام از سیستم‌های رشته‌های ریاضی و تجربی ۴۰ قاعده، برای سیستم رشته‌ی انسانی ۵۲ قاعده و برای سیستم رشته‌ی هنرستان ۴۴ قاعده تعریف شده است. در زیر بخشی از قواعد سیستم استنتاج فازی مربوط به تعیین امتیاز رشته‌ی تحصیلی علوم انسانی آورده شده است:

1. If (Mark is Low) and (Interests is not Low) and (Ability is not Low) and (Priority is 1) then (output1 is Medium)
2. If (Mark is Low) and (Interests is High) and (Ability is not Low) and (Priority is 2) then (output1 is Medium)
3. If (Mark is Low) and (Interests is high) and (Ability is not Low) and (Priority is 3) and (Gender is Boy) then (output1 is Low)
4. If (Mark is Medium) and (Interests is High) and (Ability is Medium) and (Priority is 1) and (Gender is Girl) then (output1 is High)
5. If (Mark is Medium) and (Interests is High) and (Ability is Medium) and (Priority is 1) and (Gender is Boy) then (output1 is Medium)

در اینجا یک نمونه از این قواعد را بررسی می‌کنیم:

If (Mark is Medium) and (Interests is High) and (Ability is Medium) and (Priority is 1) and (Gender is Girl) then (Output is High)

**شرح قاعده:** اگر نمره و هوش در رشته‌ی موردنظر متوسط و علایق مربوط به این رشته زیاد و توانمندی در این رشته متوسط و از نظر شخصی رشته‌ی موردنظر اولویت اول را داشته باشد و همچنین جنسیت دانش‌آموز دختر باشد، آنگاه امتیاز این رشته بالا خواهد بود.

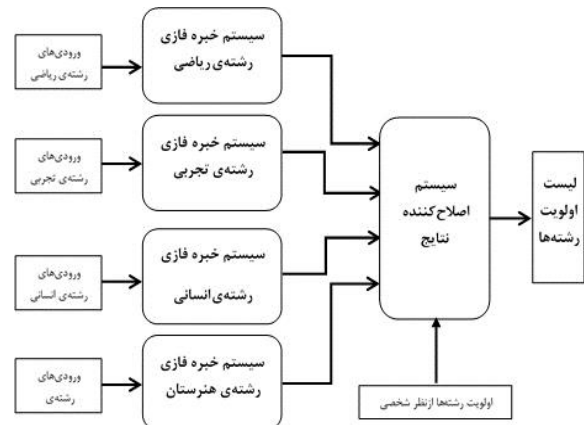
### ۳-۷- سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج

هر یک از سیستم‌های خبره‌ی فازی یک عدد حقیقی در بازه [۰,۱] را به عنوان امتیاز آن رشته‌ی تحصیلی یا خروجی سیستم تولید می‌کنند؛ اما آنچه سیستم انتخاب رشته باید ارائه دهد، اولویت هر یک از رشته‌هاست. یک راه‌حل مرتب‌سازی نتایج است، گرچه این راه‌حل آسان است؛ اما نتایج در برخی موارد دقیق نیست، برای مثال اگر خروجی رشته‌ی ریاضی ۰/۸۵ و خروجی رشته‌ی تجربی ۰/۸۴ و از نظر شخصی، رشته‌ی تجربی اولویت اول

می‌کند. شکل ۱ بلوک دیاگرام سیستم انتخاب رشته‌ی پیشنهادی را نشان می‌دهد.

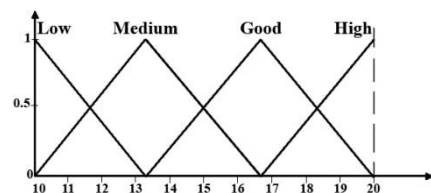
### ۳-۶- سیستم خبره‌ی فازی مربوط به رشته‌های تحصیلی

برای هر یک از رشته‌های چهارگانه یک سیستم خبره‌ی فازی وجود دارد. در طراحی این سیستم‌ها، تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها، توابع عضویت و ساختار کاملاً مشابه است و تنها تفاوت در طراحی این چهار سیستم در تعریف قواعد استنتاج است.

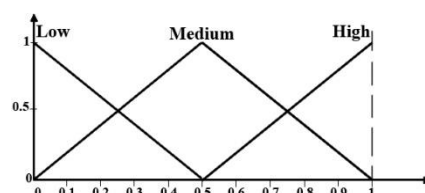


شکل ۱: بلوک دیاگرام سیستم انتخاب رشته‌ی پیشنهادی.

هر یک از سیستم‌ها دارای پنج متغیر ورودی و یک متغیر خروجی است. برای مثال برای سیستم خبره‌ی فازی رشته‌ی ریاضی ورودی‌ها شامل نمره و هوش ریاضی، علایق ریاضی، توانمندی ریاضی، اولویت ریاضی از نظر شخصی و جنسیت می‌باشد. متغیر خروجی سیستم امتیاز رشته‌ی ریاضی است. در ادامه دو نمونه از توابع عضویت این متغیرها آمده است.



شکل ۲: تابع عضویت متغیر ورودی نمره و هوش.



شکل ۳: تابع عضویت متغیر خروجی.

#### ۴- آزمایش‌ها

برای آزمایش و ارزیابی نتایج، سیستم پیشنهادی با استفاده از نرم‌افزارهای متلب و اکسل، پیاده‌سازی و پس از آن با بهره‌برداری از داده‌های واقعی شامل اطلاعات ۱۶۰ دانش‌آموز اول دبیرستان استان یزد آزمایش شده است. خروجی نهایی سیستم که اولویت هر یک از رشته‌ها است با پیشنهاد مشاور آموزشگاه مقایسه شده و دقت هر یک از اولویت‌ها (که همان درصد برابری پیشنهاد مشاور با پیشنهاد سیستم است) به دست آمده است. لازم به ذکر است که در جمع‌آوری داده‌های اولیه از مدارس متعدد با جنسیت و سطح آموزشی مختلف استفاده شده است. تمام این مدارس دارای مشاور تحصیلی مستقر در مدرسه بوده‌اند و تمام دانش‌آموزان شرکت‌کننده توسط مشاور مدرسه خود انتخاب رشته کرده بودند. در واقع نتایج سیستم برای هر دانش‌آموز با نظر مشاور که برای او انتخاب رشته کرده مقایسه شده است. بنابراین در بررسی نتیجه‌ی نهایی از نظر تعداد زیادی مشاور استفاده شده است. همچنین برای ارزیابی تأثیر سیستم خبره‌ی فازی تعیین اولویت اول ابتدا آزمایش سیستم بدون به‌کارگیری سیستم تعیین اولویت اول و پس از آن با به‌کارگیری این سیستم انجام شده است. نتایج این دو آزمایش در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱: دقت نتایج بدون به‌کارگیری سیستم تعیین اولویت اول

دقت			
اولویت ۱	اولویت ۲	اولویت ۳	اولویت ۴
٪۸۵	٪۶۹	٪۶۰	٪۶۹

جدول ۲: دقت نتایج با به‌کارگیری سیستم تعیین اولویت اول

دقت			
اولویت ۱	اولویت ۲	اولویت ۳	اولویت ۴
٪۹۰	٪۷۸	٪۶۵	٪۷۸

با مقایسه نتایج به دست آمده از دو روش آزمایش، می‌توان دریافت که با اضافه کردن سیستم تعیین اولویت اول، خروجی سیستم دقیق‌تر خواهد شد. نتایج آزمایش دوم نشان می‌دهد که برای اولویت اول در ٪۹۰ نمونه‌ها پیشنهاد مشاور و سیستم یکسان است. در مورد اولویت‌های بعدی دقت پایین‌تر است و دلیل آن استفاده از روش مرتب‌سازی امتیازها به جای به‌کارگیری سیستم خبره‌ی فازی است. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که دقت سیستم خبره‌ی فازی انتخاب رشته تا حدود ٪۸۰ با نظر خبرگان تطابق داشته و این بدان معناست که سیستم پیشنهادی از دقت بالایی برخوردار است.

باشد، مشاور رشته‌ی تجربی را برای دانش‌آموز مناسب‌تر می‌داند، چرا که هم امتیاز بالایی دارد و این امتیاز اختلاف چندانی با امتیاز رشته‌ی ریاضی ندارد و هم تمایل فرد به رشته‌ی تجربی بیشتر است؛ اما در سیستم اگر نتایج را مرتب‌سازی کنیم، رشته‌ی ریاضی در اولویت یک قرار می‌گیرد؛ بنابراین نیاز به یک سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج احساس می‌شود.

لازم به ذکر است که طبق نظر خبرگان در انتخاب رشته، توانایی مقدم بر علاقه است. اگر تأثیر علاقه شخصی در سیستم‌های خبره فازی مرحله‌ی اول به منظور مرتب‌سازی و اولویت‌بندی رشته‌های پیشنهادی افزایش یابد ممکن است نتایج دقیقی بدست نیاید. برای مثال اولویت اول دانش‌آموز رشته‌ی ریاضی است اما او نمرات و توانمندی خوبی در این رشته ندارد، اگر تأثیر علاقه‌ی شخصی زیاد باشد، رشته‌ی ریاضی در اولویت بالایی قرار می‌گیرد که این مورد از نظر مشاوران صحیح نیست. یک سیستم اصلاح‌کننده می‌تواند در شرایطی که دانش‌آموز در دو یا چند رشته امتیاز نزدیک به هم کسب نمود یا به عبارت دیگر توانایی خوبی در چند رشته داشت، با افزایش تأثیر علاقه‌ی شخصی رشته‌ای را به عنوان اولویت اول مشخص کند که دانش‌آموز به آن رغبت بیشتری دارد.

از آنجا که اولویت یک، درجه‌ی اهمیت بسیار بالاتری نسبت به اولویت‌های بعدی دارد، یک سیستم خبره‌ی فازی برای تعیین اولویت اول طراحی شده است و برای اینکه سیستم اصلاح‌کننده، پیچیدگی کمتری داشته باشد، برای اولویت‌های بعدی از روش مرتب‌سازی استفاده شده است.

سیستم اصلاح‌کننده‌ی نتایج هشت ورودی دارد که شامل امتیاز هر یک از رشته‌ها و اولویت هر یک از رشته‌ها از نظر شخصی است. این ورودی‌ها برای تعیین اولویت اول وارد یک سیستم خبره‌ی فازی می‌شود. خروجی این سیستم به همراه هشت ورودی ابتدایی وارد سیستم تعیین اولویت رشته‌ها خواهد شد. این سیستم امتیاز رشته‌ای را که به عنوان اولویت اول انتخاب شده است را به ۱ تغییر می‌دهد و پس از آن با مرتب‌سازی امتیاز رشته‌ها، اولویت هر یک را اعلام می‌کند، در صورتی که امتیاز دو یا چند رشته با هم برابر باشد، ترتیب اولویت رشته‌ها از نظر شخصی ملاک مرتب‌سازی خواهد بود.

خروجی سیستم خبره‌ی فازی تعیین اولویت اول یک عدد حقیقی در بازه [۰,۴] است که بر اساس آن رشته‌ی اولویت اول مشخص می‌شود. برای مثال اگر خروجی عددی در بازه [۰,۱] باشد، رشته‌ی ریاضی اولویت اول است.

## ۵- نتیجه‌گیری

سیستم خبره‌ی فازی طراحی‌شده در این مقاله، با بهره‌گیری از دانش مجرب‌ترین مشاوران تحصیلی و بر اساس تمام پارامترهای مؤثر در انتخاب رشته از جمله پارامترهای کمی و کیفی، مناسب‌ترین رشته‌ها را به ترتیب اولویت به دانش‌آموز پیشنهاد می‌دهد. نتایج پیاده‌سازی این سیستم حاکی از آن است که ایده‌ی دسته‌بندی ورودی‌ها و استفاده از ترکیب خطی برای محاسبه‌ی مقادیر آن‌ها، نه تنها باعث کاهش تعداد ورودی‌های سیستم خبره‌ی فازی می‌شود بلکه دقت خوبی را هم ارائه می‌دهد.

همان‌طور که آزمایش‌ها نشان می‌دهد، دقت سیستم قابل قبول است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سیستم خبره‌ی انتخاب رشته می‌تواند جایگزین مناسبی برای خبره انسانی باشد و این جایگاه را در غیبت آن پر کند.

این سیستم می‌تواند با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی به صورت تحت وب و با واسط کاربری گرافیکی و کاربرپسند پیاده‌سازی شده تا تمام دانش‌آموزان کشور در هر زمان و مکان که به اینترنت دسترسی داشته باشند، بتوانند از آن استفاده کنند.

برخی از کارهایی که می‌توان در آینده برای افزایش دقت و بهبود عملکرد سیستم انتخاب رشته انجام داد عبارتند از: اخذ دانش از تعداد بیشتری خبره و از مناطق مختلف کشور، در نظر گرفتن امکانات آموزشی در اختیار دانش‌آموز و امکان‌سنجی رشته‌ی پیشنهادی، ارائه‌ی دلیل پیشنهاد به کاربر، طراحی سیستم خبره‌ی فازی برای تعیین اولویت‌های دوم تا چهارم و طراحی مجدد در صورت تغییر نظام آموزشی.

## مراجع

- [۱] یدا... توکلی، برنامه‌ها و فعالیت‌های راهنمایی و مشاوره در دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی، دفتر برنامه‌ریزی امور فرهنگی و مشاوره وزارت آموزش و پرورش، انتشارات ورا، دانش، ۱۳۸۵.
- [۲] نسرين قنبری، سهراب کهریزی، هدایت تحصیلی در دوره متوسطه، انتشارات آینده‌سازان، ۱۳۹۱.
- [۳] فرزانه نادی؛ ولی درهمی، کنترل خودفرمان بینایی بازوی ربات در فضای سه بعدی با سیستم‌های فازی و مدل‌سازی عصبی، مجله علمی-پژوهشی رایانش نرم و فناوری اطلاعات، دوره ۵، شماره ۴، صفحه ۷۶-۸۵، زمستان ۱۳۹۵.

- [4] B., AmirHosseini, R., Hosseini, and M., Mazinani, "A Hybrid Fuzzy-GA Approach Applied to an Expert System for Diagnosis of Liver Tumor," Journal of Soft Computing and Information Technology (JSCIT), Vol. 5, No. 1, pp.45-52, Spring 2016.

- [5] E., Afify, and M., Nasr, "A Proposed Model for a Web-Based Academic Advising System," International Journal of Advanced Networking and Applications, Vol.9, No.2, pp.3345-3361, 2017.

- [6] G. Engin, B. Aksoyer, M. Avdagic, D. Bozanlı, U. Hanay, D. Maden, and G. Ertek, "Rule-based Expert Systems for Supporting

University Students". In 2nd International Conference on Information Technology and Quantitative, pp.22-31, 2014.

- [7] S., Deorah, S., Goel, and S., Sridharan, "SAES- Expert System for Advising Academic Major". In IEEE 2nd International Conference on Advance Computing (IACC), pp.331-336, 2010.

- [8] Fritz H Grupe, "An Internet-based expert system for selecting an academic major," The Internet and Higher Education journal, pp.333-334, 2002.

- [9] O., Daramola, O., Emebo, I. T., Afolabi, and C. K. Ayo, "Implementation of an intelligent course advisory expert system," International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Vol.5, No.4, 2014.

- [10] M. F., Adak, N., Yumusak, and H., Taskin, "An elective course suggestion system developed in computer engineering department using fuzzy logic," In International Conference on Industrial Informatics and Computer Systems (CIICS), pp.1-5. IEEE, 2016.

[۱۱] عباس توم و مهران جوانی، "استفاده از متد خوشه‌بندی FCM برای

انتخاب رشته دانش‌آموزان پایه دوم دبیرستان"، دومین کنفرانس ملی

محاسبات نرم و فن آوری اطلاعات- ماهشهر- دانشگاه آزاد اسلامی واحد

ماهشهر، ۱۳۹۰.

- [12] N. I. D., Azlan, M. K., Awang, and A. R., Mamat, "Course Recommendation Based on Academic Qualification And Personality Type Using Rule-Based Technique," World Applied Sciences Journal Vol.35, No.10, pp.2133-2137, 2017.

- [13] L. Wang, "A Course Fuzzy System and Control" Prentice-hall International, 1997.

## زیر نویس‌ها:

- 1 Fuzzy Expert System
- 2 Afify
- 3 Gökhan Engin
- 4 Rule Base
- 5 Sourabh Deorah
- 6 Fritz
- 7 www.MyMajors.com
- 8 Expert System Advisory Course
- 9 Daramola
- 10 Rule Based Reasoning
- 11 Case Based Reasoning
- 12 Excel
- 13 Data Mining
- 14 Clustering
- 15 Azlan
- 16 Sijil Peperiksaan Malaysia
- 17 Holland
- 18 Knowledge Acquisition
- 19 Primitive
- 20 Membership Function
- 21 Mamdani