

## **Designing an expert system to advise the IT students' Master's degree for course selection**

**Ameneh Khadivar<sup>1</sup> and Homeyra Khatami<sup>2</sup>**

Received: Sep.6.2020

Accepted: June.19.2021

### **Abstract**

In the university educational system, students, depending on their different conditions, need guidance to choose the best courses and the best curriculum during a semester. Lack of sufficient information about class hours, exam interactions, prerequisites for each course, variety of instructors and other conditions may lead to a wrong choice and confusion of students. In this research, an expert system is introduced that aims to guide a master student in Information Technology Management during course selection. This expert system, which is written in MATLAB software, by receiving the necessary information about the student's academic conditions and the courses passed and taking advantage of the expert's opinion, completes the database of IF-THEN Rules and allows the student to choose suitable courses. As a human expert, the system provides intellectual assistance. The proposed system was evaluated using Mamdani's fuzzy inference method and determining several design indicators, and then its accuracy was evaluated with experimental data, and the obtained results indicated that the system was desirable.

**Keywords:** Expert system, fuzzy logic, student course selection, university systems, Iran.

### **Introduction**

Artificial intelligence and expert systems are old and frequent applications in information systems (Fernandes, 2021). Rule-based expert systems seek to mimic expert's behavior and are designed to make the skills of expert people available to non-experts (Dunstan, 2008). These programs simulate the pattern of human thinking and practice and bring the performance of expert systems closer to that of humans or experts (Noori et al., 2010).

In the educational system of a university, students may need guidance to choose the best courses and the best curriculum during a semester, in order to

---

1. Associate Professor, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. *Corresponding author:* ✉ [a.khadivar@alzahra.ac.ir](mailto:a.khadivar@alzahra.ac.ir)

2. Master of Information Technology Management, Alzahra University, Tehran, Iran.

choose the courses, continue their studies and choose their future field of work, depending on their specific circumstances. Adequate information about class hours, exam interactions, prerequisites for each course, variety of teachers, and other conditions can lead to a wrong choice and confusion for students. University experts and professors provide students with experience in the above issues and related rules and regulations, some of which are structured and available in the form of educational rules, and others are aspects of experience. And is unstructured (Yaghini, 2008), (Pursaleh and Dirhami, 2018). The purpose of this research is to model this knowledge in the form of an expert system that can recommend the best course registration to students so that rules and regulations and experiences together can determine the successful course registration. Experts and faculty may not always be available, while students can always access an expert system on campus or at home. This system allows students to perform better on campus. Therefore, the quality of graduates will have a positive and direct impact on the development of the country, because in the long run, these graduates will eventually become key players in managing the country's affairs in all economic sectors (Goni, Gumpy, & Zira, 2018). Therefore, the purpose is to provide a knowledge-based expert system to guide students to choose the best option in the course registration and curriculum during a semester. Expert systems can be one of the best solutions to solve the problem that it has an imperfect structure and there is no precise and specific algorithm for it and on the other hand it is not easily solved by conventional methods (Azlan et al., 2017).

In the following, we will examine the issue of course registration and possible solutions in previous research in the second part. The third section contains the proposed method, which is described in detail. We determine the influential variables and extract the rules and model them. In this section, the introduction of input and output variables, membership functions of variables and the rule database are stated. Using expert systems, the software for selecting the university unit is designed and a sample of the software environment is provided at the user level. It becomes.

## **Methodology**

The method of the present research is applied development from the point of view of purpose and is analytical-descriptive in terms of data. Also, the strategy used in research design has been a case study. The chosen field is for the study of Master of Information Technology Management. To design the fuzzy expert system (FIS) of the present study, MATLAB software was used and its graphical user interface and fuzzy logic toolbox were used. Knowledge related to determining the inputs and outputs of the system as well as the rules

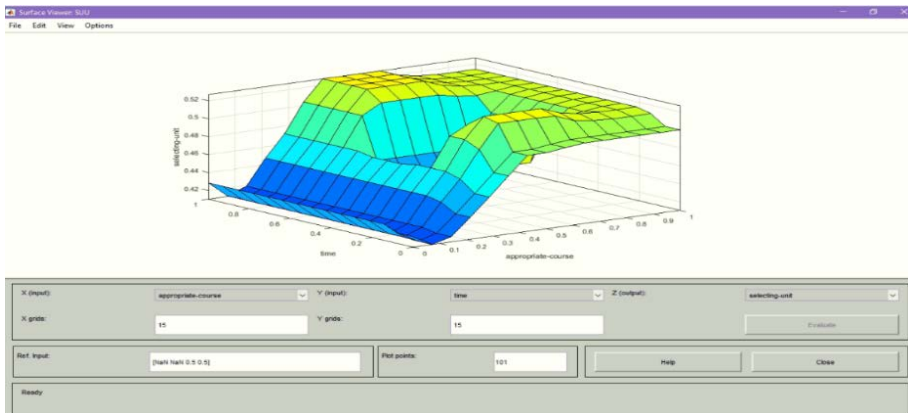
of inference from the research literature and through library study and interviews with experts and educational experts of the university has been obtained. The fuzzy inference of this system is based on the Mamdani method (operator min on the front and max on the whole rules).

It should be noted that since the field of information technology management is an interdisciplinary field and students with different backgrounds and from different fields enter it, there has always been the challenge of recognizing its courses, so this field has been chosen.

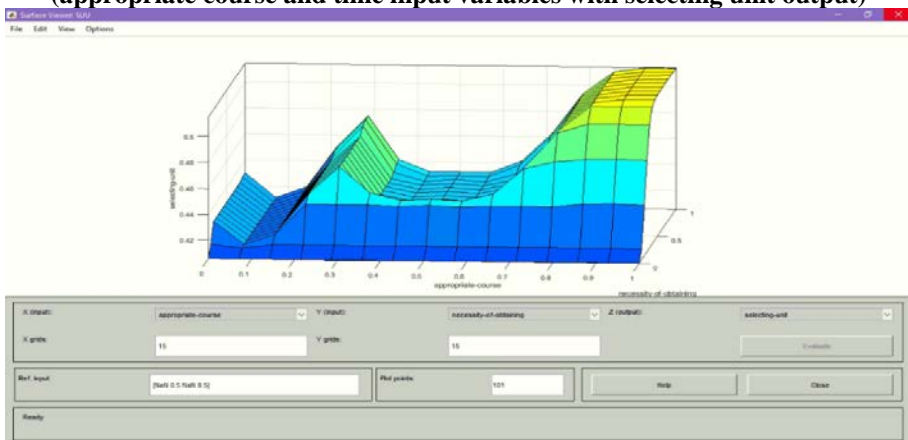
## **Findings**

This system has been used by 20 students of IT management to select the unit and they have been asked about the satisfaction of the result, ease of use and speed of answering the question, the results show that 84% of them are satisfied with the result, 73 Percentage found the system easy to use, and 88 percent said they answered their questions quickly.

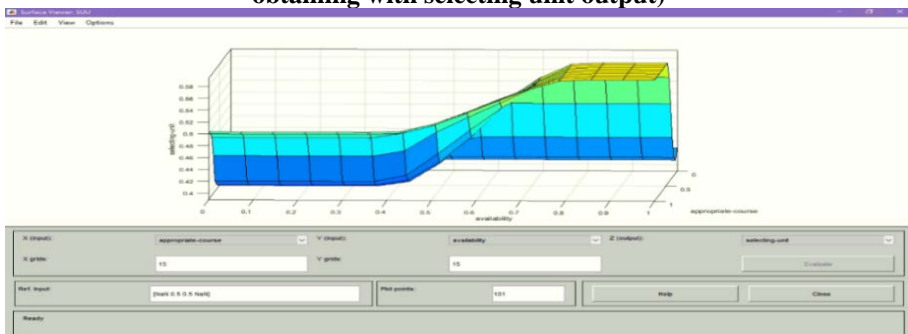
Increasing the appropriateness of the lesson increases the likelihood of taking it. Better scheduling of the weekly program does not necessarily increase the probability of taking a course, but it also depends on other conditions, but in general, by improving the schedule to just before half, it increases the probability of taking a course, and consequently, it decreases to a little after half. The probability of increasing it again until the end of the interval increases the probability of taking the course. (Figure 1) Increasing the need to take a course strongly affects the choice of unit, so that with increasing it, the probability of obtaining a unit increases sharply. (Figure 2) As shown in the figure, the easier the course is to take and there is no need to talk to the instructor to increase capacity or make other changes to it, and the conditions are suitable for the student, the more the choice of the course is made. (Figure 3) As expected, with the increase in the need to take the course and the improvement of its presentation conditions in the system, we are faced with an increase in its selection when registering the course. (Figure 4) Figure 5 shows the effect of increasing the improvement of the appropriate condition of the course unit in increasing the selection of that unit. Here, Figure 6 shows that with the increase in the availability of the course and the facilitation of its presentation in the system, the selection of this unit has increased.



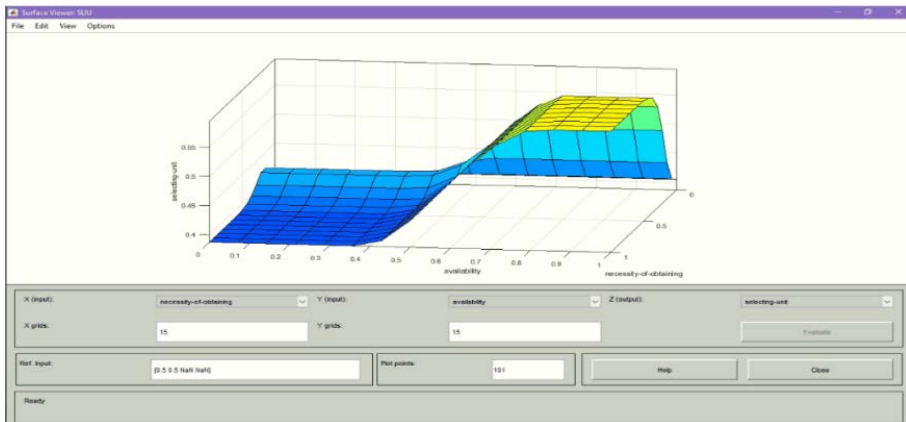
**Figure 1- view surface (appropriate course and time input variables with selecting unit output)**



**Figure 2- view surface (appropriate course input variables and necessity of obtaining with selecting unit output)**



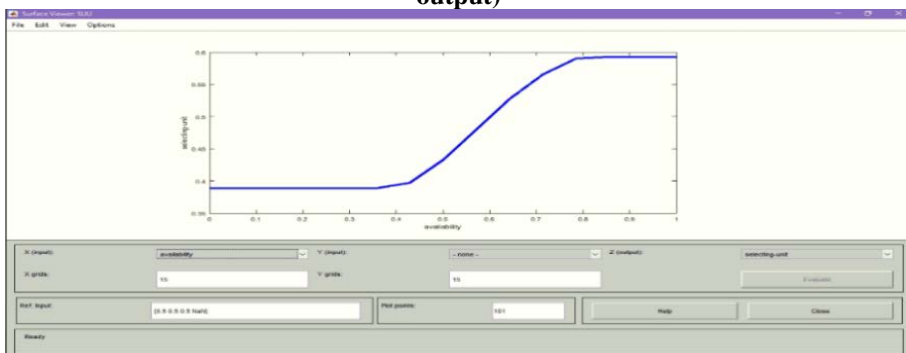
**Figure 3- view surface (appropriate course input variables and availability with selecting unit output)**



**Figure 4- view surface (input variables necessity of obtaining and availability with output selecting unit)**



**Figure 5- view surface (appropriate course input variable with selecting unit output)**



**Figure 6- view surface (availability input variable with output selecting unit)**

## Discussion

One of the effective and useful factors in the success of undergraduate students is the selection of the correct unit of information technology management at the beginning of the semester according to the ability and position of the student. In this research, a fuzzy expert system was presented to solve the student unit selection problem, in which fuzzy language variables were used to model the problem. Among the advantages of the system designed in this research compared to other systems created in previous works, its fuzzyness, writing in MATLAB language and classification of variables affecting the selection of student units in different categories, considering experiences and paying attention to quality factors are effective. In general, this system has all the effective aspects in unit selection, including prerequisites, grade point average, time of courses, conditions of its presentation in the system, prioritization of courses, determination of all possible and obtainable programs that do not have time interference, etc. And suggests to the student whether to take the relevant course or not. Our goal was to design a dynamic system tailored to the student's situation. The accuracy of the proposed system is evaluated by experimental data and the results indicate that the system is desirable.

Some of the things that can be done in the future to increase the accuracy and improve the performance of the field selection system are: obtaining knowledge from more experts from different regions of the country, providing the reason for the offer to the user, web base system, fuzzy dazle system design to determine The second to fourth priorities, the addition of user experiences to it, and also the possibility of connecting this system with the faculty education system can be researched.

علمی-پژوهشی

## طراحی سیستم خبره برای کمک به انتخاب واحد دانشجویان کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات

آمنه خدیور<sup>۳</sup> و حمیراسادات خاتمی<sup>۴</sup>

### چکیده

در نظام آموزشی دانشگاه دانشجویان برای انتخاب واحدهای درسی، بسته به شرایط مختلفی که دارند، به راهنمایی برای انتخاب بهترین دروس و بهترین برنامه درسی در طول یک ترم نیاز دارند. ممکن است نبود اطلاعات کافی از ساعت برگزاری کلاس‌ها، تداخلات امتحانی، پیش‌نیازهای مربوط به هر درس، تنوع استادان و سایر شرایط، موجب انتخاب نادرست و سردرگمی دانشجویان شود. در این مطالعه سیستم خبره‌ای معرفی شد که هدف آن راهنمایی دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات هنگام اخذ واحد است. این سیستم خبره که در نرم‌افزار MATLAB نوشته شده است، با دریافت اطلاعات لازم درباره موقعیت درسی دانشجو و واحدهای گذرانده شده و بهره‌گرفتن از نظر خبرگان، پایگاه قوانین اگر-آن‌گاه را تکمیل و دانشجو را برای انتخاب یک برنامه درسی مناسب، به‌مثابه یک خبره انسانی، کمک فکری می‌کند. سیستم پیشنهادی با استفاده از روش استنتاج فازی ممدانی و تعیین چندین شاخصه طراحی و سپس دقت آن با داده‌های آزمایشی ارزیابی شد و نتایج به‌دست آمده حاکی از مطلوب بودن سیستم بود.

**کلیدواژگان:** سیستم خبره، منطق فازی، انتخاب واحد دانشجویان، نظام‌های دانشگاهی.

### مقدمه و بیان مسئله

هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره از کاربردهای قدیمی و پرتکرار در نظام‌های اطلاعاتی هستند (Fernandes, 2021). سیستم‌های خبره مبتنی بر قاعده تلاش می‌کنند تا رفتار فرد خبره را تقلید کنند و با هدف در دسترس قرار دادن مهارت‌های افراد متخصص، برای افراد غیرمتخصص طراحی شده‌اند (Dunstan, 2008). این برنامه‌ها الگوی تفکر و شیوه عملکرد انسان را شبیه‌سازی می‌کنند و موجب

۳. دانشیار دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

\* نویسنده مسئول: a.khadivar@alzahra.ac.ir

۴. کارشناسی ارشد رشته مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران: Homeyra.khatami@gmail.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۶/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۳/۲۹

نزدیکی عملکرد سیستم‌های خبره با عملکرد انسان یا فرد خبره می‌شوند (Noori, Maghsoudi & Sheikh Ahmadi, 2010).

در نظام آموزشی دانشگاه دانشجویان برای انتخاب واحدهای درسی، ادامه تحصیل و انتخاب زمینه کاری و شغلی آینده خود، بسته به شرایط خاص خود، به راهنمایی برای انتخاب بهترین دروس و بهترین برنامه درسی در طول یک ترم نیاز دارند؛ ممکن است نبود اطلاعات کافی از ساعت برگزاری کلاس‌ها، تداخلات امتحانی، پیش‌نیازهای مربوط به هر درس، تنوع استادان و سایر شرایط، موجب انتخاب نادرست و سردرگمی دانشجویان شود. کارشناسان دانشگاه و استادان در خصوص مسائل مذکور تجربه و قواعد و قوانین مربوط را در اختیار دانشجویان می‌گذارند که برخی از آنها ساخت‌یافته و در قالب قوانین آموزشی موجود است و برخی دیگر جنبه تجربه دارد. و غیرساخت‌یافته است (Poursaleh, Dirhami & Alami, 2008; Jan Harandi, 2018; Yaghini, Akbari & Sharifi, 2008). هدف از این پژوهش مدلسازی این دانش در قالب یک سیستم خبره است که بتواند بهترین انتخاب واحد را به دانشجویان توصیه کند، به‌گونه‌ای که قوانین و مقررات و تجربه‌ها در کنار هم بتوانند انتخاب واحد موفق را رقم بزنند. کارشناسان و استادان ممکن است همیشه در دسترس نباشند، این در حالی است که دانشجویان همیشه می‌توانند به یک سیستم خبره موجود در دانشکده یا منزل دسترسی داشته باشند. این سیستم موجب می‌شود که دانشجویان در دانشگاه عملکرد بهتری داشته باشند. از این رو، کیفیت دانش‌آموختگان در توسعه کشور تأثیر مثبت و مستقیم خواهد داشت، زیرا در درازمدت این دانش‌آموختگان در نهایت، به بازیگران اصلی در اداره امور کشور در تمام بخش‌های اقتصادی تبدیل می‌شوند (Goni, Gumpy & Zira, 2018). بنابراین، هدف این مطالعه ارائه یک سیستم خبره مبتنی بر دانش به‌منظور راهنمایی دانشجویان برای گزینش بهترین گزینه در مسیر انتخاب واحد و برنامه درسی در طول یک ترم تحصیلی بود. برای حل این مسئله که ساختار ناقصی دارد و الگوریتم دقیق و مشخصی برای آن وجود ندارد و از طرفی، با روش‌های متداول به‌راحتی حل نمی‌شوند، سیستم‌های خبره می‌توانند یکی از بهترین راه‌حل‌ها باشند (Azlan, Awang & Mamat, 2017).

در بخش دوم مقاله موضوع انتخاب واحد و راه‌حل‌های ممکن در تحقیقات پیشین بررسی شده است. بخش سوم شامل روش پیشنهادی است و متغیرهای اثرگذار تعیین و قواعد استخراج و مدلسازی شده است. همچنین در این بخش متغیرهای ورودی و خروجی، توابع عضویت متغیرها و پایگاه قاعده معرفی و با استفاده از سیستم‌های خبره، نرم‌افزار انتخاب واحد دانشگاه طراحی و نمونه‌ای از محیط نرم‌افزار در سطح کاربر ارائه شده است و بخش آخر نیز نتیجه‌گیری است.

### پیشینه پژوهش

رحمتی و همکاران (Rahmati & Qaderzadeh, 2015) در سال ۱۳۹۳ یک سیستم توصیه‌گر انتخاب واحد دانشگاهی به‌صورت پویا مبتنی بر روش‌های داده‌کاوی مانند خوشه‌بندی، دسته‌بندی و قوانین انجمنی



را طراحی و پیشنهاد کردند. دقت مدل پیشنهادی با داده‌های آزمایشی و مدیران خبره گروه بررسی شد و نتایج به دست آمده حاکی از مطلوب بودن سیستم بود. سعی این پژوهشگران آن بود که وظایف کارشناس یا مدیرگروه در زمینه هدایت دانشجویان برای اخذ دروس مناسب از طریق الگوریتم‌های داده‌کاوی و به صورت خودکار انجام پذیرد. قوانینی که از طریق داده‌کاوی پیدا و به دانشجو پیشنهاد داده می‌شود، خیلی بیشتر از پیشنهاد کارشناس گروه است، چرا که با استفاده از داده‌کاوی قوانینی نیز استخراج می‌شوند که به صورت صریح در سیستم وجود ندارد و حتی شاید کارشناسان گروه با این قوانین نا آشنا باشند. همچنین عوامل مؤثر بر افت تحصیلی با استفاده از قوانین انجمنی و تحلیل خوشه‌ای بررسی شد. در این پژوهش تلاش برای پیاده‌سازی مدل‌های داده‌کاوی پیش‌بینی کننده، به منظور پیش‌بینی وضعیت تحصیلی دانشجویان بر اساس مشخصات فردی و گذشته تحصیلی آنان بوده است.

سرابندی و همکاران (Sarabandi, Rajaei & Roshandel Varkati, 2017) در سال ۱۳۹۶ یک سیستم خبره بر اساس تجربه‌های استادان مجرب و مقررات دانشگاه با زبان CLIPS ارائه کردند که با دریافت اطلاعات لازم درباره موقعیت درسی دانشجو و واحدهای گذرانده شده، او را برای انتخاب یک برنامه درسی مناسب، به مثابه یک استاد خبره، راهنمایی می‌کند. همچنین در این سیستم آشنایی مقدماتی با نحوه کار سیستم و نقش این سیستم‌ها به عنوان یک کمک‌کننده ارائه و در پایان با در نظر گرفتن سایر معیارهای مد نظر دانشجو و با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیار (MADM)، بهترین برنامه درسی پیشنهاد می‌شود.

دانسون (Dunstan, 2010) یک سیستم وب‌محور خبره با استفاده از XML برای دروس آکادمیک تعریف کرد که در آن توضیحات مفصلی درباره تولید انواع محصولات سیستم متخصص در نظر گرفته شده است تا در خصوص دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد به دانشجویان مشاوره آنلاین ارائه دهد. این محصولات شامل قوانین دوره، توضیحات واحد، مشاوره در زمینه ثبت نام و برنامه‌ریزی دوره است. آنها پس از کسب دانش از هماهنگ‌کنندگان دوره آکادمیک با تجربه درباره پرسشنامه‌های معمول دانشجو در خصوص انتخاب‌های ثبت نام آنها طراحی شده‌اند. همچنین XML و (DTD)<sup>۵</sup> برای دوره‌های دانشگاه و کالج توضیح داده شده است. این کار با سیستم انتقال اعتبار اروپا<sup>۶</sup> سازگار خواهد بود و بنابراین، می‌تواند یک دوره را از واحدهایی با امتیاز اعتباری تعیین شده، مدت یا ترم ارائه و سایر محدودیت‌های واحد تشکیل داد. قوانین دوره ممکن است از نظر الزامات امتیاز اعتبار از گروه واحدها بیان شود. تعریف داده XML برای بیان قوانین مورد نیاز دوره معمولی در مؤسسات آموزش عالی مانند دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها کافی است.

در پژوهش دیگری (Engine, Aksoyer, Avdagic, Bozanli, Hanay, Maden & Ertek, 2014) دو سیستم خبره آموزشی در یک دانشگاه بین‌المللی خصوصی توسعه داده شد. اولین سیستم خبره

5. Document Type Definition

6. EU, 2004

یک سیستم مشاوره درسی است که دوره‌ها را برای دانشجویان کارشناسی ارشد توصیه می‌کند. سیستم دوم بر اساس صلاحیت آنها، بورس تحصیلی را برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد پیشنهاد می‌کند. هر دو سیستم با استفاده از نرم‌افزار Oracle Policy Automation (OPA) پیاده‌سازی و آزمایش شده‌اند.

سلمانی اصل و حبیب اوغلی (Salmani Asl & Habib Oghli, 2018) در تحقیق خود چگونگی طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم خبره برای ارزیابی و مقایسه دروس پیشنهادی برای انتخاب واحد را توصیف کردند. سیستم خبره طراحی شده علاوه بر مشخص کردن لایه‌های مختلف اثرگذار در فرایند انتخاب واحد، کاربر را در انتخاب بهینه یاری می‌کند. کاربر با درخواست از سیستم می‌تواند در روند انتخاب واحد به بهترین گزینه برای ارتقای آموزشی خود و دانشگاه گام بردارد.

سیستم خبره دیگری به نام CAES برای انتخاب دروس در هر ترم تحصیلی در یکی از دانشگاه‌های کشور نیجریه را دارامولا و همکاران (Daramola, Emebo Afolabi & Ayo, 2014) طراحی و پیاده‌سازی کردند. این سیستم ترکیبی از استدلال مبتنی بر قاعده (RBR) و استدلال مبتنی بر مورد (CBR) را برای توصیه درس‌هایی که دانشجو باید در یک ترم خاص بگذراند، با توجه به سابقه تحصیلی وی پیشنهاد می‌کند و در آن امکان ارتقای سطح دانش حین بهره‌برداری از سیستم وجود دارد. گروه فریتز از دانشگاه نوادا (Fritz H Grupe, 2002) یک سیستم خبره تحت وب را برای انتخاب رشته دانشجویان معرفی کردند. این سیستم طی یک مصاحبه ۱۸ تا ۴۳ دقیقه‌ای، اطلاعات کمی و کیفی متعددی را از دانشجو اخذ می‌کند و در نهایت، پنج رشته مناسب برای فرد را به همراه اطلاعات تکمیلی پیشنهاد می‌دهد.

دُوراه و همکاران (Deorah, Goel & Sridharan, 2010) از دانشگاه تاپار هند طراحی یک سیستم خبره را برای انتخاب رشته دانشجویان دانشگاه‌های کشور هند پیشنهاد کردند. این سیستم مناسب‌ترین رشته‌ها را به دانشجو توصیه و سپس، احتمال موفقیت او را در هر یک از رشته‌ها در سه دسته قوی، متوسط و ضعیف اعلام می‌کند. در این مطالعه یک نمونه اولیه از سیستم برای شش رشته مهندسی ساخته و با استفاده از اطلاعات ۱۰۰۰ دانشجو آزمون شده است.

پژوهش دیگری را افیفی و نصر (Afify & Nasr, 2017) در دانشگاهی در کشور مصر با عنوان "یک مدل پیشنهادی برای یک سیستم مشاوره تحصیلی مبتنی بر وب" در سال ۲۰۱۷ انجام دادند. در این مطالعه محققان یک مکانیزم خودکار را برای مشاوره دانشگاهی در سیستم دانشگاه نوآوری کردند. همچنین مروری بر توسعه و اجرای یک مدل جدید از سیستم مشاوره الکترونیکی دانشگاهی به‌عنوان یک برنامه مبتنی بر وب ارائه شد. مدل پیشنهادی سعی در ایجاد مدلی دارد که کارمندان و مشاوران بتوانند برای پیگیری شکایات و پیشنهادهای دانشجویی به آن دسترسی داشته باشند. همچنین دانش‌آموزانی که ثبت نام کرده‌اند، می‌توانند در هر موضوعی شکایت و ارزیابی کنند و پیشنهادهایی بدهند. سرانجام، رئیس این اداره می‌تواند گزارش‌های KPI را دریافت و در تصمیم‌گیری‌ها از آنها استفاده کند. هدف این مطالعه

اجرای سیستمی بود که مشاوران دانشگاهی را برای ارائه خدمات مشاوره‌ای با کیفیت، دقیق و مداوم به دانشجویان یاری کند.

پژوهش دیگری را الغمدی و همکاران (Al-Ghamdi, Al Ghuribi, Fadel, Al-Aswadi & Al-Ruhaili, 2012) در سال ۲۰۱۲ انجام دادند. در این مطالعه یک سیستم خبره برای مشاوره به دانشجویان تحصیلات تکمیلی به جای روش سنتی در بخش مشاوران پیشنهاد و توسعه داده شد. این سیستم با هدف کمک به دانشجویان تحصیلات تکمیلی علوم کامپیوتر (CS) در دانشگاه کینگ عبدالعزیز (KAU) برای انتخاب دوره‌های مناسب در طول برنامه تحصیلات تکمیلی خود طراحی شده است. سیستم پیشنهادی دانشجویان را قادر می‌سازد تا بدون نیاز به راهنمایی مشاور، واحدهای هر ترم را انتخاب و دریافت کنند. علاوه بر این، پیش‌نیاز دوره‌ها و الزامات دپارتمان در نظر گرفته و Wxpython زبان و پایگاه داده دسترسی برای اجرای سیستم استفاده می‌شود. بیشتر دانشجویان تحصیلات تکمیلی، که این سیستم را آزمایش کردند، راضی بودند.

## روشنی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای کاربردی و از نظر داده‌ها تحلیلی - توصیفی بود. همچنین راهبرد استفاده شده در طراحی تحقیق مطالعه موردی بود. رشته انتخاب شده برای مطالعه کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات بود و برای طراحی سیستم خبره فازی (FIS) از نرم‌افزار MATLAB و از امکانات واسط گرافیکی کاربر و جعبه ابزار منطق فازی آن استفاده شد. دانش مربوط به تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم و همچنین قوانین استنتاج از ادبیات تحقیق از طریق مطالعه کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان و کارشناسان آموزشی دانشگاه به‌دست آمد. استنتاج فازی این سیستم بر اساس روش ممدانی (عملگر min روی مقدم و max روی کل قواعد) است. شایان ذکر است از آنجا که رشته مدیریت فناوری اطلاعات میان‌رشته‌ای است و دانشجویان با پیشینه‌های متفاوت و از رشته‌های مختلف وارد آن می‌شوند، چالش شناخت واحدهای درسی آن همیشه وجود داشته و لذا، این رشته انتخاب شده است.

## طراحی سیستم

طراحی سیستم خبره انتخاب واحد شامل مراحل زیر است:

۱. اخذ دانش

۲. تعریف ورودی‌های سیستم

۳. معرفی متغیرهای زبانی و نشانه‌های آنها

۴. طراحی سیستم خبره فازی شامل تعریف توابع عضویت، مدل، پارامترهای استنتاج و قواعد

سیستم به نام SUU (Selecting University Units)<sup>۷</sup>

اخذ دانش: فرایند اخذ دانش سیستم خبره انتخاب واحد شامل به دست آوردن دانش برای تعریف عوامل اولیه، وزن‌های ترکیب‌های خطی، ویژگی‌ها و قواعد سیستم و سیستم اصلاح کننده نتایج است. دانش مورد نیاز برای تمام این موارد با بررسی منابع مرتبط و از طریق مصاحبه با کارشناسان آموزش دانشگاه کسب شده است.

معرفی متغیرهای ورودی و خروجی: بر اساس دانش کسب شده، عوامل مؤثر در انتخاب واحد شامل موارد زیر است:

- روزها و ساعات برگزاری کلاس
  - تعداد واحد درس (برای تخطی نکردن از حد مجاز)
  - اطلاعات استاد ارائه دهنده
  - محل برگزاری کلاس (کد درس، که نشان‌دهنده دانشکده برگزاری کلاس است)
  - رعایت پیش‌نیازی و هم‌نیازی‌ها و توجه به ماهیت دروس
  - در نظر گرفتن مشغله غیردرسی
  - توجه به معدل ترم قبل و برداشتن تعداد واحدهای منطبق با شرایط تحصیلی
  - وضعیت ارائه دروس
  - درجه سختی درس (در نتیجه توجه به زمان مناسب اخذ دروس)
  - اولویت و ضرورت اخذ یک درس
  - درس مزبور جزو واحدهای مربوط به برنامه درسی کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات گرایش کسب و کار الکترونیک باشد که عبارت‌اند از:
  - سیستم‌های استراتژیک IT، سیستم‌های اطلاعات مدیریت، روش پژوهش IT، نظریه مدیریت و رفتار سازمانی
  - تحلیل آماری، مهندسی وب، مدیریت ارتباط با مشتری، مهندسی مجدد فرایندها، کسب و کار الکترونیکی، مدیریت پروژه‌های فناوری اطلاعات، داده‌کاوی، مدیریت دانش، مدیریت زنجیره تأمین، الگوریتم‌های فراابتکاری و دولت الکترونیک
- متغیر خروجی انتخاب واحد است. منظور از ماهیت دروس آن است که ممکن است دو درس روابط پیش‌نیازی با یکدیگر نداشته باشند، ولی در یکی به‌طور گسترده از دیگری استفاده شود. یکی از مواردی که اولویت اخذ یک درس را بالا می‌برد، جامع بودن آن درس و کاربرد گسترده آن در سایر واحدهاست. این اولویت‌بندی موجب هدایت دانشجو به سوی برنامه‌ای می‌شود که ضمن بهینه بودن برای آن ترم، راه را برای واحدگیری مناسب در ترم ای آینده هموار سازد.

با توجه به آنکه تعداد پارامترهای یادشده نسبتاً زیاد است و 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، برای کاهش پیچیدگی سیستم، تعدادی از عوامل اثرگذار در تعیین رشته با هم به صورت خطی و با وزن‌های تعیین شده از سوی خبرگان ترکیب و خروجی این ترکیب‌ها به عنوان ورودی سیستم در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس، پارامترهای تعداد واحد درس با موارد پیش‌نیازی، معدل ترم قبل، واحدهای کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات و درجه سختی درس و همچنین ساعات برگزاری کلاس با محل برگزاری آن با یکدیگر ترکیب و درنهایت، ورودی‌های سیستم به ترتیب زیر تعریف می‌شوند:

متغیرهای ورودی:

✓ درس مناسب رشته<sup>۸</sup>

✓ ضرورت اتخاذ واحد درسی<sup>۹</sup>

✓ زمان<sup>۱۰</sup>

✓ دسترس پذیری<sup>۱۱</sup>

متغیر خروجی:

✓ انتخاب واحد<sup>۱۲</sup>

درس مناسب رشته؛ یعنی آن درس چه سطحی از شرایط مطلوب برای اخذ مانند جزو فهرست دروس کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات بودن، تعداد واحد مناسب، استاد ارائه دهنده و رعایت موارد پیش‌نیازی را دارد که به درجات خوب نبودن، خوب و خیلی خوب تقسیم می‌شود.

دسترس پذیری؛ یعنی واحد مزبور در سیستم ارائه شده است یا دانشجو باید ابتدا با بخش آموزش صحبت کند تا آن واحد را ارائه یا افزایش ظرفیت دهند. در نتیجه، به راحتی در دسترسی و سخت بودن دسترسی تقسیم شده است.

ضرورت اتخاذ واحد درسی؛ یعنی میزان اولویتی که برای اخذ آن درس وجود دارد. برای مثال، اینکه آن درس با توجه به ماهیتی که دارد، به طور گسترده در دروس دیگر استفاده می‌شود یا دانشجو در آن درس که پیش‌نیاز بوده، در ترم گذشته خود نمره قبولی کسب نکرده و در نتیجه بهتر است که آن درس زودتر برداشته شود. بنابراین، این ضرورت به سه سطح کم، متوسط و زیاد تقسیم شده است.

متغیر زمان؛ یعنی دروس مد نظر برای انتخاب واحد از نظر قرار گرفتن در برنامه هفتگی چقدر مناسب هستند؛ یعنی این دروس در روزهای مختلف هفته قرار داده شده است یا نزدیک به هم هستند. همچنین با توجه به شرایط خاص هر دانشجو که ممکن است مشغول به کار یا مشغله دیگری داشته باشد، برنامه

---

8. Appropriate Course

9. Necessity of Obtaining

10. Time

11. Availability

12. Selecting Unit

زمانی مناسب برای هر دانشجو می‌تواند متفاوت باشد. در نتیجه، متغیر زمان در سه سطح برنامه هفتگی بد، خوب و عالی طبقه‌بندی می‌شود.

متغیر خروجی که انتخاب واحد دانشجویان است، از نتیجه به‌دست آمده از شرایط تعیین شده چهار متغیر ورودی به سه احتمال کم، متوسط و زیاد، به اخذ آن درس توسط دانشجو می‌رسد. با توجه به قواعدی که جلوتر تعیین شده است، مشخص می‌شود که دانشجو با وضعیتی که دارد، چقدر احتمال دارد که آن درس را اخذ کند. متغیرهای زبانی و نشانه آنها به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱- متغیرهای زبانی و نشانه آنها

درس مناسب <sup>۱۳</sup>	
ارزش زبانی	نشانه
خوب نیست <sup>۱۴</sup>	NG
خوب <sup>۱۵</sup>	G
خیلی خوب <sup>۱۶</sup>	VG
ضرورت اخذ <sup>۱۷</sup>	
ارزش زبانی	نشانه
کم <sup>۱۸</sup>	LN
متوسط <sup>۱۹</sup>	MN
زیاد <sup>۲۰</sup>	HN
زمان <sup>۲۱</sup>	
ارزش زبانی	نشانه
زمان‌بندی بد <sup>۲۲</sup>	BWS
زمان‌بندی خوب <sup>۲۳</sup>	GWS
زمان‌بندی عالی <sup>۲۴</sup>	FWS
دسترسی پذیری <sup>۲۵</sup>	
ارزش زبانی	نشانه

13. Appropriate Course

14. Not Good

15. Good

16. Very Good

17. Necessity of Obtaining

18. Low

19. Medium

20. High

21. Time

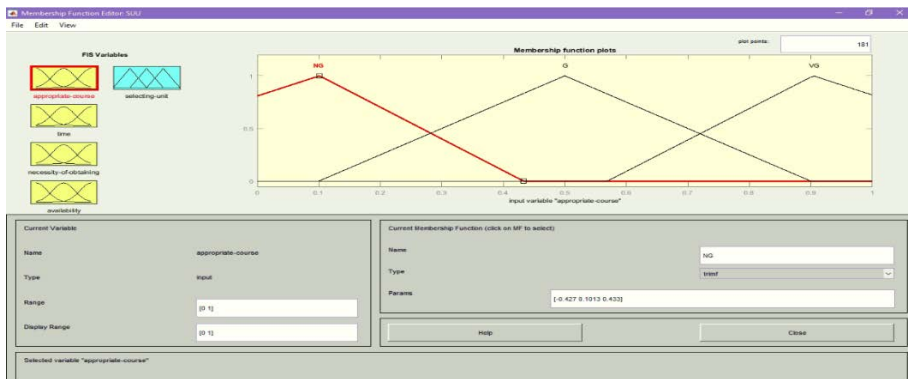
22. Bad Weekly Schedule

23. Good Weekly Schedule

24. Fantastic Weekly Schedule

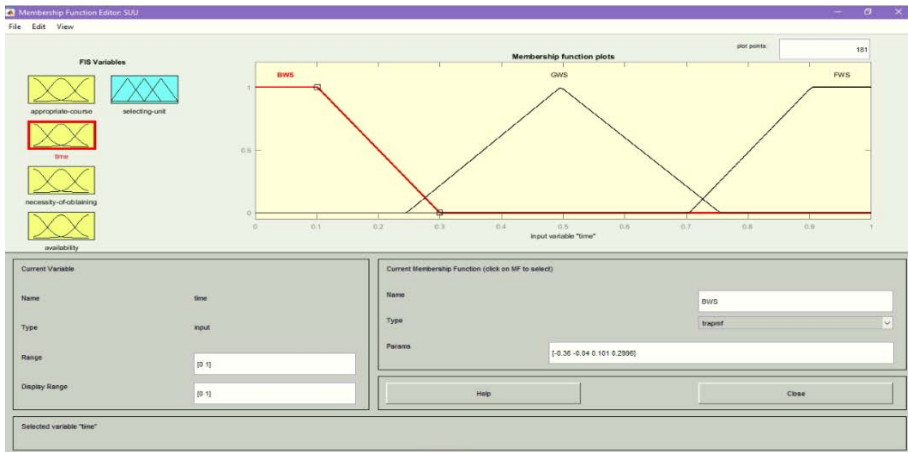
25. Availability

دسترسی سخت <sup>۲۶</sup>	HA
دسترسی آسان <sup>۲۷</sup>	EA
انتخاب واحد <sup>۲۸</sup>	
ارزش زیبایی	نشانه
کم <sup>۲۹</sup>	L
متوسط <sup>۳۰</sup>	M
زیاد <sup>۳۱</sup>	H

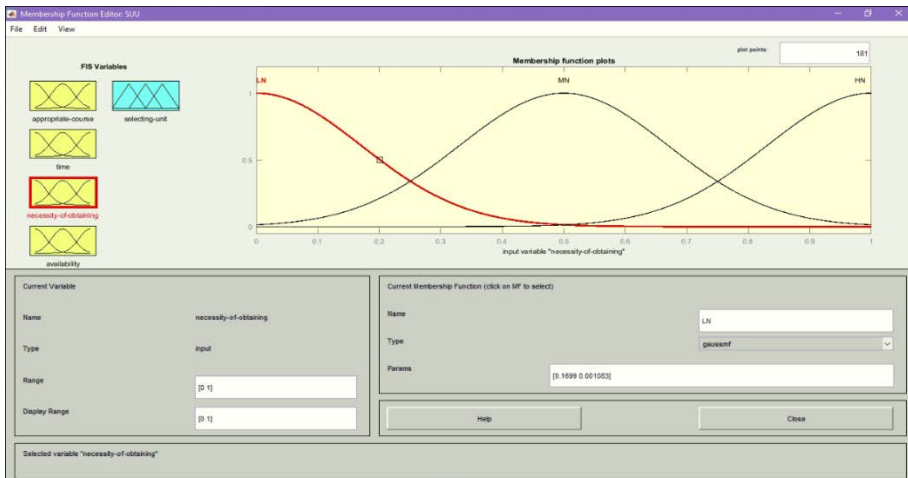


شکل ۱- تابع عضویت درس مناسب

- 26. Hard Available
- 27. Easy Available
- 28. Selecting Unit
- 29. Low
- 30. Medium
- 31. High



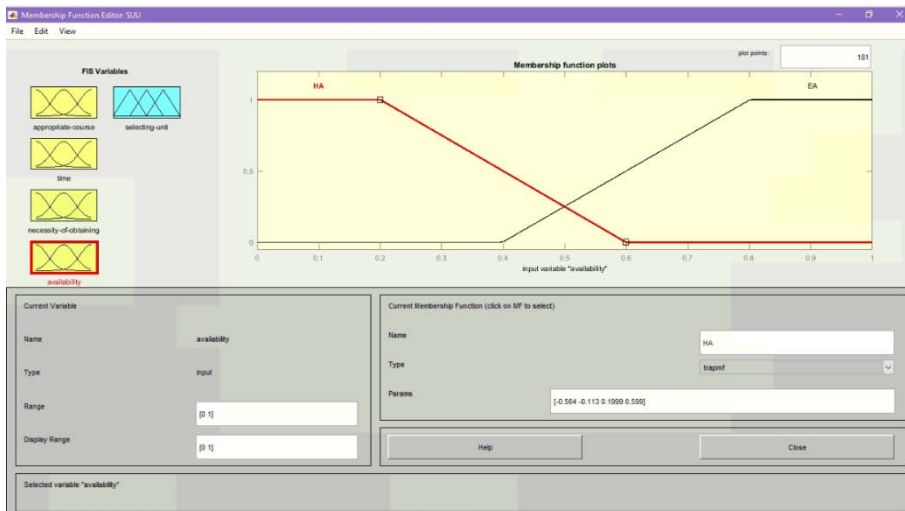
شکل ۲- تابع عضویت زمان



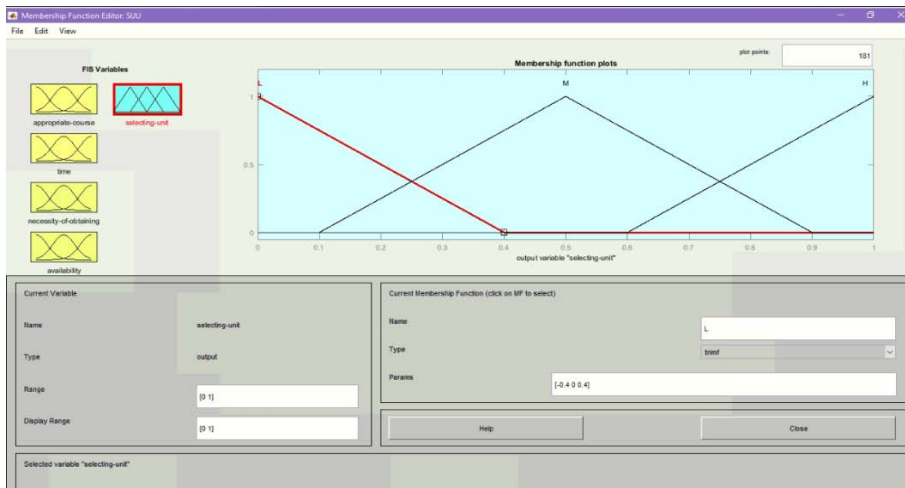
شکل ۳- تابع عضویت ضرورت اخذ

توابع گوسی دارای دو پارامتر هستند: پارامتر اول انحراف استاندارد و پارامتر دوم میانه (C) نمودار است. دلیل انتخاب این نوع تابع نزدیکتر بودن ساختار آن به ماهیت غیرخطی این متغیر است، چرا که با استفاده از این نوع تابع مقدار خطای کمتری نسبت به استفاده از انواع مثلثی و ذوزنقه‌ای حاصل می‌شود.





شکل ۴- تابع عضویت دسترس پذیری



شکل ۵- تابع عضویت انتخاب واحد

اكتساب و ساخت قواعد فازی: برای تکمیل سیستم استنتاج فازی پژوهش نیاز است تا قواعد منطق فازی که در واقع، قلب سیستم فازی هستند، تعریف شوند. داده‌های ورودی سیستم استنتاج فازی از طریق این قواعد به داده‌های خروجی تبدیل می‌شود. بر اساس مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان و اسناد مطالعه‌شده در خصوص قوانین و مقررات حاکم بر انتخاب رشته در رشته مدیریت فناوری اطلاعات، جدول قاعده و پایگاه قاعده به شرح جدول ۲ است.

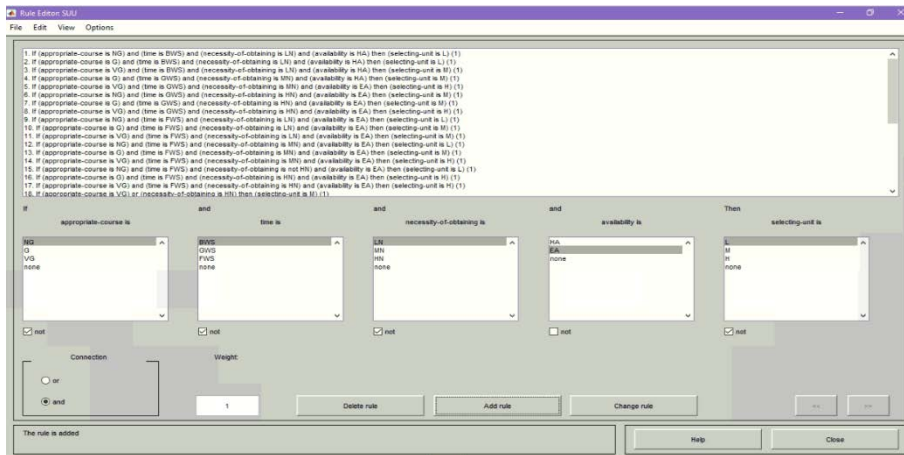
## جدول ۲- قاعده و پایگاه قاعده

A	Rule	AC	N	T	A	Rule	AC	N	T	A	Rule	AC	N	T	A
HA	۱	NG	LN	BWS	HA	۱۰	NG	LN	GWS	HA	۱۹	NG	LN	FWS	HA
HA	۲	G	LN	BWS	HA	۱۱	G	LN	GWS	HA	۲۰	G	LN	FWS	HA
HA	۳	VG	LN	BWS	HA	۱۲	VG	LN	GWS	HA	۲۱	VG	LN	FWS	HA
HA	۴	NG	MN	BWS	HA	۱۳	NG	MN	GWS	HA	۲۲	NG	MN	FWS	HA
HA	۵	G	MN	BWS	HA	۱۴	G	MN	GWS	HA	۲۳	G	MN	FWS	HA
HA	۶	VG	MN	BWS	HA	۱۵	VG	MN	GWS	HA	۲۴	VG	MN	FWS	HA
HA	۷	NG	HN	BWS	HA	۱۶	NG	HN	GWS	HA	۲۵	NG	HN	FWS	HA
HA	۸	G	HN	BWS	HA	۱۷	G	HN	GWS	HA	۲۶	G	HN	FWS	HA
HA	۹	VG	HN	BWS	HA	۱۸	VG	HN	GWS	HA	۲۷	VG	HN	FWS	HA

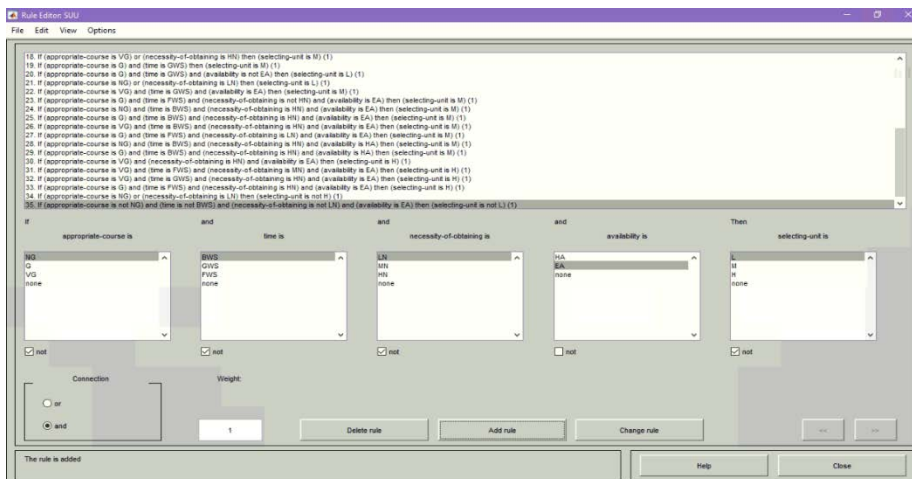
Rule	AC	N	T	A	Rule	AC	N	T	A	Rule	AC	N	T	A
۱	NG	LN	BWS	HA	۱۰	NG	LN	GWS	HA	۱۹	NG	LN	FWS	HA
۲	G	LN	BWS	HA	۱۱	G	LN	GWS	HA	۲۰	G	LN	FWS	HA
۳	VG	LN	BWS	HA	۱۲	VG	LN	GWS	HA	۲۱	VG	LN	FWS	HA
۴	NG	MN	BWS	HA	۱۳	NG	MN	GWS	HA	۲۲	NG	MN	FWS	HA
۵	G	MN	BWS	HA	۱۴	G	MN	GWS	HA	۲۳	G	MN	FWS	HA
۶	VG	MN	BWS	HA	۱۵	VG	MN	GWS	HA	۲۴	VG	MN	FWS	HA
۷	NG	HN	BWS	HA	۱۶	NG	HN	GWS	HA	۲۵	NG	HN	FWS	HA
۸	G	HN	BWS	HA	۱۷	G	HN	GWS	HA	۲۶	G	HN	FWS	HA
۹	VG	HN	BWS	HA	۱۸	VG	HN	GWS	HA	۲۷	VG	HN	FWS	HA

Rule	AC	N	T	A	Rule	AC	N	T	A	Rule	AC	N	T	A
۲۸	NG	LN	BWS	EA	۳۷	NG	LN	GWS	EA	۴۶	NG	LN	FWS	EA
۲۹	G	LN	BWS	EA	۳۸	G	LN	GWS	EA	۴۷	G	LN	FWS	EA
۳۰	VG	LN	BWS	EA	۳۹	VG	LN	GWS	EA	۴۸	VG	LN	FWS	EA
۳۱	NG	MN	BWS	EA	۴۰	NG	MN	GWS	EA	۴۹	NG	MN	FWS	EA
۳۲	G	MN	BWS	EA	۴۱	G	MN	GWS	EA	۵۰	G	MN	FWS	EA
۳۳	VG	MN	BWS	EA	۴۲	VG	MN	GWS	EA	۵۱	VG	MN	FWS	EA
۳۴	NG	HN	BWS	EA	۴۳	NG	HN	GWS	EA	۵۲	NG	HN	FWS	EA
۳۵	G	HN	BWS	EA	۴۴	G	HN	GWS	EA	۵۳	G	HN	FWS	EA
۳۶	VG	HN	BWS	EA	۴۵	VG	HN	GWS	EA	۵۴	VG	HN	FWS	EA

۱. اگر «درس مناسب» NG، «زمان» BWS، «ضرورت اخذ» LN و «در دسترس بودن» HA باشد، در نتیجه احتمال انتخاب واحد کم است.<sup>۳۲</sup>
۲. اگر «درس مناسب» G، «زمان» FWS، «ضرورت اخذ» LN و «در دسترس بودن» EA باشد، در نتیجه احتمال انتخاب واحد متوسط است.<sup>۳۳</sup>



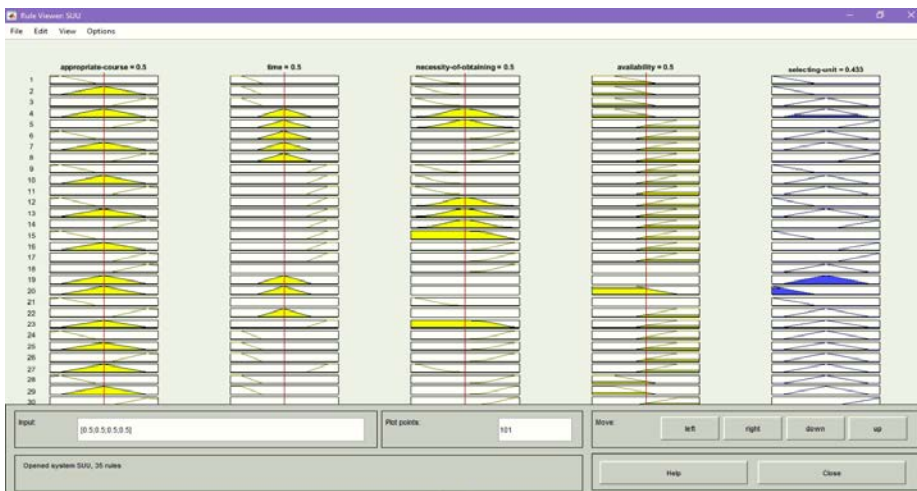
شکل ۶- قاعده‌ها (۱)



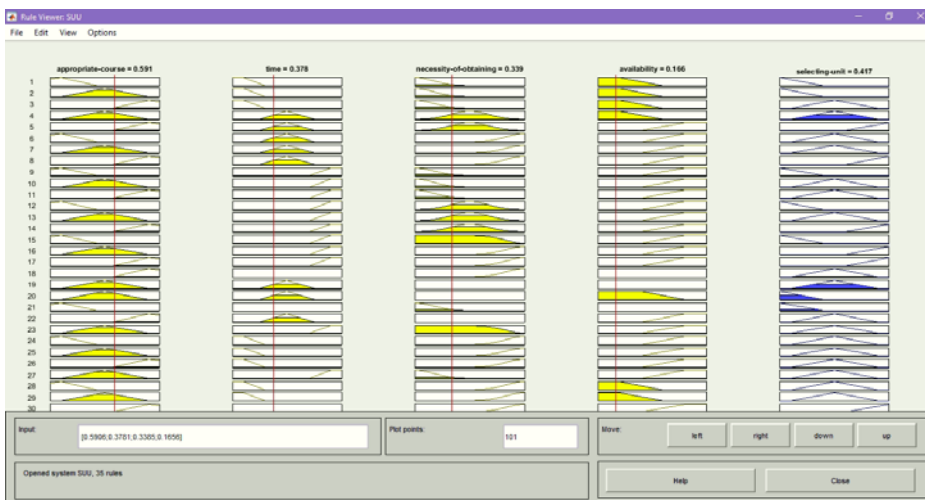
شکل ۷- قاعده‌ها (۲)

32. If (appropriate-course is NG) and (time is BWS) and (necessity-of-obtaining is LN) and (availability is HA) then (selecting-unit is L).
33. If (appropriate-course is G) and (time is FWS) and (necessity-of-obtaining is LN) and (availability is EA) then (selecting-unit is M).

اجرای سیستم: در شکل ۸ یک نمونه از نتیجه ورود متغیرها به سیستم و خروجی حاصل از آن نشان داده شده است.



شکل ۸- نمایش خروجی (۱)



شکل ۹- نمایش خروجی (۲)



شکل ۱۰- نمایش خروجی (۳)

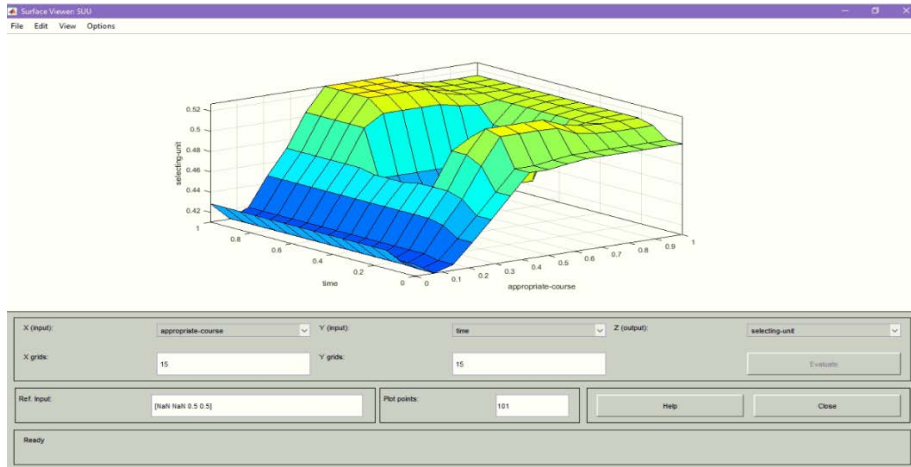
هرچقدر واحد درسی مد نظر از ضرورت بالایی برخوردار باشد، زمان‌بندی بهتری داشته باشد و ضمن ارائه شدن در سیستم با توجه به وضعیت دانشجو باشد، احتمال اخذ آن بالاتر می‌رود. تحلیل حساسیت متغیرها: به‌منظور سنجش عملکرد سیستم اثر تغییر متغیرها بر پاسخ نهایی از طریق تحلیل حساسیت کنترل شده است. افزایش مناسب بودن درس موجب افزایش احتمال اخذ آن می‌شود. بهتر بودن زمان‌بندی برنامه هفتگی لزوماً موجب افزایش احتمال اخذ واحد درسی نمی‌شود، بلکه وابسته به شرایط دیگر هم است، ولی به‌طورکلی، با بهبود زمان‌بندی تا کمی قبل از نیمه موجب افزایش احتمال اخذ درس و بهبود آن تا کمی بعد از نیمه موجب افت این احتمال و مجدد افزایش آن تا آخر بازه موجب افزایش احتمال اخذ درس می‌شود (شکل ۱۱).

افزایش ضرورت اتخاذ درس به‌شدت بر انتخاب واحد تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که با افزایش آن، احتمال اخذ واحد به‌صورت صعودی می‌شود (شکل ۱۲).

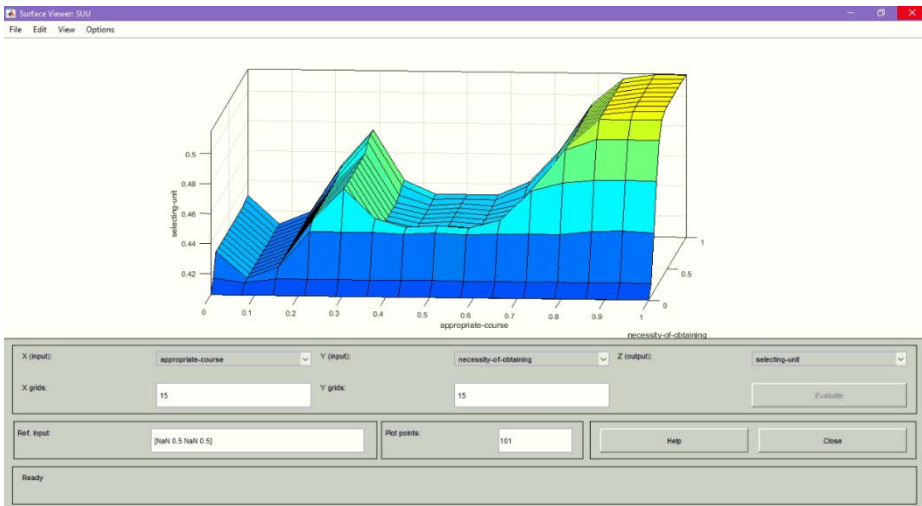
هر چه اتخاذ درس راحت‌تر باشد و نیازی به گفت‌وگو با آموزش دانشگاه برای افزایش ظرفیت یا اعمال سایر تغییرات برای آن وجود نداشته باشد و شرایط آن نیز مناسب دانشجو باشد، انتخاب آن واحد درسی افزایش می‌یابد (شکل ۱۳).

همان‌طور که انتظار می‌رفت، با افزایش ضرورت اتخاذ درس و بهبود شرایط ارائه آن در سامانه، با افزایش انتخاب آن هنگام انتخاب واحد مواجه هستیم (شکل ۱۴).

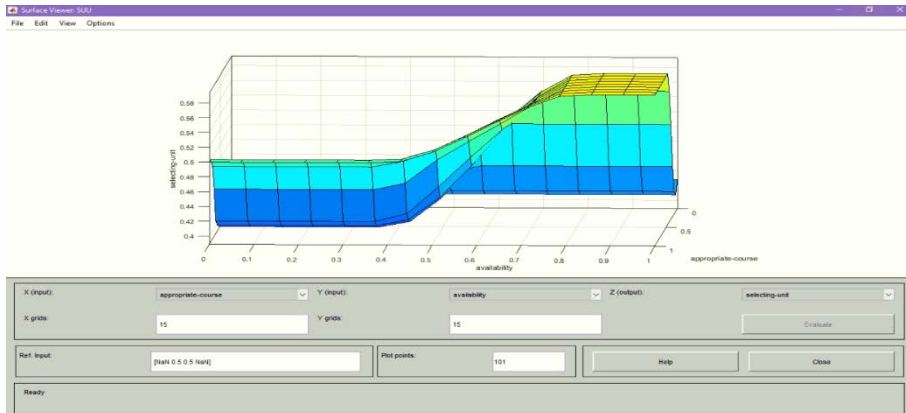
در شکل ۱۵ تأثیر افزایش بهبود وضعیت مناسب واحد درسی در افزایش انتخاب آن واحد نشان داده شده است. در شکل ۱۶ ملاحظه می‌شود که با افزایش در دسترس بودن واحد درسی و تسهیل شرایط ارائه آن در سامانه، انتخاب این واحد افزایش داشته است.



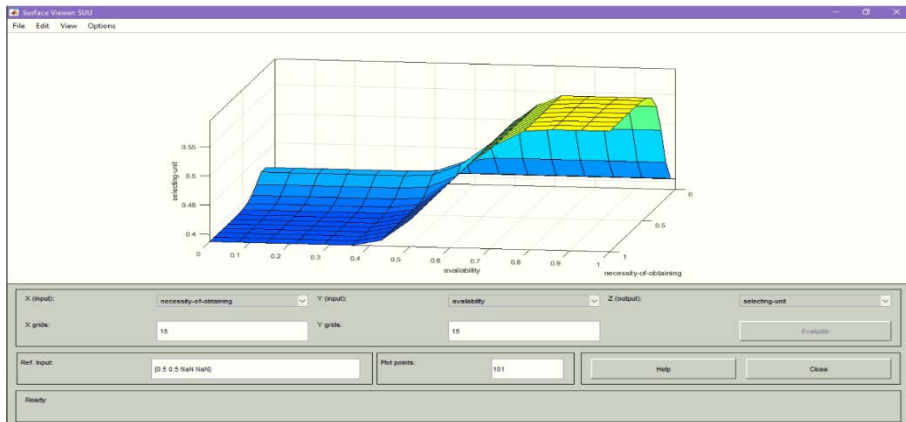
شکل ۱۱- نمایش سه بعدی <sup>۳۴</sup>(متغیرهای ورودی درس مناسب و زمان با خروجی انتخاب واحد)



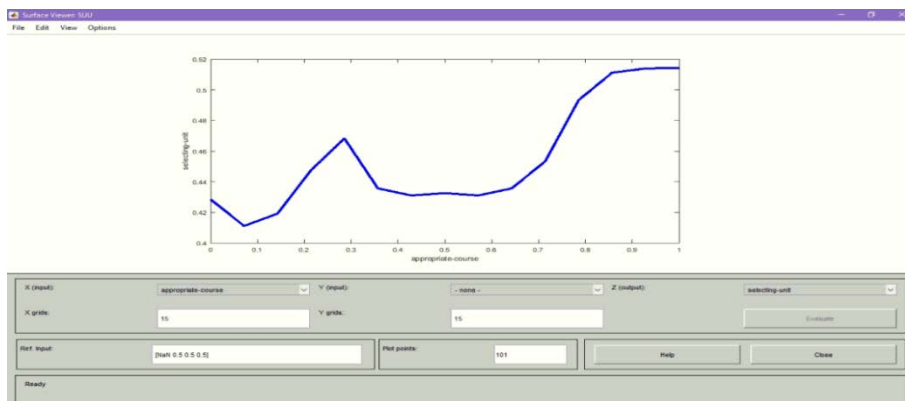
شکل ۱۲- نمایش سه بعدی (متغیرهای ورودی درس مناسب و ضرورت اخذ با خروجی انتخاب واحد)



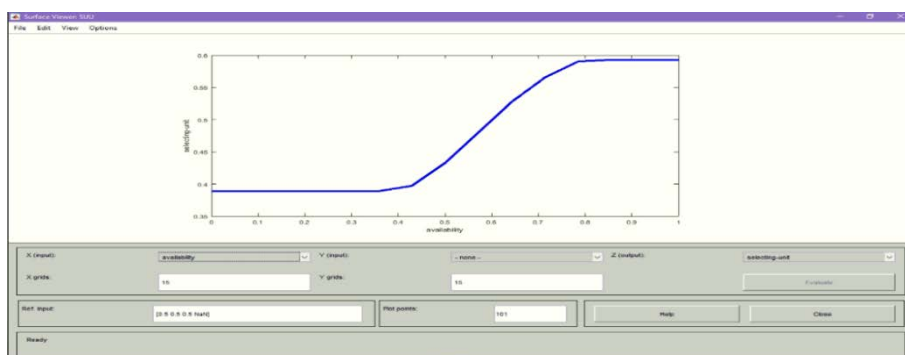
شکل ۱۳- نمایش سه بعدی (متغیرهای ورودی درس مناسب و در دسترس بودن با خروجی انتخاب واحد)



شکل ۱۴- نمایش سه بعدی (متغیرهای ورودی ضرورت اخذ و در دسترس بودن با خروجی انتخاب واحد)



شکل ۱۵- نمایش سه بعدی (متغیر ورودی درس مناسب با خروجی انتخاب واحد)



شکل ۱۶- نمایش سه بعدی (متغیر ورودی در دسترس بودن با خروجی انتخاب واحد)

اعتبارسنجی سیستم پیشنهادی: این سیستم را ۲۰ نفر از دانشجویان رشته مدیریت فناوری اطلاعات برای انتخاب واحد استفاده کردند و از آنها درباره رضایت از نتیجه، سهولت استفاده و سرعت رسیدن به جواب پرسش شده است که نتایج نشان می‌دهد ۸۴ درصد از آنها از نتیجه رضایت داشته‌اند، ۷۳ درصد استفاده از سیستم را ساده دانسته‌اند و ۸۸ درصد معتقد بودند که پاسخ سؤالاتشان را سریع گرفته‌اند.

### نتیجه‌گیری

یکی از عوامل مؤثر و مفید در موفقیت دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت فناوری اطلاعات انتخاب واحد صحیح در شروع ترم‌های تحصیلی با توجه به توانایی و موقعیت دانشجویست. در این تحقیق برای حل مسئله انتخاب واحد دانشجو یک سیستم خبره فازی ارائه شد که در آن از متغیرهای زبانی فازی



برای مدل‌سازی مسئله استفاده شده است. از جمله مزایای سیستم طراحی شده در این پژوهش نسبت به سایر سیستم‌های ایجادشده در کارهای پیشین، فازی بودن آن، نوشته شدن با زبان MATLAB و رده‌بندی متغیرهای اثرگذار در انتخاب واحد دانشجو در دسته‌های مختلف، در نظر گرفتن تجربه‌ها و توجه کردن به عوامل کیفی اثرگذار است. به‌طورکلی، در این سیستم تمام جنبه‌های مؤثر در انتخاب واحد از جمله پیش‌نیازی، معدل، زمان ارائه دروس، شرایط ارائه آن در سیستم، اولویت‌بندی دروس، تعیین تمام برنامه‌های ممکن و قابل اخذ که تداخل زمانی در آنها وجود نداشته باشد و ... را در نظر گرفته شده است و به دانشجو پیشنهاد می‌کند که واحد درسی مربوط را اتخاذ کند یا خیر. هدف ما طراحی یک سیستم پویا متناسب با وضعیت دانشجو بود. دقت سیستم پیشنهادی با داده‌های آزمایشی ارزیابی شده و نتایج به‌دست آمده حاکی از مطلوب بودن سیستم است.

### پیشنهادها

برخی از کارهایی که می‌توان در آینده برای افزایش دقت و بهبود عملکرد سیستم انتخاب رشته انجام داد عبارت‌اند از:

۱. اخذ دانش از تعداد بیشتری خبره و از مناطق مختلف کشور؛
۲. ارائه دلیل پیشنهاد به کاربر؛
۳. وب بیس شدن سیستم؛
۴. طراحی سیستم خبره فازی برای تعیین اولویت‌های دوم تا چهارم؛
۵. اضافه شدن تجربه‌های کاربری به آن؛
۶. پژوهش درباره امکان ارتباط این سیستم با سیستم آموزش دانشکده.

### References

1. Rahmati, S.Gh., & Qaderzadeh, A. (2015). Designing a unit selection recommendation system with the help of clustering, classification techniques and association rules to improve the quality of education. Shushtar Branch Young Researchers and Elites Club.
2. Sarabandi, A., Rajaei, A., & Roshandel Varkati, A. (2017). Designing an expert system for student unit selection. Shahid Chamran University of Ahvaz, February 7.
3. Dunstan, N.ET. (2010). An enrolment tool to generate expert systems for university courses. In *Expert systems, Petrica Vizureanu (Ed.)*. ISBN: 978-953-307-032-2, InTech, DOI: 10. 5772/7071. Retrieved from <http://www.intechopen.com/books/expert-systems/et-anenrolment-tool-to>

- generate-expert-systems-for-university-courses or the short link <http://bit.ly/19nbn6>. Accessed on November 14, 2013.
4. Engine, G., Aksoyer, B., Avdagic, M., Bozanli, D., Hanay, U., Maden, D., & Ertek, G. (2014). Rule-based expert systems for supporting university students. *Procedia Computer Science*, 31, 22 - 31.
  5. Salmani Asl, M., & Habib Oghli, A. (2018). Designing a university unit selection system based on expert systems. 3rd International Conference on Electrical Engineering.
  6. Daramola, O., Emebo, I.T., Afolabi, & Ayo, C.K. (2014). Implementation of an intelligent course advisory expert system. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 5(4).
  7. Fritz H Grupe (2002). An internet-based expert system for selecting an academic major. *The Internet and Higher Education Journal*, pp. 333-334.
  8. Deorah, S., Goel, & Sridharan, S. (2010). SAES- Expert System for advising academic major. In IEEE 2nd International Conference on Advance Computing (IACC), pp. 331-336.
  9. Afify, E., & Nasr, M. (2017). *A proposed mode for a web-based academic advising system*. 09 (02), 3345-3361. ISSN: 0975-0290.
  10. Al-Ghamdi, A., Al Ghuribi, S., Fadel, A., Al-Aswadi, F., & Al-Ruhaili, T. (2012). An expert system for advising postgraduate students. 3 (3), 4529-4532.
  11. Dunstan, N. (2008). Generating domain-specific web-based expert systems. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 686-690, ISSN: 0957-4174.
  12. Yaghini, M., Akbari, A., & Sharifi, S.M.M. (2008). Classification of students and extraction of existing relationships in the university educational system. 3rd Iranian Data Mining Conference, Tehran [in Persian].
  13. Noori, B., Maghsoudi, B., & Sheikh Ahmadi, S. (2010). Finding related courses through the shopping cart algorithm and its effect on score prediction through the decision tree algorithm. Iran Data Mining Conference. 4 (1244).
  14. Azlan, N.I.D., Awang, M.K., & Mamat, A.R. (2017). Course recommendation based on academic qualification and personality type

using rule-based technique. *World Applied Sciences Journal*, 35(10), 2133-2137.

15. Poursaleh, R., & Dirhami, W., Alami Jan Harandi, F. (2018). *Designing a fuzzy expert system to propose the choice of field of study*. Noshirvani University of Technology, Babol, Page 24-30 [in Persian].
16. Fernandes, M. (2021). Expert system with PROLOG tos simulink, MATLAB Central File Exchange. Retrieved June 25, 2021.
17. Goni, I., Gumpy, J.M., & Zira, P.B. (2018). Designing a fuzzy rule based system to predict students academic performance in Adamawa State University Mubi. *Archives of Applied Science Research*, 10(2), 27-34.

