

شخصی سازی محیط یادگیری الکترونیکی به کمک توصیه گر فازی مبتنی بر تلفیق سبک یادگیری و سبک شناختی

نفیسه صابری* غلامعلی متظر**

* دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی فنی، دانشگاه تربیت مدرس

** دانشیار، دانشکده‌ی فنی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

شناسایی اولویتها و ویژگیهای یادگیرندگان امری ضروری در شخصی سازی محیط آموزش الکترونیکی است به طوری که بدون شناخت ویژگیهای ذهنی یادگیرنده از یک طرف و رویکردهای یادگیری از طرف دیگر شخصی سازی تحقق نمی‌یابد. هرچه این شناخت کاملتر و با دقت بیشتری انجام پذیرد، مدل یادگیرنده مبتنی بر این شناخت از قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار است. در این تحقیق تلاش شده تا از تلفیق نظریات مؤثر در شناسایی رویکردهای یادگیری مانند سبک یادگیری و سبک شناختی استفاده شود. برای کاهش عدم قطعیت در بیان نظریات یادگیرندگان، از منطق فازی بهره برده‌ایم. این تحقیق در قالب سیستم توصیه گر فازی در بطن سامانه آموزش هوشمند در یک نیمسال تحصیلی بر روی تعدادی از دانشجویان دوره های آموزش الکترونیکی در رشته مهندسی در دو مرحله اجرا شد؛ بدین ترتیب که در گام اول و بر روی نیمی از درس پارها از توصیه های مبتنی بر سبک یادگیری و در گام بعد و بر روی نیمه دوم درس پارها، از هم افزایی توصیه‌های مبتنی بر سبک یادگیری و سبک شناختی با هم استفاده شد. در تمامی مراحل ارائه دروس، توانمندی یادگیرندگان بر اساس نظریه پرسش-پاسخ فازی پایش و ارزیابی می‌شود. بعد از تلفیق توصیه‌ها بهبود چشم‌گیری در معیارهای سنجش سامانه-های آموزش هوشمند ملاحظه می‌گردد که بیانگر دقت بالای توصیه‌های ارائه شده در زمان مناسب است، به طوری که زمان

یادگیری مؤثر و میزان ارجاع به آموزشیار(استاد) کاهش یافته و نگرش نسبت به محیط آموزش الکترونیکی که به صورت افزایش میزان رضایت و موفقیت تحصیلی تعریف می‌شود رشد داشته است.

کلیدواژگان: یادگیری الکترونیکی، شخصی سازی، سبک-یادگیری، سبک‌شناختی، سیستم توصیه‌گر فازی.

۱- مقدمه

در نظام یادگیری الکترونیکی، یادگیرندگان مختلفی با توجه به دانش پیش‌زمینه، سن، تجربیات، پیش‌زمینه فرهنگی، شغل، انگیزه و اهداف وجود دارند و یادگیرنده خود عهده دار یادگیری است؛ بدین لحاظ شخصی سازی محیط، امری بسیار حیاتی تلقی می‌شود [۱]. به بیان دیگر بدون رویکردهای تطبیق پذیری، یادگیری مؤثر اتفاق نمی‌افتد [۲] به دلیل نبود شخصی سازی مناسب در نظام های آموزش الکترونیکی، این نظام ها نتوانسته اند به نحوی شایسته پاسخگوی روند رو به رشد تقاضا همراه با موفقیت و رضایت تحصیلی باشند.

محیط‌های یادگیری هوشمند^۱ محیطی را فراهم می‌کند که به کمک آن می‌توان کاربران را هنگام کار با رایانه پایش^۲ کرد و به آنها در انجام وظایف و تکالیفشان یاری رساند. ضمن اینکه این محیط با ایجاد بازخوردی مناسب، به یاد دهنده کمک می‌کند

نظریات، بتوان با سرعت بیشتر و نیز با هزینه کمتری به تخمین دقیق تری رسید. شایان ذکر است که این رویکرد راهگشای معضل نبود معادل مناسبی بین سامانه های مدیریت محتوا و پارامترهای مطرح در پرسشنامه های نظریات روان شناختی برای شناخت یادگیرنده است که حاصل آن نیز ارائه سامانه توصیه گر قابل اعتماد است.

با توجه به نکات فوق ساختار مقاله بدین شرح است: در بخش دوم نظریات یادگیری و شناختی و کاربرد آنها در تطبیق پذیری محیط یادگیری الکترونیکی بیان می شود، سپس در بخش سوم چارچوب پیشنهادی سیستم توصیه گر فازی برای شخصی سازی محیط یادگیری ارائه و پس از آن نحوه کارکرد سیستم در محیطی واقعی در بخش چهارم و ارزیابی عملکرد آن در بخش پنجم بیان می شود و سرانجام در بخش ششم نتیجه گیری مقاله ذکر می گردد.

۱- سبک یادگیری و سبک شناختی

مطالعه تأثیر تفاوت های فردی در یادگیری از دیرباز و از سال ۴۲۷ قبل از میلاد توسط سقراط و افلاطون مورد توجه بوده است [۱۱]. مارتون^۵ در سال ۱۹۸۸ میلادی مسائل مربوط به فرایند یادگیری را به دو بخش تفکیک کرد: «چه چیزی آموخته می شود؟» و «چگونه آموخته می شود؟». رویکرد های مختلفی در پاسخ به سؤال دوم مطرح است که از جمله آنها سبک های یادگیری و شناختی است. از مفهوم «سبک» برای انطباق محیط یادگیری با یادگیرنده، در سطح وسیعی استفاده شده است به طوری که یادگیرندگان در محیطی که سبک تدریس معلم منطبق بر سبک یادگیری آنها باشد، یادگیری بهتری دارند ضمن اینکه در محیطی که با اولویت های آنها تطابق وجود نداشته باشد با مشکلات یادگیری مواجه می شوند [۱۳، ۱۴]. «سبک شناختی» به روش های مختلف پردازش اطلاعات اطلاق شده در صورتی که «سبک یادگیری» ترکیبی از سبک شناختی همراه با راهبردهای یادگیری^۶ است. سبک یادگیری از مفاهیم سبک شناختی به طور عملی استفاده می کند؛ به بیان دیگر با حرکت از سبک شناختی به سمت سبک یادگیری، مفهوم توانایی پردازش اطلاعات به طور خاص به سمت اولویت های یادگیرنده در چگونگی پردازش اطلاعات سوق می یابد [۱۵]. به طور کلی، به روش معمول فرد در حل مسأله، تفکر، ادراک، شیوه پردازش اطلاعات و یادآوری، سبک شناختی و به باورها، اولویت ها و رفتارهای

تا راهنمایی مناسب تری را به یادگیرنده ارائه کند به طوری که با صرف کمترین زمان، بیشترین کارایی را داشته باشند [۳، ۴، ۵]. از دیگر ویژگیهای محیط یادگیری شخصی شده تسهیل در دسترسی به منابع شخصی شده و بکارگیری سیستم های توصیه گر در ارائه توصیه های مناسب است. بنابراین وجود بازخورد از طرف یادگیرنده و پیشنهاد یک سیستم توصیه گر مبتنی بر ویژگیهای یادگیرنده و دانش یاددهنده، راهگشاست. بکارگیری سیستم های توصیه گر در تجارت الکترونیکی بسیار گسترده است ولی کاربرد آن در آموزش الکترونیکی سابقه چندانی ندارد [۶]. تمرکز سیستم های توصیه گر در محیط آموزش الکترونیکی به ارائه محتوای درسی شخصی شده بر اساس اولویتهای کاربر خلاصه می شود [۶، ۷، ۸، ۹].

کیفیت توصیه ها در محیط آموزش الکترونیکی نیز بسیار حائز اهمیت است؛ به طوری که اگر توصیه ای ارائه شود که یادگیرنده قبلاً آن را دریافت کرده باشد و یا به آن نیازی نداشته باشد به کاهش نگرش مثبت وی به توصیه ها و بی توجهی به آنها می انجامد. به همین دلیل لازم است سامانه های توصیه گر^۱ در ارائه توصیه به یادگیرندگان از دقت بالایی برخوردار باشند که بکارگیری منطبق فازی در کاهش عدم قطعیت و ارائه توصیه های مبتنی بر مدل یادگیرنده قابل اعتماد، راهگشاست.

از طرف دیگر تحقیقات نشان می دهد که یادگیرندگان ضعیف، بیشترین منفعت را از سیستم های تطبیقی^۲ می برند [۱۰] برای نیل به این هدف باید مدلی از دانش یادگیرنده، به همراه اهداف و اولویتهای یادگیری و توصیه هایی مبتنی بر دانش پیشین، فرایند و اهداف یادگیری طراحی شود تا بتواند ضامن موفقیت تحصیلی باشد [۸]. همچنین در نظر گرفتن توانایی یادگیرنده و تطبیق محتوا و آزمونها با توانایی وی، عملکرد و کیفیت یادگیری یادگیرنده را افزایش خواهد داد [۲] لازمه تحقق این امر، شناخت کامل و جامعی از یادگیرنده است. نظریات مختلفی در این مسیر راه گشاست که مهمترین آنها نظریات سبک یادگیری^۳ و سبک شناختی^۴ برای تفسیر تفاوت های فردی افراد و خلق مدل یادگیرنده شخصی شده و نیز نظریه پرسش و پاسخ برای تطبیق آزمونها و درس پارها با توانمندی یادگیرنده است. هدف این مقاله آن است که با ترکیب نظریات اصلی در استخراج ویژگیهای یادگیرنده و معرفی روابط موجود بین این

1. Recommender System
2. Adaptive Educational System
3. Learning Style
4. Cognitive Style

5. Marton
6. Learning Strategy

[۱۳،۲۱] سبک یادگیری فلدرسیلورمن بنا به ادعای محققان در سالهای اخیر در علوم پایه و آموزش های مهندسی، دارای بهترین ساختار و نتایج است و همچنین آهنگ تغییرات بسیار کندی را در طول زمان دارد [۲۲]. برای ایجاد تمایز بین اولویت های یادگیرندگان، سبک یادگیری را با چهار توصیف گر مستقل بیان می کنند: یادگیرنده حسّی / شهودی^{۱۶}، بصری (دیداری) / شفاهی (کلامی^{۱۷} یا متنی)، فعال / متفکر^{۱۸} و ترتیبی / کلی^{۱۹} [۲۳] بر اساس [۲۴] به عنوان مثال یادگیرندگان حسّی تمایل به یادگیری از طریق مواجهه با واقعیت ها و حل مسائل از روش های کاملاً واضح دارند، به جزئیات اهمیت می دهند و در انجام کارهای آزمایشگاهی خوب عمل می کنند. یادگیرندگان شهودی بیشتر به کشف روابط تمایل دارند، از تکرار متنفرند و ابداع را دوست دارند و در یادگیری امور انتزاعی و فرمول های ریاضی بهتر عمل می کنند. یادگیرنده^{۲۰} حسّی در مقایسه با یادگیرنده^{۲۱} شهودی عملی تر و دقیق تر است و اگر به نحوه ارتباط اطلاعات با جهان واقعی پی ببرد، می تواند اطلاعات را به خوبی بفهمد و به یاد آورد. یادگیرندگان حسّی به دروسی که با جهان واقعی ارتباط آشکاری ندارد، علاقه مند نیستند.

سبک تفکر، شیوه ترجیحی افراد در استفاده از تواناییهای فردی آنهاست. همان طور که برای اداره و مدیریت جامعه شیوه های متفاوتی وجود دارد، برای بهره گرفتن از تواناییهای افراد هم روش های مختلفی وجود دارد [۲۵]. بُعد همگرا - واگرایی سبک یادگیری کلب را به عنوان یک سبک تفکر مستقل در نظر می گیرند [۲۶]. به عنوان نمونه یادگیرندگان همگرا در حل مسائل واقعی موفق ترند در حالی که یادگیرندگان واگرا علاقه مندی بیشتری به نوآوری و انجام کارهای خلاق دارند و اگر آزمون به صورت تشریحی برگزار شود و در پاسخگویی محصور به چند گزینه نباشند، موفق تر هستند [۱۴] افراد همگرا با نمایش، نمودار و دست نوشته استاد و افراد واگرا با بحث گروهی یادگیری بهتری دارند [۱۹]. یادگیرنده همگرا نسبت به یادگیرنده واگرا در حل مسائل بیشتر به انجام دادن کار و آزمایش اهتمام می ورزد تا اینکه صرفاً مشاهده و تفکر کند و برای کسب اطلاعات بیشتر بر

ترجیحی در شیوه تعامل با یاد دهنده، سایر یادگیرندگان و محتوای درس و همچنین نحوه پردازش اطلاعات، پاسخ دهی و استفاده از محرک های موجود در زمینه یادگیری، تمایل فرد به یادگیری و انطباق او با محیط، سبک یادگیری گونید [۱۳،۱۴،۱۶،۱۷].

پنج سبک مهم شناختی عبارتند از: سبک شناختی وابسته به زمینه / ناوابسته به زمینه (سبک ویتکین^۱)، سبک شناختی تکانشی و تأملی^۲، سبک شناختی رایدینگ^۳، سبک شناختی مایرز و بریگز^۴ و سبک شناختی گریگورک^۵. سبک شناختی ویتکین یکی از مهمترین سبکهای شناختی است؛ وی معتقد بود که قضاوت های ادراکی برخی افراد تحت تأثیر زمینه قرار می گیرد، در حالیکه زمینه در افراد دیگر تأثیر ندارد یا تأثیر کمی دارد. مفاهیم کلی- تحلیلی نیز امروزه مترادف با این سبک به کار می رود [۱۸]. برخی از ویژگیهای یادگیرنده ناوابسته عبارت است از: ادراک تحلیلی، علاقه مندی به نظریات، درونگرایی، عدم ایجاد ارتباط بین مفاهیم برای درک بهتر، علاقه مند به مفاهیم جدید و تأثیر نپذیرفتن از محیط [۹،۱۹] همچنین یادگیرنده ناوابسته پیشرفت تحصیلی بهتری نسبت به یادگیرنده وابسته دارد [۱۷].

ویژگی دیگری که در شخصی سازی محیط آموزش الکترونیکی مورد توجه واقع شده، توانمندی شناختی^۶ است که بر نقش موقتی ذخیره اطلاعاتی که اخیراً دریافت شده، تأکید دارد و مشتمل بر ظرفیت حافظه کاری^۷، توانمندی استدلال^۸، سرعت پردازش^۹ و مهارت یادگیری^{۱۰} است [۲۰]. به عنوان نمونه یادگیرنده ای که ظرفیت حافظه کاری بالایی دارد، توان پاسخگویی به سوالات تحلیلی را که مستلزم تجمیع بیش از یک تکه اطلاعاتی در ذهن همراه با دانش پیشین است دارد. از این ویژگی در ارائه توصیه هایی به طراح محیط آموزشی و یاددهنده در میزان حجم مطالب درسی، میزان جزئیات ارائه شده، تعداد منابع معرفی شده و ساختار محتوای درسی استفاده می شود.

پنج سبک مهم یادگیری نیز عبارتند از: مدل مایرز^{۱۱}، مدل کلب^۱، مدل فلدرسیلورمن^{۱۳}، مدل هرمان^{۱۴} و مدل دان-دان^{۱۵}.

1. Witkin model
2. Impulsivity-reflection
3. Riding Cognitive Style
4. Meyers-Briggs type indicator (MBTI)
5. Gregore's Energetic Model of Style
6. cognitive traits
7. working memory capacity
8. inductive reasoning ability
9. information processing speed
10. Associative Learning Skills
11. Myers-Briggs type indicator (MBTI)

12. Kolb learning style model
13. Felder and Silverman learning style model (FSLSM)
14. Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI)
15. Dunn and Dunn model
16. Sensitive/Intuitive
17. Visual/ Verbal
18. Active/ Reflective
19. Sequential/general

دیگران تکیه می کند و ارتباط متقابل با دیگران را دوست دارد [۱۷] و همچنین بین واگرا- همگرایی و ظرفیت حافظه کاری ارتباطی معنی دار وجود دارد به طوری که یادگیرنده واگرا، ظرفیت حافظه کاری بالاتری دارد [۲۷].

در محیط یادگیری لازم است سبک یادگیری همراه با سبک تفکر لحاظ شود و باید سبک تفکر، سبک آموزش و شیوه های ارزیابی مکمل یکدیگر باشند [۲۸]. علاوه بر این بین واگرا- همگرایی یادگیرنده و ابعاد سبک یادگیری فلدرسیلورمن نیز ارتباط معنی داری وجود دارد به طوری که یادگیرنده فعال، واگرا و یادگیرنده تأملی، همگراست [۱۹].

اینک با شناخت سبک یادگیری و شناختی و همچنین قابلیت آنها در شخصی سازی محیطهای یادگیری، در ادامه سیستم توصیه گری را مبتنی بر تلفیق سبک یادگیری و شناختی طراحی می کنیم.

سیستم توصیه گر به ابزاری برای کاهش پیچیدگی و زمان جستجو در دستیابی به اطلاعات مورد نظر اطلاق می شود. هدف از به کارگیری سیستم توصیه گر در نظام یادگیری، ارائه توصیه های شخصی شده به یادگیرنده و یاددهنده، انطباق یادگیرنده با سیستم آموزشی و رسیدن به رضایت و موفقیت تحصیلی است. شایان ذکر اینکه نه تنها هماهنگی اولویت های یادگیرنده با سیستم آموزشی اهمیت دارد بلکه زمان، چگونگی ارائه توصیه ها و برنامه های درسی و دقیق بودن آنها نیز مهم است [۲۹] در یک دسته بندی، سیستمهای توصیه گر را بر اساس نوع اطلاعات ورودی به دو گروه «مبتنی بر محتوا» و «مبتنی بر همکاری»^۲ تقسیم می کنند. در سیستمهای مبتنی بر محتوا، توصیه ها بر اساس ساختار و اولویت های ثبت شده یادگیرنده، ارائه می شود ولی در سیستمهای مبتنی بر همکاری، توصیه ها بر اساس مسائل جذاب و محرک همکاری متقابل ارائه می شود برای گروه است [۳۰]. در شکل ۱ چارچوب سیستم توصیه گر فازی برای به کارگیری در محیط یادگیری الکترونیکی نشان داده شده است.

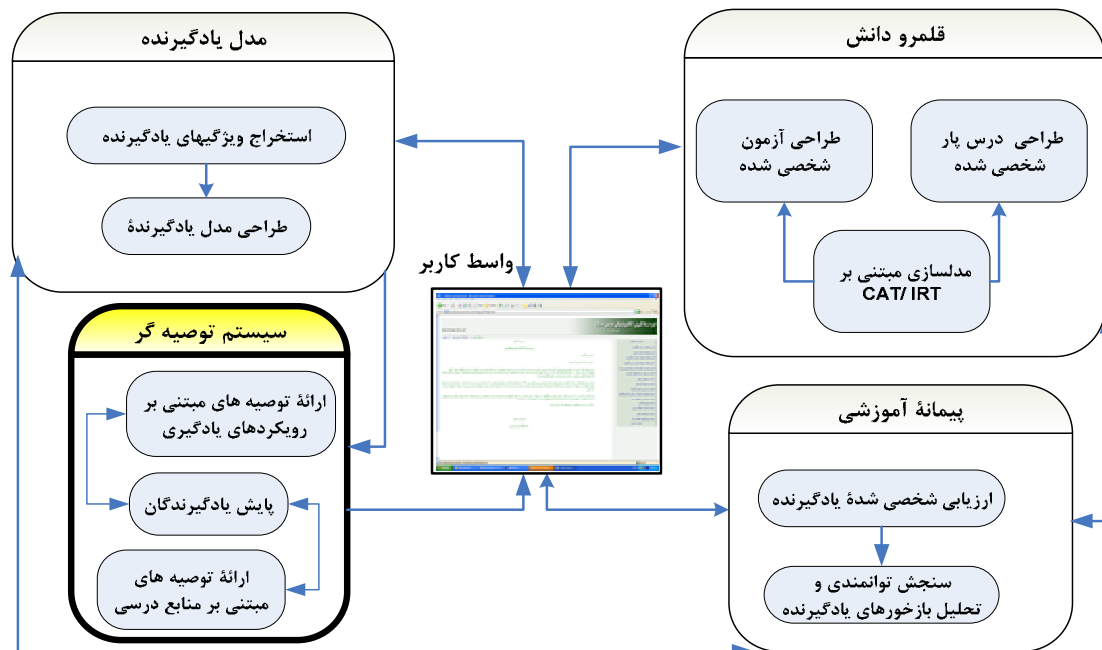
معماری پیشنهادی شامل پنج بخش به شرح زیر است:

۱-۳- قلمرو دانش

در این بخش درس پارها و آزمون ها توسط خبرگان و مبتنی بر نظریه پرسش- پاسخ و با در نظر داشتن سطوح توانمندی

۲- طراحی سیستم توصیه گر فازی برای شخصی سازی محیط یادگیری

فرایند آموزش در نظام یادگیری الکترونیکی نیازمند پایش دائمی یادگیرنده و وجود تعاملات پویا بین یادگیرنده و سیستم است. سیستم های توصیه گر نقش به سزایی را در این فرایند



شکل ۱: معماری سیستم توصیه گر فازی در محیط یادگیری الکترونیکی

1. Content Based
2. Collaborative Filtering

ایفا می کنند و تأثیر عمیقی بر شخصی سازی محیط دارند.

یادگیرندگان تهیه و در بانکهای مربوطه ذخیره می‌شوند.

۳-۲- مدل یادگیرنده

در این بخش ویژگیهای یادگیرنده مبتنی بر تلفیق نظریات سبک یادگیری، سبک شناختی و سبک تفکر استخراج و بر اساس آن مدل یادگیرنده ساخته می‌شود.

بدین منظور فرض می‌کنیم $X = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ نشان دهنده یادگیرندگان (مثلاً دانشجویان)، $C = (c_1, c_2, \dots, c_m)$ معیارهای شناخت یادگیرنده و $R_i = (r_{i1}, f_{i1}, \dots, f_{ip})$ نیاز یادگیرنده به منابع درسی باشد. علاوه بر این فرض می‌کنیم منابع درسی (R_i) با ویژگیهایی همچون میزان سختی درس (مبتنی بر نظریه پرسش-پاسخ) و ویژگیهای محتوایی مبتنی بر نظریات سبک یادگیری و شناختی مرتبط است. توصیه‌های سیستم را نیز با نماد $L_i = (l_{i1}, l_{i2}, \dots, l_{ik})$ نشان می‌دهیم. به عنوان نمونه داریم:

For x_i
 IF $(c_1 \text{ is } v_{1i} \text{ AND } c_2 \text{ is } v_{2i} \dots \text{ AND } c_m \text{ is } v_{mi}) \text{ AND } (r_{ij} \text{ is } r_{ij} \text{ AND } \dots \text{ AND } f_{pj} \text{ is } f_{pj}) \text{ THEN}$
 $L_{i1} \text{ is } l_1 \text{ AND } l_2 \dots \text{ AND } l_k.$

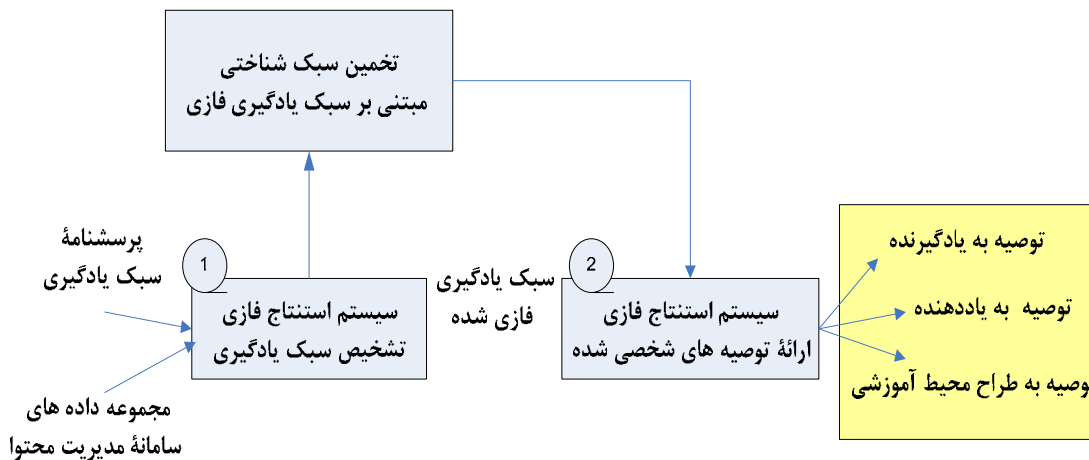
تعیین حدود تغییرات واژگان زبانی سبک یادگیری و قواعد لازم با تأیید خبرگان و نتایج تحقیقات قبلی به دست آمده است. هر قاعده از مجموعه ای متغیر ترکیب شده که مقادیر هر یک از این متغیرها به صورت زبانی (زیاد، متوسط و کم) هستند که سیستم توصیه‌گر فازی از این قواعد برای استنتاج استفاده می‌کند

در این مقاله تلاش می‌شود تا سبک یادگیری به طور دقیق استخراج شده و سپس به دلیل ارتباط معنی دار آن با سبک

شناختی، ویژگیهای مهم یادگیری مبتنی بر سبک شناختی نیز به دست آید. به همین دلیل از نظریه فازی برای حصول سبک یادگیری استفاده می‌شود. همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود، از دو سیستم استنتاج فازی استفاده می‌گردد که نتایج سیستم اول به عنوان ورودی سیستم دوم به کار می‌رود.

ورودی سیستم استنتاج اول، نتایج پرسشنامه سبک یادگیری است که با فرض سه معیار برای هر یک از ابعاد، ۶۳ قاعده در حالت بکارگیری پرسشنامه و ۸۱ قاعده در حالت بکارگیری مجموعه داده های سامانه مبتنی بر نظریه سبک یادگیری و نظر خبرگان تولید شد.

در سیستم استنتاج مذکور، استفاده از مجموعه قواعد فازی کامل ممکن نبود چرا که با تعداد زیاد متغیر ورودی که هریک سه واژه زبانی دارند، کار پردازش ناممکن می‌شد و همچنین وجود قواعدی که از ارزش چندانی برخوردار نبودند سبب کندی محاسبات و تصمیم گیری می‌شد. در این تحقیق تلاش شد تا قواعد نهفته نزد خبرگان و متون موضوع، تمامی ترکیب‌های ممکن برای قواعد را پوشش دهد. همچنین قواعدی که توسط قواعد مشابه پوشش داده می‌شدند از پایگاه قواعد حذف شدند. لذا کامل نبودن قواعد، مشکلی برای در نظر نگرفتن تمامی شرایط موجود ایجاد نمی‌کند. سازگاری در بین قواعد پایگاه قواعد به طور کامل رعایت شد و قواعدی که سبب ناسازگاری بودند با مشاوره خبرگان حذف شدند. ضمن این که تمامی قواعد بررسی شد تا در صورت نزدیک بودن شرایط بخش "اگر" قواعد، با توجه به تابع تعلق خروجی قاعده، با یکدیگر اشتراک داشته باشند تا خاصیت پیوستگی در



شکل ۲: فرایند تولید توصیه های شخصی شده مبتنی بر سبک در مدل یادگیرنده فازی

۳-۳- پیمانۀ آموزشی

این زیر سیستم عهده دار برگزاری آزمون، ارائه درس پار شخصی شده و سنجش توانمندی یادگیرندگان است و با تحلیل پاسخهای پیش آزمون و پس آزمون قبل و بعد از ارائه هر درس پار بر اساس نظریۀ پرسش- پاسخ فازی به سنجش توانمندی یادگیرنده پرداخته و درس پار بعدی را متناسب با توانایی یادگیرنده در اختیار وی قرار می دهد.

در این سامانه پس آزمونها به صورت تطبیقی به یادگیرنده ارائه می شوند، بدین منظور آخرین توانایی ثبت شده یادگیرنده از پرونده وی استخراج و با توجه به آن پس آزمونی متناسب با توانایی یادگیرنده به وی ارائه می کند. توانایی یادگیرنده به کمک روش بیشترین شباهت^۱ و مبتنی بر نظریۀ پرسش و پاسخ برآورد می شود. همچنین نتایج پس آزمونها را از زیر سیستم واسط یادگیری دریافت و توانایی یادگیرنده را روز آمد می کند. برای محاسبۀ توانایی یادگیرنده از رابطه (۱) استفاده می شود (Baker, 2001):

$$\theta_{s+1} = \theta_s + \frac{\sum_{i=1}^N a_i [u_i - F_i(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^N a_i^2 [F_i(\theta_s)] [Q_i(\theta_s)]} \quad (1)$$

در این رابطه، N بیانگر تعداد آزمون، θ_s تخمین توانایی در مرحله s ، a_i پارامتر تفکیک برای سؤال i ام (در حین تخمین، توانایی یادگیرنده را برابر با یک فرض می کنیم)، u_i پاسخ یادگیرنده به سؤال i ام، $F_i(\theta_s)$ احتمال پاسخ درست به سؤال i ام در سطح توانایی θ_s (یعنی احتمال اینکه یادگیرنده بتواند درس پار i ام را کاملاً بفهمد) و $Q_i(\theta_s)$ احتمال پاسخ نادرست به سؤال i ام در سطح توانایی θ_s است. برای محاسبه $F_i(\theta_s)$ از رابطه (۲) استفاده می شود [31,32].

$$F_i(\theta) = \frac{e^{(\theta - b_i)}}{1 + e^{(\theta - b_i)}} \quad (2)$$

تخمین توانمندی یادگیرنده قبل و بعد از آزمون در جدول ۱ آمده است. همچنان که مشاهده می شود یادگیرنده شماره ۱۸ از نظر علمی، توانمندی بالا و یادگیرنده شماره ۱۶، توانمندی پایینی دارد، بنابراین پس از ارائه تطبیقی درس پار جلسه بعد، آزمون بعدی متناسب با توانمندی یادگیرندگان بوده به طوری که به عنوان مثال سطح دشواری آزمون برای یادگیرنده شماره ۱۶ بالاتر خواهد بود.

پایگاه قواعد برقرار باشد. در این مقاله از سیستم استنتاج ممدانی^۱، تابع عضویت مثلثی^۲ و نافازیگر گرانیگاه^۳ استفاده شده است.

خروجی اولین سیستم استنتاج فازی، تخمین ابعاد سبک یادگیری هریک از یادگیرندگان است. نمونه ای از قواعد به شرح زیر است: «اگر یادگیرنده در پاسخ به پرسش ۳۷ پرسشنامه فلدر و سیلورمن، گزینه الف را انتخاب کرده و میزان تناسب این گزینه را با خود در حد «متوسط» بدانند و در پاسخ به پرسش ۱، «گزینه الف» را انتخاب کرده و میزان تناسب این گزینه را با خود در حد «زیاد» بدانند و در پاسخ به پرسش ۱۳، «گزینه الف» را انتخاب کرده و میزان تناسب این گزینه را با خود در حد «کم» بدانند، آنگاه میزان فعال بودن یادگیرنده در حد «متوسط» است».

در این مرحله می توان بر اساس نتایج بدست آمده به تخمینی از سبک شناختی، سبک تفکر و ظرفیت حافظه کاری هر یادگیرنده نیز دست یافت و مبتنی بر این ویژگیها، توصیه هایی جامع را به یادگیرنده، یاددهنده و طراح محیط آموزشی ارائه کرد که در ادامه درباره آن توضیح خواهیم داد. بدین ترتیب نتایج اولین سیستم استنتاج اول به همراه تخمین سبک شناختی، سبک تفکر و ظرفیت حافظه کاری هر یادگیرنده به عنوان ورودی به دومین سیستم استنتاج وارد می شود. پایگاه قواعد این سیستم حاوی حدود ۷۰۰ قاعده است. خروجی دومین سیستم استنتاج فازی، پیشنهاد منابع درسی متناسب با سبک یادگیرنده و ارائه آنها به یاددهنده، یادگیرنده و طراح است. نمونه ای از توصیه ها برای یادگیرنده ای در بند ۳-۵ (سیستم توصیه گر) آورده شده است.

۳-۳- واسط یادگیری

این بخش واسط سامانۀ پیشنهادی و یاددهنده و یادگیرنده است؛ به نحوی که بر اساس مدل یادگیرنده و پیمانۀ آموزشی، درس و آزمون های شخصی شده را از پیمانۀ قلمرد دانش دریافت و به یادگیرندگان ارائه می کند، نتایج آزمونها را برای ارزیابی توانمندی به پیمانۀ آموزشی فرستاده و در نهایت توصیه های شخصی شده را از سیستم توصیه گر دریافت و به هر یادگیرنده ارسال می کند.

1. Mamdani's Inference System
2. Triangle membership function
3. Centroid of gravity (COG) defuzzifier

4. Maximum Likelihood method

جدول ۱: تخمین توانمندی یادگیرنده قبل و بعد از آزمون مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ

توانمندی یادگیرنده پس از آزمون اول	آزمون جلسه اول												توانمندی یادگیرنده قبل از آزمون اول
	سؤال ۱		سؤال ۲		سؤال ۳		سؤال ۴		سؤال ۵		سؤال ۶		
	پاسخ	پارامتر	پاسخ	پارامتر	پاسخ	پارامتر	پاسخ	پارامتر	پاسخ	پارامتر	پاسخ	پارامتر	
		b -۱ a .۳ c .۲		b -۱ a .۸ c .۲		b -۱ a .۷ c .۱		b -۱ a .۸ c .۳		b ۲ a .۹ c .۳		b ۲ a ۱ c .۳	
پاسخ آزمون اول													
-۱/۸	۴	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۴	۴	۴	۵	۱۶
۳	۳	۱	۲	۱	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۱۸

بنابراین اطلاعات آزمون در هر سطح معینی از توانایی برابر با جمع اطلاعات پرسش‌ها در آن سطح خواهد بود. از این رو تابع اطلاعات آزمون مطابق رابطه (۴) تعریف می‌شود:

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^N I_i(\theta) \quad (4)$$

در جدول ۲ مقادیر مشخصه پرسش و مشخصه آزمون برای یادگیرندگانی با توانمندی بسیار پایین، بسیار بالا و متوسط مبتنی بر آزمونی با پارامترهای داده شده، محاسبه شده است. مشاهده می‌شود که هر چه یادگیرنده توانمندی بالاتری داشته باشد در آزمون و رقابتی مشابه با سایر یادگیرندگان، میزان احتمال بیشتری را برای

این زیر سیستم برای انتخاب آزمون مناسب، تابع اطلاعات همه آزمونهای جلسه را محاسبه و آزمونی را در اختیار یادگیرنده قرار می‌دهد که بیشترین مقدار تابع اطلاعات آزمون کمتر از توانایی یادگیرنده را داشته باشد. در این تحقیق تابع اطلاعات پرسش طبق رابطه (۳) محاسبه شده است.

$$I(\theta) = a^2 D^2 \left(\frac{Q(\theta)}{P(\theta)} \right) \left(\frac{P(\theta) - c}{1 - c} \right)^2 \quad (3)$$

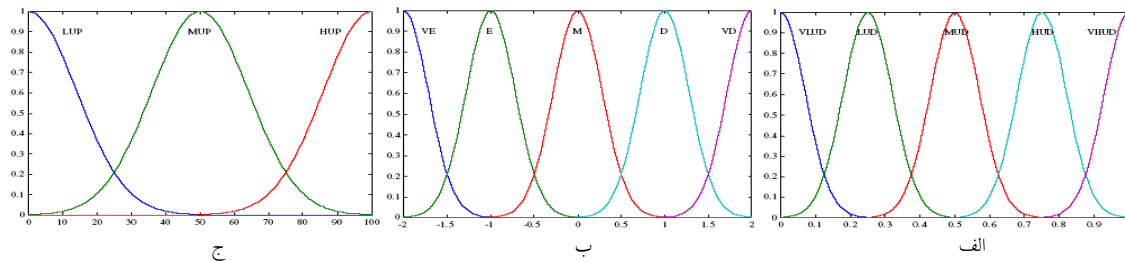
اساس تابع اطلاعات آزمون بررسی میزان آگاهی‌دهندگی و مؤثر بودن آزمون در تخمین توانایی همه سطوح توانایی است [۳۲] هر آزمون شامل مجموعه‌ای از پرسش‌هاست

جدول ۲: مقادیر مشخصه پرسش، مشخصه آزمون، تابع اطلاعات پرسش و تابع اطلاعات آزمون

پارامتر پرسش	پارامترهای سؤالات			منحنی مشخصه پرسش P(θ)، طبق رابطه (۲)			Q(θ)	تابع اطلاعات پرسش طبق رابطه (۳)
	سختی	تمایز	حدس	θ = -۳	θ = 0	θ = ۱	θ = ۳	
پرسش ۱	-۱	۰/۳	۰/۲	۰/۴۱۱۸	۰/۶۹۹۹	۰/۷۸۸۱	۰/۹۰۸۱	۰/۰۴۳۶
پرسش ۲	-۱	۰/۸	۰/۲	۰/۲۴۹۲	۰/۸۳۶۸	۰/۹۵۰۷	۰/۹۹۶۵	۰/۲۲۹۰
پرسش ۳	-۱	۰/۷	۰/۱	۰/۱۷۶۰	۰/۷۹۰۲	۰/۹۲۳۹	۰/۹۹۲۳	۰/۲۲۱۶
پرسش ۴	-۱	۰/۸	۰/۳	۰/۳۴۳۱	۰/۸۵۷۲	۰/۹۵۶۸	۰/۹۹۶۹	۰/۰۲۷۵
پرسش ۵	۲	۰/۹	۰/۰۳	۰/۰۳۰۴	۰/۰۷۳۲	۰/۲۰۲۳	۰/۸۲۷۶	۰/۰۵۸۹
پرسش ۶	۲	۱	۰/۰۳	۰/۰۳۰۱	۰/۰۶۱۲	۰/۱۷۹۵	۰/۸۵۰۴	۰/۰۴۵۹
تابع اطلاعات آزمون طبق رابطه (۴)		مشخصه آزمون						
۰/۶۲۶۵		۱/۲۴۰۶			۳/۳۱۸۵	۴/۰۰۱۳	۵/۵۷۱۸	

جدول ۳: روند توانمندی یادگیرنده پس از آزمون دوره ای

توانمندی یادگیرنده					توانمندی
پس از آزمون سوم	پس از آزمون دوم	پس از آزمون اول	قبل از آزمون اول	یادگیرنده	
۰/۵	-۱	-۱/۸	۰/۵	۱۶	
۲/۹	۲/۸	۳	۰/۵	۱۸	



شکل ۳: توابع عضویت دشواری درس (الف)، میزان درک یادگیرنده (ب) و درک کلی یادگیرنده درباره درس ارائه شده (ج)

لیکرت^۱ و به شکل «خیلی آسان»، «آسان»، «متوسط»، «سخت» و «خیلی سخت» و متغیر زبانی «میزان درک» به کمک سه معیار «کم»، «متوسط» و «زیاد» برای تولید ۱۵ قاعده بکار برده شدند [۲۷] نمونه ای از قواعد به شرح زیر است: اگر میزان سختی درس در حد «خیلی ساده» و درک یادگیرنده در حد «کم» باشد آنگاه درک یادگیرنده از درس پار ارائه شده در حد «خیلی کم» است. توابع عضویت در شکل ۳ آمده است.

خروجی این سامانه فازی، میزان درک کلی یادگیرنده نسبت به درس ارائه شده است. روزآمد کردن توانمندی یادگیرنده با در نظر داشتن سختی درس و بازخورد های فازی یادگیرنده طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\theta_{j+1} = \begin{cases} (\theta_j + (\theta_{11} - \theta_j)) \times u_d & 0 \leq u_d \leq 0/45 \\ \theta_j & 0/45 \leq u_d \leq 0/55 \\ (\theta_j + (\theta_2 - \theta_j)) \times u_d & 0/55 \leq u_d \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

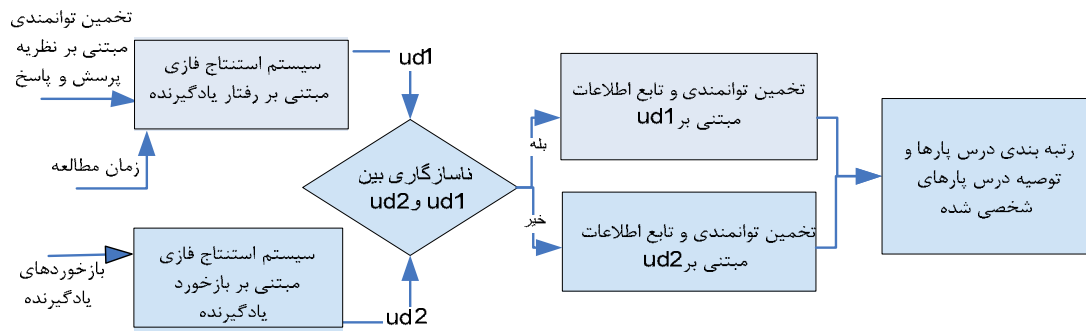
توانمندی یادگیرنده طبق رابطه (۵) و بر اساس استنتاج فازی از میزان درک یادگیرنده و بازخوردهای فازی او از میزان سختی درس و میزان درک او نسبت به درس ارائه شده، به دست می آید، به طوری که اگر داشته باشیم: $0 \leq u_d \leq 0/45$ بدین معناست که یادگیرنده قسمت اعظم درس را نفهمیده- است (θ_j توانمندی یادگیرنده قبل از ارائه درس، θ_{11} تخمینی از توانمندی یادگیرنده ای است که درس پار ($j+1$) ام را به

پاسخگویی صحیح به سؤالات دارد و منحنی مشخصه آزمون برای این یادگیرنده بیانگر احتمال پاسخگویی وی به پنج سؤال از شش سؤال مطرح شده است. تابع اطلاعات پرسش نیز برای یادگیرنده ای با توانمندی متوسط بیانگر این است که پرسش دوم آزمون برگزار شده تناسب بیشتری را ویژگیهای یادگیرنده داشته و اطلاعات بیشتری را از یادگیرنده بدست میدهد. مقدار بدست آمده برای تابع اطلاعات این آزمون را می توان با مقدار بدست آمده در سایر آزمون های طراحی شده برای این درس پار مقایسه کرد و بدین ترتیب آزمونی با بیشترین مقدار تابع اطلاعات که زیر توانمندی یادگیرنده باشد، از بین گنجینه آزمون های طراحی شده گزینش شده و به یادگیرنده ارائه می شود.

بدین ترتیب توانایی یادگیرنده پس از آزمون دوره ای به عنوان توانایی جدید در پرونده یادگیرنده ثبت می شود. در جدول ۳، نمونه ای از توانمندی یادگیرندگان برای پنج آزمون متوالی ذکر شده است.

با توجه به نقش مهم بازخوردها در سامانه های آموزشیار هوشمند، در این تحقیق برای مدل سازی عدم قطعیت بازخوردها از دو سامانه استنتاج فازی به طور همزمان استفاده شده است. پس از هر توصیه و آزمون، یادگیرنده باید بازخوردی را به سامانه بدهد و در نهایت سابقه یادگیرنده به روز شود.

برای تخمین توانایی یادگیرنده، بازخورد یادگیرنده درباره میزان درک وی از درس پار ارائه شده و میزان سختی آن به کمک متغیرهای زبانی «سطح سختی» و معیار پنج درجه ای



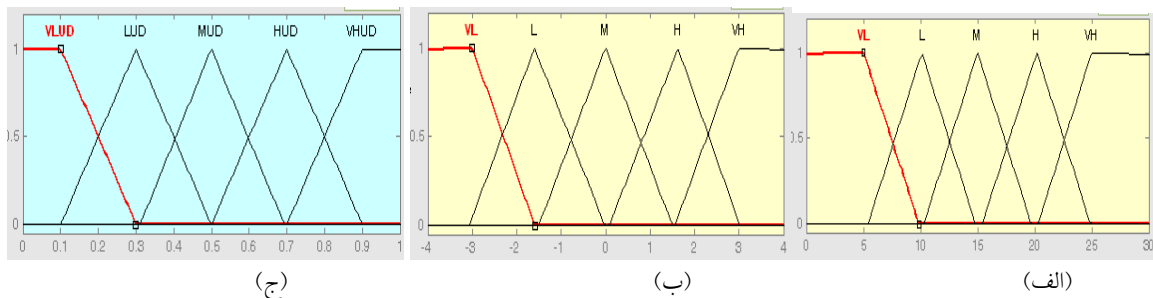
شکل ۴: فرایند تولید توصیه های شخصی شده مبتنی بر درس در پیمانه آموزشی فازی

همانطور که در شکل ۴ دیده می شود، دومین سیستم استنتاج فازی نیز توسط دو متغیر زبانی «زمان مطالعه» و «توانمندی یادگیرنده» استفاده شده است؛ به طوری که متغیر «زمان مطالعه» توسط پنج معیار «خیلی کم»، «کم»، «متوسط»، «زیاد» و «خیلی زیاد» و متغیر زبانی «توانمندی یادگیرنده» نیز توسط پنج معیار «خیلی کم»، «کم»، «متوسط»، «زیاد» و «خیلی زیاد» برای تولید ۲۵ قاعده بکار برده شدند. نمونه ای از قواعد به شرح زیر است: «اگر میزان زمان مطالعه یادگیرنده ای در حد «متوسط» و توانمندی وی در حد «زیاد» باشد آنگاه درک یادگیرنده از درس پار ارائه شده در حد «زیاد» است». این دوسامانه به طور همزمان، میزان درک کلی یادگیرنده را سنجیده و در صورت بروز تفاوت بین آنها که بیانگر خطا و عدم قطعیت در بازخورهای یادگیرنده است)، به جای استفاده از مقادیر بدست آمده برای توانایی مبتنی بر بازخورد یادگیرنده، از مقادیر حاصل از سامانه

خوبی درک نکرده است و تخمینی از توانمندی یادگیرنده ای است که این درس پار را به خوبی درک کرده است). شایان ذکر است که در این مقاله برای ارزیابی فازی از تابع عضویت گوسی و برای نافازیگری نیز از روش گرانیگاه استفاده شده است. البته باید اشاره کرد اگر یادگیرنده به هر دلیلی، پاسخی غیر واقعی را در بازخوردش اعلام کند، سامانه توصیه هایی نامعتبر را به یادگیرنده عرضه می دارد. برای رفع این معضل و افزایش سطح هوشمندی سامانه، در این تحقیق از دو پارامتر دیگر برای استخراج میزان درک کلی یادگیرنده استفاده شده است که این دو پارامتر مبتنی بر تعامل و عملکرد واقعی یادگیرنده است، بدین ترتیب صحت و سقم بازخورهای یادگیرندگان نیز پایش می شود؛ به طوری که سامانه در صورت مشاهده تناقض، به یادگیرنده پیغامی مبنی بر لزوم صرف وقت و دقت کافی در پاسخ به سوالات سامانه ارسال می کند.

جدول ۴: توانمندی یادگیرنده مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ و نظریه پرسش و پاسخ فازی

توانمندی یادگیرنده							توانمندی یادگیرنده	
روز رسانی توانمندی	نظریه پرسش و پاسخ فازی دومین سیستم استنتاج فازی (T=۷)		نظریه پرسش و پاسخ فازی طبق رابطه (۵) (E _۱ =۲ و E _۲ =۳)			توانمندی یادگیرنده		
تخمین نهایی (E _۱ =۲ و E _۲ =۳)								
	E _۱ =۳ درک کلی = کم	E _۲ =۵ درک کلی = متوسط		E _۱ =۳ درک کلی = کم	E _۲ =۵ درک کلی = متوسط	E _۳ =۶ درک کلی = خیلی زیاد		
-۱/۳	-۱	-۱	اجرای قاعده ۱۱	توانمندی = متوسط زمان مطالعه = خیلی کم میزان درک = کم	-۰/۰۷۵	۰/۷۵	۱/۵	۱۶
-۰/۲۸۴	۰/۴۵۱	۴۵ ۰/۱	اجرای قاعده ۱۶	توانمندی = زیاد زمان مطالعه = خیلی کم میزان درک = متوسط	۰/۲۷۵	۱/۲۵	۱/۷	۸



شکل ۵: توابع عضویت درک کلی یادگیرنده در سامانه استنتاج فازی

الف: تابع عضویت زمان مطالعه، ب: تابع عضویت توانایی یادگیرنده و ج: تابع عضویت درک یادگیرنده

زیر محاسبه می‌شود: تابع عضویت توانمندی یادگیرنده و زمان مطالعه در شکل ۴ تعریف شده است (برای سادگی محاسبات، از تابع عضویت مثلثی استفاده شده است).

همچنان که در شکل ۵ دیده می‌شود توانمندی یادگیرنده بین مقدار «متوسط» و «زیاد» و زمان مطالعه هم بین مقدار «کم» و «خیلی کم» قرار دارد. مقدار تابع عضویت برای این حالات عبارت است از:

$$\mu_{\theta=M}(1/25) = 1 + \frac{0-1/25}{1/5} = 1/16, \quad \mu_{\theta=H}(1/25) = 0, \quad \mu_{T=L}(1) = 1/4, \quad \mu_{T=VL}(1) = 1/6$$

زمان «خیلی کم» در نظر گرفته شود. حال مقدار تابع عضویت را طبق موتور استنتاج ممدانی برای قواعدی که در این شرایط صدق می‌کنند، به دست می‌آوریم:

$$\mu_{Rule\ 11} = \min(\mu_{M}, \mu_{VL}) = \min(1/16, 1/6) = 1/16$$

$$\mu_{Rule\ 12} = 1/16 > \mu_{Rule\ 16} = 1/6 > \mu_{Rule\ 17} = 1/4$$

$$MAX(\mu_{Rule\ 11}, \mu_{Rule\ 12}, \mu_{Rule\ 16}, \mu_{Rule\ 17}) = MAX(1/16, 1/6, 1/4) = 1/4$$

بنابراین قاعده شماره ۱۶ در پایگاه قواعد، آتش می‌شود. برای

$$Cog = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_i[x] \times y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_i[x]} = \frac{(1/16 \times 1) + (1/16 \times 5) + (1/6 \times 5) + (1/4 \times 5)}{1/16 + 1/16 + 1/6 + 1/4} = 4.51$$

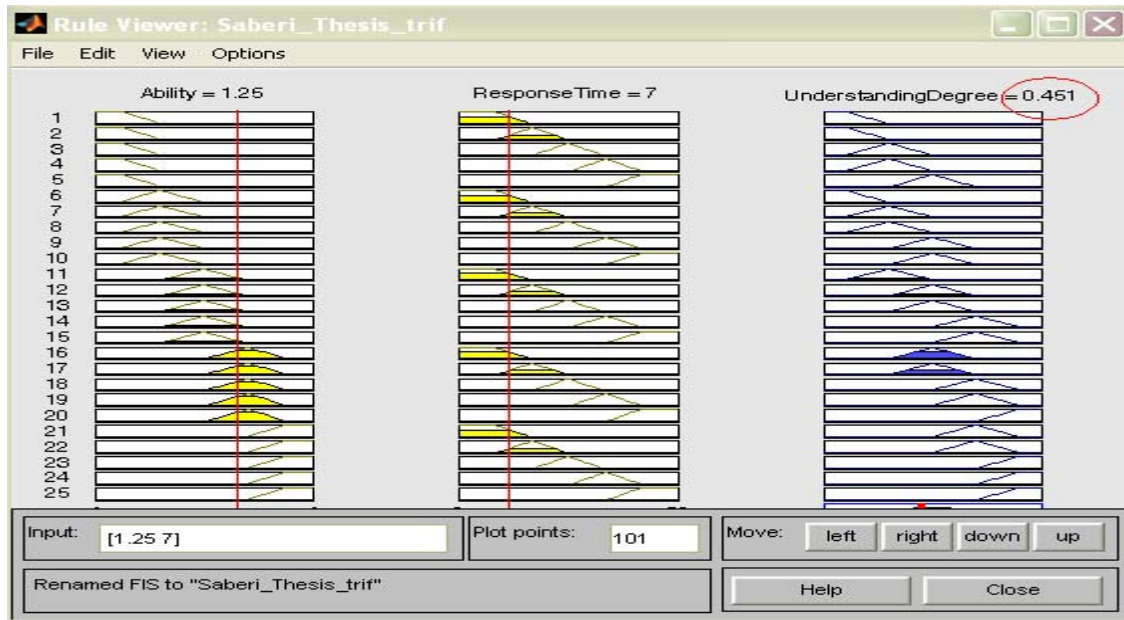
همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است؛ توانمندی علمی یادگیرنده شماره ۱۶ پس از آزمون دوره ای و مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ دارای مقدار ۰/۷۵ است. اگر یادگیرنده ادعا کند که تا بحال سطح سختی درس پاره‌های ارائه شده با توانمندی او تناسب داشته و سطح درک بالایی از مطالب ارائه شده دارد، مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ فازی (اولین سیستم

استنتاج فازی مبتنی بر رفتار واقعی یادگیرنده استفاده شده و به کمک رابطه (۵)، توانایی یادگیرنده روزآمد شده و بر اساس آن، توصیه های شخصی شده ارائه می‌شود [۳۳]. در جدول ۶ مقادیر بدست آمده برای توانمندی یادگیرنده در سه مرحله مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ و سیستم های استنتاج پرسش و پاسخ فازی با هم مقایسه شده است. به عنوان نمونه میزان درک کلی یادگیرنده شماره ۸ (توانمندی $\theta = 1/25$ و زمان مطالعه $T=7$) در جدول ۶ به شرح

مشاهده می‌شود که مقدار تابع عضویت توانمندی یادگیرنده برای مقدار داده شده در شرایطی که توانمندی «زیاد» فرض شود نسبت به شرایطی که «متوسط» فرض شود، مقدار بیشتری دارد. به همین ترتیب برای تابع عضویت زمان مطالعه، اگر این

بنابراین سامانه استنتاج فازی رفتار واقعی یادگیرنده، برای یادگیرنده‌ای با مشخصات مذکور، توانمندی‌اش را «زیاد» و زمان مطالعه اش را «خیلی کم» و میزان درک او را «متوسط» ارزیابی کرده که مقدار عددی آن ۴/۵۱ است. به دست آمده است. مقدار عددی بدست آمده در شکل ۶، نشان داده شده است.

1. Rule Fire



شکل ۶: قواعد سامانه استنتاج فازی رفتار واقعی یادگیرنده

ج- پایش یادگیرنده: قابل توجه اینکه درخواست تکرار توصیه، پذیرش توصیه، عدم پذیرش توصیه، بازگشت به درس، مخفی کردن توصیه، راهنمایی خواستن و خارج شدن از محیط توصیه نیز معیارهایی برای اعتبار و عملکرد کل سامانه پیشنهادی است. این بخش به پایش و ثبت نوع برخورد هر یادگیرنده با توصیه ها می پردازد. هدف از این بخش تعدیل و روزآمدسازی شناخت سامانه از یادگیرنده است. به عنوان مثال در این تحقیق برای یادگیرنده شماره ۱۸ (در جدول ۳) پس از آزمون دوم شاهد کاهش سطح توانمندی بودیم. موارد ثبت شده بیانگر بی توجهی این یادگیرنده به توصیه‌های ارائه شده بود. پس از تحلیل تعریف شده در این بخش و تعامل با سایر پیمانه های سامانه آموزشیار، مشکل ایجاد شده بدین شرح برطرف شد:

یادگیرنده مذکور دارای بُعد شهودی، ظرفیت حافظه کاری و دورنگرایی در حد «زیاد» است که به تمایل وی به حل مسائل پیچیده همراه با ناواری منجر می‌شود و در این حالت تمایلی به تمرکز بر روی سایر مسائل حتی توصیه‌های ارسالی نشان نمی‌دهد و به همین دلیل داده های ثبت شده بیانگر صرف زمان مطالعه زیادی است. با توجه به این نکات سیستم به یاددهنده و طراح محیط توصیه می‌کند که پیوندی برای معرفی منابع بیشتری با تمرکز بر نظریه های مرتبط با مطالب درسی در صفحه شخصی شده این یادگیرنده اضافه شود. دورنگرایی این یادگیرنده مانع از برقراری تعامل با یاددهنده و درخواست منابع

استنتاج فازی)، میزان توانمندی یادگیرنده با مقدار ۱/۵ بروز رسانی می‌شود در حالی که دومین سیستم استنتاج فازی که رفتار واقعی یادگیرنده را پایش می کند میزان توانمندی یادگیرنده با مقدار ۱- بروز رسانی می‌کند.

بنابراین مشاهده می شود که بکارگیری همزمان دو سیستم استنتاج فازی در تخمین دقیق توانمندی یادگیرنده راهگشاست.

۳-۵- سیستم توصیه گر: در اغلب سامانه ها بخش توصیه گر به عنوان بخشی مستقل دیده نمی شود و در بطن مدل یادگیرنده و یا پیمانه آموزشی نهفته است ولی به دلیل تلفیق نظریه‌های یادگیری و بکارگیری نظریه پرسش-پاسخ برای ارائه توصیه های مبتنی سبک و مبتنی بر درس، در این تحقیق سیستم توصیه گر در بخشی مجزا و مشتمل بر بخش های زیر طراحی شده است:

الف- توصیه گر درس پار: این بخش، مبتنی بر ارزیابی یادگیرنده توسط پیمانه آموزشی و مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ فازی و دسترسی به آخرین سابقه و توانمندی ثبت شده یادگیرنده، درس پار مناسب را به به کمک زیر سیستم واسط کاربر به وی توصیه می کند.

ب- توصیه گر رویکرد یادگیری: این بخش، مبتنی بر مدل یادگیرنده فازی، توصیه گر رویکردهایی برای نیل به یادگیری مؤثر است. قابل توجه اینکه ارسال توصیه های این بخش در زمان مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است.

جدول ۵: نمونه ای از سبک یادگیری و شناختی چهار یادگیرنده

سبک یادگیرنده	سبک یادگیری	سبک شناختی
۱۶	تأملی در حد «متوسط»، حسی در حد «زیاد»، متوالی در حد «زیاد»	تفکر واگرا در حد «متوسط»، وابستگی به زمینه در حد «متوسط»، ظرفیت حافظه کاری در حد «متوسط»
۱۸	تأملی در حد «زیاد»، حسی در حد «زیاد»، متوالی در حد «متوسط»	تفکر واگرا در حد «زیاد»، وابستگی به زمینه در حد «کم»، ظرفیت حافظه کاری در حد «متوسط»
۲۲	تأملی در حد «متوسط»، شهودی در حد «زیاد»، متوالی در حد «کم»	تفکر واگرا در حد «زیاد»، وابستگی به زمینه در حد «کم»، ظرفیت حافظه کاری در حد «زیاد»
۴	فعال در حد «زیاد»، شهودی در حد «متوسط»، کلی در حد «زیاد»	تفکر همگرا در حد «متوسط»، وابستگی به زمینه در حد «زیاد»، ظرفیت حافظه کاری در حد «کم»

افزایش میزان توانمندی ایشان در درس پار مورد نظر، زمان ارسال تکالیف از دست نرود و یا در حین آزمون به دلیل پرداختن بیش از حد به جزئیات با کمبود وقت مواجه نشوند. همچنین توصیه می شود برای درک بهتر، مفاهیم مسائل درسی را با جهان واقعی شبیه سازی شود. در جدول ۶ نیز نمونه ای از توصیه های منحصر به یادگیرنده شماره ۱۶ و ۱۸ به طور مجزا ذکر شده است:

قابل توجه اینکه از بین این چهار یادگیرنده نمونه، یادگیرندگان ۱۶ و ۱۸ به دلیل حسی و متوالی بودن، در محیط یادگیری الکترونیکی موفق ترند.

همانطور که بخش اندکی از توصیه ها مشاهده شد، با این روند شخصی سازی، یادگیرنده در حین کار با محیط آموزش الکترونیکی به مفهوم واقعی کلمه همه امور را منطبق بر ساختار ذهنی، شخصیتی و توانمندی خود یافته و علاوه بر آن نبود حضور فیزیکی یاددهنده را احساس نکرده و همواره او را یاور و همراه خود دانسته و همین امور با افزایش انگیزه، میل به یادگیری را بالا می برد.

۵- ارزیابی سیستم شخصی شده

سامانه های آموزشی تطبیق پذیر و یا سیستم های توصیه گر در محیط آموزش الکترونیکی را می توان مبتنی بر معیارهای تعریف شده، به کمک پرسشنامه و یابا پس آزمون های انتهای دوره آموزشی، سنجش میزان پیشرفت و کارایی یادگیرندگان ارزیابی کرد [۲۲، ۳۱، ۳۳، ۳۴]. در این تحقیق، علاوه بر موارد مذکور، از دو پارامتر «میزان رضایت» و «موفقیت تحصیلی» برای سنجش اعتبار و موفقیت سامانه پیشنهادی استفاده می-شود. قابل ذکر اینکه «میزان رضایت» بیانگر رضایت یادگیرنده

بیشتر برای پاسخگویی به دغدغه های ذهنی اش بود و همین مسئله به صرف وقت بیشتر درباره این موضوع و نپرداختن به مطالب درسی می شد. قابل توجه اینکه با پایش انجام شده، توانمندی و سبک یادگیرنده تعدیل و بروز رسانی شد.

۴- بررسی کارکرد سیستم توصیه گر

برای ارزیابی کارکرد سیستم شخصی شده در محیطی عملیاتی، سیستم بر روی تعدادی از دانشجویان دوره مهندسی (در مقطع کارشناسی) پیاده سازی شد. در این مقاله حالت های مواجهه سیستم با چهار دانشجو طبق جدول ۵ مورد بررسی قرار می گیرد:

نمونه ای از توصیه های سامانه که در هر دو یادگیرنده شماره ۱۶ و ۱۸ مشترک است به شرح زیر است:

الف- به طراح توصیه می شود که یادگیرندگان صبور بوده و لزومی به صرف زمان و هزینه برای اموری مانند سرعت بالا آمدن مطالب درسی نیست و اینکه درباره ارتباط مفاهیم مطالعه شده به طور انفرادی تفکر شود.

ب- به یاددهنده توصیه می شود که برای درک و ارزیابی بهتر یادگیرنده شبیه سازی مفاهیم با جهان واقعی صورت پذیرد، به روابط بین اجزا در خلال درس و آزمون های دوره ای اشاره شود و منابع دیداری به میزان کافی و درس پاره ها با دقت کافی تهیه شود و همچنین تمرین هایی برای مرور مفاهیم پایه در نظر گرفته شود.

ج- به یادگیرنده توصیه می شود که زمان تعیین شده برای مطالعه و آزمون را مدنظر داشته و با برنامه ریزی دقیق و عمل به آن، زمان بندی های معین سامانه را پوشش دهند. به بیان دیگر با غور در مطالب و منابع معرفی شده به رغم

جدول ۶: نمونه ای از توصیه های سیستم توصیه گر فازی مبتنی بر تلفیق نظریات یادگیری

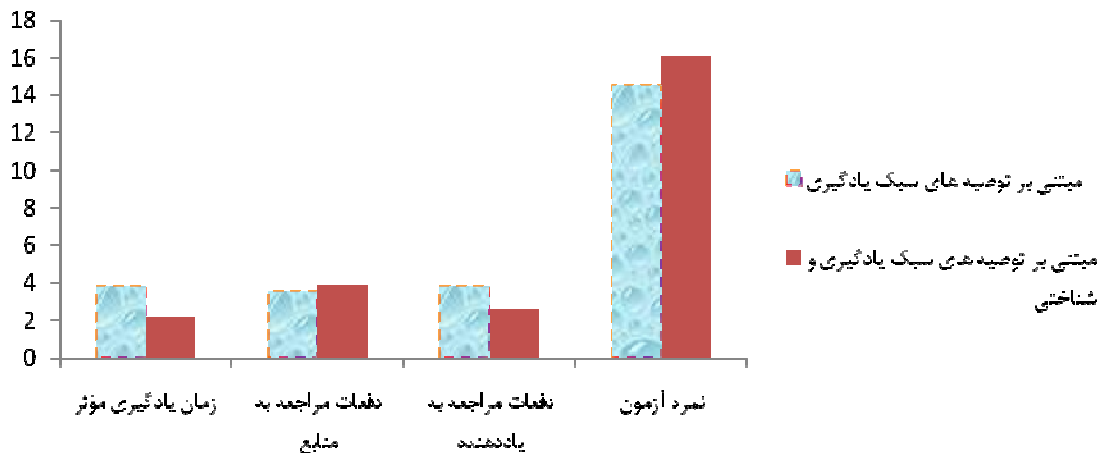
توصیه ها یادگیرنده	توصیه مبتنی بر	توصیه به یادگیرنده	توصیه به یاددهنده	توصیه به طراح محیط آموزشی
	سبک یادگیری	دنبال کردن منظم مطالب درسی در حد «زیاد»، تفکر انفرادی و گروهی در حد «متوسط»، مراجعه به نظرگاه الکترونیکی برای فهم مطالب جدید در حد «متوسط»، مرور چکیده و نتیجه گیری قبل از مطالعه مطالب جدید در حد «کم»	انتظار حل مسائل توسط یادگیرنده از روش های رایج در حد «زیاد»، ارائه تمرینات عملی و آزمایشگاهی در حد «زیاد»، انتظار نوآوری در حل تمرین در حد «کم»، ارائه تمرین با تمرکز بر کشف روابط در حد «زیاد»، در نظر داشتن زمانی برای تفکر انفرادی یادگیرنده بین درس پارها در حد «متوسط»، مشارکت یادگیرنده در نظرگاههای الکترونیکی در حد «کم»، دقت در انتخاب منابع برای مطالعه بیشتر یادگیرنده در حد «زیاد»، دقت در توالی درس پارها در حد «زیاد»، درختواره ای بودن ساختار دروس در حد «زیاد».	ارسال توصیه به تفکر انفرادی پس از طرح هر موضوع جدید در حد «متوسط»، دقت در تهیه توالی درس پارهای ارائه شده در حد «زیاد»، ارائه موضوعات مطرح در هر جلسه درس در حد «متوسط»، ارسال توصیه در حد «کم»
۱۶	تلفیق با سبک شناختی	حل خلاقانه مسائل در حد «متوسط»، مشارکت در مباحث گروهی در حد «متوسط»، درگیر شدن با مسئله برای فهم بهتر آن در حد «متوسط»، یادداشت برداری در زمان ارائه درس توسط استاد در حد «کم»، یادداشت برداری توسط یادگیرنده در حد «متوسط»، حل تمرین در حد «زیاد»، خواندن مثال در حد «کم»، تفکر درباره ارتباط مفاهیم مطالعه شده در حد «زیاد»	تقویت یادگیرنده در تحلیل مسائل در حد «متوسط»، حجم مطالب درسی هر درس پار در حد «زیاد»، میزان جزئیات هر درس پار در حد «زیاد»، تعداد منابع پیشنهادی برای انجام تحقیق در حد «زیاد»، ارائه آزمون تشریحی در حد «متوسط»، حجم تکالیف در حد «متوسط»، تکرار مطالب درسی در حد «زیاد»، پیشنهاد تحقیقی با تعداد پارامتر در حد «کم» با قابلیت دستیابی در حد «زیاد»، ارائه آزمون چند گزینه ای در حد «زیاد»، ارزیابی مبتنی بر مطالب حفظی در حد «متوسط»، مبتنی بر مطالب تحلیلی در حد «کم»، مبتنی بر مفاهیم انتزاعی در حد «کم»، کیفیت انجام تکالیف در حد «زیاد»، تمایل به دستیاری استاد در حد «کم».	تفکر انفرادی پس از طرح هر موضوع جدید در حد «زیاد»، ارائه نکردن توصیه در خلال مطالعه و انتظار پرسش از طرف یادگیرنده در حد «زیاد»، ارائه موضوعات مطرح در هر جلسه درس در حد «متوسط»، فراهم کردن امکانات کار گروهی در حد «متوسط»، وجود امکاناتی برای شخصی سازی محیط توسط خود یادگیرنده در حد «زیاد»
۱۸	سبک یادگیری	دنبال کردن منظم مطالب درسی در حد «متوسط»، تفکر انفرادی در حد «زیاد»، مراجعه به نظرگاه الکترونیکی برای فهم مطالب جدید در حد «کم»، مرور چکیده و نتیجه گیری قبل از مطالعه مطالب جدید در حد «متوسط»	انتظار حل مسائل از روش های رایج در حد «زیاد»، در نظر داشتن زمانی برای تفکر انفرادی یادگیرنده بین درس پارها در حد «زیاد»، مشارکت یادگیرنده در نظرگاههای الکترونیکی در حد «کم»، دقت در انتخاب منابع برای مطالعه بیشتر یادگیرنده در حد «زیاد»، دقت در توالی درس پارها در حد «متوسط»، درختواره ای بودن ساختار دروس در حد «متوسط»	ارائه منابع با جزئیات کافی پس از پایان زمان تعیین شده برای مطالعه در حد «زیاد»، ارائه نکردن تمرین های حل شده در حد «زیاد»
	تلفیق با سبک شناختی	پذیرش توصیه های سامانه، یادداشت برداری در حد «متوسط»، حل تمرین در حد «زیاد»، خواندن مثال در حد «کم»، تفکر درباره ارتباط مفاهیم مطالعه شده در حد «زیاد»	تقویت یادگیرنده در تحلیل مسائل در حد «کم»، حجم تکالیف در حد «متوسط»، پیشنهاد تحقیقی با تعداد پارامتر در حد «کم» با قابلیت دستیابی در حد «زیاد»، ارائه آزمون چند گزینه ای در حد «زیاد»، ارزیابی مبتنی بر مطالب حفظی در حد «متوسط»، مبتنی بر مطالب تحلیلی در حد «کم»، مبتنی بر مفاهیم انتزاعی در حد «کم»، تکرار مطالب درسی در حد «زیاد»، کیفیت انجام تکالیف در حد «زیاد»، تمایل به دستیاری استاد در حد «کم»، ارائه تمرینات عملی و آزمایشگاهی در حد «زیاد»، انتظار نوآوری در حد «کم»، ارائه تمرینات با تمرکز بر کشف روابط در حد «زیاد».	امکانات شخصی سازی محیط توسط یادگیرنده در حد «زیاد»، وجود امکاناتی برای شخصی سازی محیط توسط خود یادگیرنده در حد «زیاد»، امکانات کار گروهی در حد «کم»، ارسال اخطار به در نظر داشتن زمان در آزمون ها در حد «متوسط»، ارسال توصیه در حد «کم»، تفکر انفرادی همراه با پایش زمان مطالعه و تذکر در صورت لزوم در حد «زیاد».

توصیه به طراح محیط آموزشی	توصیه به یاددهنده	توصیه به یادگیرنده	توصیه مبتنی بر	توصیه‌ها یادگیرنده
<p>لزوم تهیه منظم و متوالی درس پارها در حد «زیاد»، در نظر داشتن زمان سپری شده برای مطالعه دروس در حد «کم» و ارسال توصیه به مراجعه به نظرگاه در صورت صرف بیش از حد زمان، لزوم تهیه و ارائه دیانگرام و اشکال درسی در حد «کم»، ارسال توصیه هایی مبنی بر تمرکز بر مطالب درسی در حد «زیاد»، تهیه درختواره از مطالب درسی، وجود پیوندی برای ارجاع به منابع مرتبط در حد «زیاد»</p>	<p>انتظار حل خلاقانه مسائل در حد «زیاد»، ارائه تمرینات با تمرکز بر جزئیات در حد «زیاد»، ارسال تشویق برای نوآوری در حل تمرینات در حد «زیاد»، معرفی مراجعی حاوی نظریه های مرتبط با مطالب درسی در حد «زیاد»، مشارکت یادگیرنده در نظرگاههای الکترونیکی در حد «کم»، بیان روشن انتظارات یاددهنده پس از مطالعه دروس درحد «زیاد»، طرح مسائلی با انتهای باز درحد «زیاد»، تکرار مطالب در حد «کم»، طرح کردن سؤالات مفهومی قبل از پایان درس در حد «متوسط»، امکان طرح سؤالاتی مبتنی بر دانش پیشین با تعداد پارامترهای زیاد و قدرت تحلیل بالا در حد «زیاد»،</p>	<p>دنبال کردن منظم مطالب درسی در حد «کم»، تفکر گروهی در حد «متوسط»، مراجعه به نظرگاه الکترونیکی برای فهم مطالب جدید در حد «متوسط»، مرور چکیده و نتیجه گیری قبل از مطالعه مطالب جدید در حد «زیاد»</p>	<p>سبک یادگیری</p>	<p>۲۲</p>
<p>وجود امکاناتی برای شخصی سازی محیط توسط خود یادگیرنده در حد «زیاد»، امکانات کار گروهی در حد «زیاد»، تکرار مطالب در حد «کم»، لزوم وجود پیوند های ارجاع به مطالب قبل و بعد درس پار جاری در حد «زیاد»، لزوم دسترسی به راهنمای برخط و امکانات چاپ مطالب درسی در حد «زیاد»،</p>	<p>تقویت یادگیرنده در تحلیل مسائل در حد «کم»، حجم تکالیف در حد «کم»، طرح مسائل تحلیلی در حد «زیاد»، حجم مطالب درسی هر درس پار در حد «زیاد»، تعداد منابع در حد «زیاد»، پیشنهاد تحقیقی با تعداد پارامتر در حد «زیاد» با قابلیت دستیابی در حد «زیاد»، تمایل به دستیاری استاد در حد «متوسط»، ارسال توصیه در حد «کم»، ارائه آزمون چند گزینه ای در حد «کم»، ارزیابی مبتنی بر مطالب حفظی در حد «متوسط»، مبتنی بر مطالب تحلیلی در حد «زیاد»، مبتنی بر مفاهیم انتزاعی در حد «زیاد»، امکان طرح سؤالاتی مبتنی بر دانش پیشین با تعداد پارامترهای زیاد و قدرت تحلیل بالا در حد «زیاد»، تکرار مطالب درسی در حد «کم»، کیفیت انجام تکالیف در حد «متوسط».</p>	<p>یادداشت برداری در حد «کم»، در نظر داشتن زمان در مطالعه و آزمون در حد «زیاد»، مرور کلی سؤالات در آزمونها و سپس پاسخگویی در حد «متوسط»، حل تمرین در حد «متوسط»، خواندن مثال در حد «زیاد».</p>	<p>تلفیق با سبک شناختی</p>	
<p>تکرار مطالب در حد «کم»، در نظر داشتن زمان سپری شده برای مطالعه دروس در حد «کم» و ارسال اظهار در صورت صرف بیش از حد زمان در حد «زیاد»، ارسال توصیه هایی مبنی بر تمرکز بر مطالب درسی در حد «زیاد»</p>	<p>انتظار حل خلاقانه مسائل در حد «متوسط»، ارائه تمرینات با تمرکز بر جزئیات در حد «زیاد»، ارسال تشویق برای نوآوری در حل تمرینات در حد «متوسط»، معرفی مراجعی حاوی نظریه های مرتبط با مطالب درسی در حد «متوسط»، در نظر داشتن زمانی برای تفکر انفرادی یادگیرنده بین درس پارها در حد «متوسط» مشارکت یادگیرنده در نظرگاههای الکترونیکی در حد «زیاد»، بیان روشن انتظارات یاددهنده پس از مطالعه دروس درحد «زیاد»، طرح مسائلی با انتهای باز درحد «متوسط»، دقت در توالی درس پارها در حد «کم»، درختواره ای نبودن ساختار دروس در حد «زیاد»،</p>	<p>تفکر گروهی و مراجعه به نظرگاه الکترونیکی برای فهم مطالب جدید در حد «زیاد»، مرور چکیده و نتیجه گیری قبل از مطالعه مطالب جدید در حد «زیاد»</p>	<p>سبک یادگیری</p>	

توصیه به طراح محیط آموزشی	توصیه به یاددهنده	توصیه به یادگیرنده	توصیه مبتنی بر	توصیه‌ها / یادگیرنده
شخصی سازی محیط توسط طراح، امکانات آزمایشگاه مجازی و کار عملی در حد «زیاد»، لزوم وجود لینک های ارجاع به مطالب قبل و بعد درس پار جاری در حد «زیاد»، لزوم دسترسی به راهنمای برخت در حد «زیاد»، وجود پیوندی برای ارجاع به منابع مرتبط در حد «زیاد»	تقویت یادگیرنده در حجم تکالیف در حد «کم»، طراحی مسائل در حد «زیاد»، طراحی مسائل با دنیای واقعی در حد «زیاد»، پیشنهاد تحقیقی با تعداد پارامتر در حد «زیاد» توانایی دست یابی به پارامترهای مسئله در حد «زیاد»، طرح کردن سؤالات مفهومی قبل از پایان درس در حد «متوسط»، امکان طرح سؤالاتی مبتنی بر دانش پیشین با تعداد پارامترهای زیاد و قدرت تحلیل بالا در حد «زیاد» و به طور کلی ارسال توصیه در حد «کم»، امکان طرح سؤالاتی مبتنی بر دانش پیشین با تعداد پارامترهای زیاد و قدرت تحلیل بالا در حد «زیاد»، تکرار مطالب درسی در حد «کم»، تمایل به دستیاری استاد در حد «کم»، ارائه آزمون چند گزینه ای در حد «کم»، ارزیابی مبتنی بر مطالب حفظی در حد «متوسط»، مبتنی بر مطالب تحلیلی در حد «زیاد»، مبتنی بر مفاهیم انتزاعی در حد «متوسط»، کیفیت انجام تکالیف در حد «متوسط»، میل به تعالی در حد «زیاد».	یادداشت برداری در حد «زیاد» و توجه بیشتر به متن درس در حد «زیاد»، حل تمرین در حد «کم»، خواندن مثال در حد «زیاد».	تلفیق با سبک شناختی	۴

های سبک یادگیری و شناختی ۰/۸۷ ارزیابی شده است. افزایش تعداد یادگیرندگان با نمرات بالاتر، افزایش پاسخگویی به سؤالات تحلیلی و ثبت تکالیف بیشتر در زمان مقرر نمونه ای از رشد موفقیت تحصیلی پس از اجرای این سامانه شخصی شده است. در شکل ۷ سایر معیارهای ارزیابی سامانه مبتنی بر توصیه های سبک یادگیری و تلفیق آن با سبک شناختی نشان داده شده است. شایان ذکر است که در تحقیقات دیگر به این نکته اشاره شده که نباید اجرای توصیه ها همراه با اصرار باشد بلکه باید محیط توأم با اختیار و مسؤولیت پذیری یادگیرنده و احساس نیاز وی باشد تا یادگیری مؤثر رخ دهد. به همین دلیل در این تحقیق این موارد مدنظر بوده و همین مسئله به ثبت تعاملات بیشتر یادگیرنده با سیستم و تعدیل ویژگیهای وی انجامید. به عنوان نمونه در این تحقیق، به تمامی یادگیرندگان اجازه دسترسی به تمامی محتواهای شخصی شده داده شد. همچنین در ابتدای هر درس، کاربرد موارد مورد مطالعه شرح داده شد. قابل توجه اینکه اجازه دسترسی تمامی یادگیرندگان به انواع درس پارهای طراحی شده می تواند تا حدی امکان همزمان محیط یادگیری شخصی شده و شخصی سازی محیط یادگیری توسط خود یادگیرنده را نیز محقق سازد.

از محیط آموزشی و «موفقیت تحصیلی» بیانگر رضایت یاددهنده از یادگیرنده است. به همین دلیل در این مقاله از رویکرد تلفیق بازخوردهای یادگیرندگان و ارزیابی روند توانمندی تحصیلی آنان استفاده شده است. بدین منظور هم توانمندی یادگیرندگان در طول نیمسال تحصیلی، به طور منظم پایش و با ارائه توصیه های شخصی شده تلاش شد تا این توانمندی روند صعودی و یا ثابتی داشته باشد و هم رضایت یادگیرندگان نسبت به سامانه پیشنهادی، ارائه محتوای شخصی شده، میزان تناسب و سختی درس پارها با یادگیرندگان و نحوه برخورد آنها با توصیه های سامانه مورد توجه قرار گرفت. پس از اجرای سامانه پیشنهادی بر روی تعدادی از دانشجویان دوره کارشناسی مهندسی کامپیوتر در دانشکده فنی دانشگاه شریعتی تهران در یک نیمسال تحصیلی، نتایج حاصل از ارزیابی به شرح زیر است: میزان رضایت تحصیلی مبتنی بر توصیه های سبک یادگیری ۰/۸۰ برآورد شده که این معیار مبتنی بر تلفیق توصیه های سبک یادگیری و شناختی رشد داشته و به نرخ ۰/۸۵ رسیده است. این رشد بیانگر تطبیق محیط یادگیری با ویژگیهای هر یادگیرنده است. همچنین موفقیت تحصیلی مبتنی بر توصیه های سبک یادگیری به میزان ۰/۷۵ و مبتنی بر تلفیق توصیه



شکل ۷: مقایسه معیارهای ارزیابی سیستم شخصی شده مبتنی بر سبک یادگیری و تلفیق آن با سبک شناختی

پیدا کرد؛ به طوری که میانگین زمان مطالعه این گروه از مقدار تقریباً صفر، ابتدا به ۴/۳۷۵ واحد زمانی با انحراف معیار ۰/۷ و پس از تلفیق سبکها به ۳/۸۷۵ واحد زمانی با انحراف معیار ۰/۲ رسید.

در آزمون دیگری میزان مشارکت افراد در یادگیری و یا به بیان دیگر میزان فعال بودن آنها قبل و بعد از تلفیق نظریات بررسی شد که نتایج بیانگر تفاوت ناچیزی بین دو گروه یادگیرندگان بود؛ بدین معنی که سامانه با پایش مستمر و ساخت مدلی جامع از یادگیرنده، موفق به مشارکت تمامی افراد شده است که این امر به موفقیت تحصیلی تمامی یادگیرندگان (با هر سبکی) منجر خواهد شد.

همچنان که در جدول ۶ مشاهده می شود، P-Value برای تمامی پارامترها و در هر دو گروه کمتر از ۰/۰۵ است و فقط میزان ارجاع به منابع درسی در گروه علاقه‌مند پس از ارسال توصیه های تلفیقی کاهش داشته است که با توجه به پایش توانمندی هر دو گروه (که در پایان اجرای سامانه بهبود داشته) می توان علت این کاهش را در هدایت مناسب و مؤثر یادگیرندگان با توصیه های تلفیقی دانست که نیاز آنان را به ارجاع بیشتر کاهش داده که به کاهش زمان مؤثر یادگیری نیز منجر شده است.

این مسئله نمود دیگری در آزمون برابری واریانسها داشت به طوری که با خطای ۰/۰۵۲ زمان یادگیری مؤثر پس از اعمال توصیه‌های شخصی در گروه علاقه‌مند کاهش یافته‌است. قابل توجه اینک آزمون همبستگی بیانگر این است که هر دو گروه یادگیرندگان قبل از اجرای سامانه، نگرش یکسانی نسبت به محیط یادگیری الکترونیکی داشته اند ولی پس از پیاده سازی

۵-۱- تحلیل آماری تلفیق سبک یادگیری با سبک شناختی در شخصی سازی سامانه

نکته مهم دیگر، ارزیابی تأثیر تلفیق سبک یادگیری با سبک شناختی است. در این مقاله برای ارزیابی این موضوع فرضیه زیر را در نظر می‌گیریم: « برابری مقدار متوسط معیارهایی مانند زمان یادگیری مؤثر، نمره آزمونها، نگرش نسبت به محیط آموزش الکترونیکی، میزان ارجاع به منابع آموزشی و میزان ارجاع به آموزشیار قبل و بعد از تلفیق سبک یادگیری با سبک شناختی». برای ارزیابی این فرضیه، به کمک آزمون Paired T-test و برای تمامی معیارها با شرط $P\text{-Value} < 0.05$ ، شاهد درصد اطمینان بالای ۹۸٪ هستیم، این موضوع بدین معنی است که فرض صفر (برابری مقدار متوسط معیارها قبل و بعد از تلفیق سبکها با هم) رد می‌شود. بنابراین تلفیق نظریات و ارائه توصیه مبتنی بر آنها تأثیر مثبتی بر یادگیری داشته است.

قابل توجه اینک در جامعه آماری این تحقیق دو گروه وجود داشت: یک گروه علاقه‌مند به موضوع و پیگیرمسائل بودند و گروه دوم در ابتدای پیاده سازی و اوایل اجرای سامانه این علاقه‌مندی دیده نمی‌شد. به کمک آزمون Paired T-test، تأثیر معیارهای مذکور بر روی این دو گروه بررسی شد و نتایج بیانگر بهبود قابل توجه تمامی معیارها در هر دو گروه بود به طوری که به رغم همکاری نکردن گروه دوم، به علت نوع توصیه‌های شخصی حاصل از تلفیق این دو نظریه با هم، سامانه موفق به برقراری ارتباط مؤثری بین تمامی افراد شد که این تعامل به افزایش علاقه‌مندی هر دو گروه به درس ارائه شده منجر شد. به عنوان نمونه این علاقه‌مندی در افزایش زمان مطالعه گروه دوم و ثبت رفتارهای مؤثر در یادگیری آنان نمود

جدول ۶: بهبود معیارهای سنجش در دو گروه علاقمند و بی‌علاقه به شخصی سازی محیط یادگیری (آزمون زوجی نرم افزار SPSS)

PValue	df	t	انحراف معیار	میانگین	قبل و بعد از شخصی سازی	
۰.۰۰۰	۴	۵/۳۷۶	۰/۴۰۸۲	۰/۵۶۶۷	زمان مطالعه	یادگیرندگان فعال‌درسامانه
۰.۰۱۷	۴	-۲/۷۰۴	۰/۶۹۲	-۰/۴۸۳	نمره آزمونها	
۰.۰۳۶	۴	۲/۳۲۳	۱/۲۲۳	۰/۷۳۳	مراجعه به استاد	
۰.۰۱۴	۴	-۲/۸۰۶	۰/۸۲۸	-۰/۶۰۰	مراجعه به منابع درسی	
۰.۰۰۰	۴	-۹/۲۵۰	۰/۱۸۲۳	-۰/۴۳۵۳	نگرش به آموزش مجازی	
۰.۰۰۰	۴	-۶/۷۱۴	۰/۰۷۰۰	-۰/۱۲۱۳	میزان رضایت	
۰.۰۰۳	۸	۴/۲۶۴	۰/۳۹۰۹	۰/۵۵۵۶	زمان مطالعه	یادگیرندگان عادی سامانه
۰.۰۰۹	۸	-۳/۰۴۷	۱/۴۵۵	-۱/۴۷۸	نمره آزمونها	
۰.۰۰۴	۸	۴/۰۰۰	۱/۵۰۰	۲/۰۰۰	مراجعه به استاد	
۰.۴۴۷	۸	-۰/۸۰۰	۰/۸۳۳	-۰/۲۲۲	مراجعه به منابع درسی	
۰.۰۰۰	۸	-۷/۷۴۶	۰/۲۲۳۸	۰/۵۷۷۸	نگرش به آموزش مجازی	
۰/۰۰۰	۸	-۵/۹۳۳	۰/۰۶۱۸	-۰/۱۲۲۲	میزان رضایت	



شکل ۸: نمودار توانمندی یادگیرندگان قبل و بعد از پیاده سازی سامانه شخصی شده

تحصیلی یادگیرندگان و در نهایت بهبود عملکرد سامانه های آموزش الکترونیکی مفید واقع شود. علاوه بر این برای شناخت و استخراج دقیق ویژگیهای سبکی یادگیرندگان از نظریه فازی استفاده شد و در واقع سامانه توصیه گر فازی برای هدایت یادگیرندگان طراحی گردید. استفاده از این روش سبب شخصی تر شدن توصیه های آموزشی و در نتیجه علاقه-مندی افراد به ادامه کار با سامانه پیشنهادی، کاهش میزان ارجاعهای غیر ضروری و کاهش زمان یادگیری شده است. ضمن اینکه پیاده سازی سیستم موجب همراهی گروهی که نگرش و علاقه‌مندی کمتری با این طرح داشتند انجامیده است.

سامانه و اعمال توصیه‌های شخصی، نگرش هر دو گروه افزایش قابل یافته است هرچند میزان بهبود گروه علاقه‌مند بیشتر از گروه دیگر بوده است. شکل ۸ نموداری از توانمندی یادگیرندگان قبل و بعد از اجرای سامانه را نشان می‌دهد.

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله سیستمی برای شخصی سازی محیط یادگیری الکترونیکی بر اساس تلفیق دو نظریه سبکی یادگیری و سبکی شناختی طراحی و در محیطی واقعی پیاده سازی شد. نتایج نشان می‌دهد که تلفیق نظریات یادگیری می‌تواند در ارائه توصیه‌های شخصی شده برای یادگیری بهتر، کسب رضایت و موفقیت

- adaptability, *International Journal of Information Management* 29 (2009) 48–56.
- [10] Kelly D., Tangey B. (2006), Adaptive Intelligence Profile in an Adaptive Educational Ssystem, *Intracation with Computer*, 18, 385-409.
- [11] Esfandabad, Emamipour (2008), The study of learning styles in middle school monolingual and bilingual students and its relationship with educational achievement and gender, *Quarterly Journal of Educational Innovations*, 22, 47-56.
- [12] Dag, Gecer (2009), Relations between online learning and learning styles, world conference on educational sciences 2009, procedia social and behavioral sciences, 1, 862-871.
- [13] Graf S., Liu T., Kinshuk, Chen N., Yang S. (2009), Learning styles and cognitive traits– Their relationship and its benefits in web-based educational systems, *Computers in Human Behavior* 25, 1280–1289
- [14] Papanikolaou, Mabbott, Bull, Grigoriadou (2006), Designing learner-controlled educational interactions based on learning/cognitive style and learner behavior, interacting with computers, 18, 365-384.
- [15] Kappe F., Boekholt L., Rooyen C., Van der Flier H. (2009) A Predictive Validity study of the Learning Style Questionnaire (LSQ) using multiple specific learning criteria, *Learning and Individual Differences*, vol. 19, pp. 464-467.
- [۱۶] همایونی، ک.، کدیور، پ. و عبدالهی. م. ح (۱۳۸۵) رابطه سبکهای یادگیری، سبکهای شناختی و انتخاب رشته های تحصیلی در دانش آموزان پسر دبیرستانی، فصلنامه روانشناسان ایرانی، ۳، ۱۰، ۱۳۷-۱۴۴.
- [۱۷] سیف، ع. (۱۳۸۰) روان شناسی پرورشی: روان شناسی یادگیری و آموزش، ویرایش پنجم، آگاه.
- [18] Witkin, H, Moore, C. A., Goodenough, D., and Cox, P. W. (1977). Field Dependent and Field Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47, 1-64.
- [19] Kinshuk & Lin T., (2003). User exploration based adaptation in adaptive learning systems. *International Journal of Information Systems in Education*, 1, 22–31.
- [20] Kritikou, Demestichas, Adamopoulou, theologou, paradia (2008), User profile modeling in the context of web-based learning management systems, *journal of network and computer applications*, 31, 603-627.
- [21] Ozpolat E., Akar G., 2009, Automatic detection learning styles for an e-learning system, *computers & education*, vol. 53, pp. 355-367.
- [22] Schiaffino S., Garcia P. & Amandi A., 2008, eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students, *Computers & Education*, vol. 51, pp. 1744–1754.
- در مجموع نتایج این تحقیق پاسخگوی دغدغه اصلی نظام آموزشی یعنی یادگیری مؤثر، افزایش رضایت تحصیلی تا میزان ۸۵٪ و موفقیت تحصیلی تا میزان ۸۷٪ از یادگیرندگان بوده است.
- ### ۷- سپاسگزاری
- بخش هایی از این مقاله با حمایت مرکز تحقیقات مخابرات ایران طی قرارداد شماره ۵۰-۰۶-۸۸ اجرا شده است؛ از این رو نگارندگان بر خود لازم می دانند از پشتیبانی های آن مرکز صمیمانه سپاسگزاری کنند.
- ### مراجع
- [1] Huang M. J., Huang H. S. & Chen M. Y. (2007) Constructing a personalized e-learning system based on genetic algorithm and case-based reasoning approach. *Expert Systems with Applications*, 33, 551-564.
- [2] Essalmi F., Jemni Ben Ayed, L., Jemni M., Kinshuk, Graf, S. (2010), A fully personalization strategy of E-learning scenarios, , vol. 4, pp. 581-591.
- [3] Kabassi K. & Virvou M. (2004) Personalised adult e-training on computer use based on multiple attribute decision making. *Interacting with Computers*, 16, 115-132.
- [۴] صابری، ن. و منتظر، غ. (۱۳۸۹) پایش، ارزیابی و گروه بندی یادگیرندگان در محیط یادگیری الکترونیکی مبتنی بر نظریات یادگیری و نظریه پرسش و پاسخ، اولین کنفرانس مدرسه هوشمند، اسفند ۱۳۸۹
- [۵] صابری، ن. و منتظر، غ. (۱۳۸۹) طراحی و پیاده سازی سامانه چند کارگزار آموزشی هوشمند مبتنی بر شبکه بیز در محیط آموزش الکترونیکی، *مجله فناوری آموزش*، دوره ۵، شماره ۲، ۱۳۸۹، ۲.
- [6] Fernandez Y., Arias J., Solla A., Cabrer M., Lopez M., Garca J., Fernandez A., Daz R. (2008), Exploiting synergies between semantic reasoning and ersonalization strategies in intelligent recommender systems: A case study, *The Journal of Systems and Software* 81 , 2371–2385
- [7] Valdez M., Licea O., Castillo O., Alanis A. (2007) Simple Sequencing and Selection of Learning Objects using Fuzzy Inference, *NAFIPS '07*, 628-632
- [8] Santos O.C., Boticario J.G. (2008) Recommendation strategies for promoting eLearning Performance factors for all, *The 6th Workshop on Intelligent Techniques for web*.
- [9] Martinez E., Chen S.Y., Liu X. (2009) Evaluation of a personalized digital library based on cognitive styles: Adaptivity vs.

- [30] Baker F., (2001) "The basics of item response theory", ERIC clearinghouse on Assessment and Evaluation. Second edition
- [31] Chih-Ming chen, Ling-jung Duh (2008) Personalized web-based tutoring system based on fuzzy item response theory, Expert system with Applications, Vol 34, 2298-2315.
- [۳۲] صابری، ن و منتظر، غ (۱۳۸۹) بهینه سازی نظریه پرسش و پاسخ مبتنی بر منطق فازی برای شخصی سازی سامانه آموزشیار هوشمند، دهمین کنفرانس سیستم های فازی ایران، دانشگاه شهید بهشتی.
- [33] Seraji F., Attaran M. (2009) A Study of the Impact of Blogging as a Learning Activity upon Learning Experiences of the Teacher Training Students, 4th International conference on E-learning and Teaching, Iran University of science and Technology, Tehran.
- [34] Saberi N., Montazer G.A. (2010) Personalized Intelligent Tutoring System based on fuzzy learner model and fuzzy pedagogical module, 4th International Conference of Fuzzy Information & Engineering, Shomal University, Amol, Iran.
- [23] Felder R.M., Silverman L.K. (2002) Learning and Teaching Styles in Engineering Education, Engr. Education, 78, 674-681.
- [24] Griogorenko E.L. & Sternberg R. (1995), Thinking styles, International handbook of personality and Intelligence, New York, plenum, 205-229.
- [25] Joy S., Kolb D.A. (2009) Are there cultural differences in learning style?, International Journal of Intercultural Relations 33, 69-85.
- [26] Hudson L., (1966). Contrary imaginations. London: Penguin Books.
- [27] Kadivar P., Shokri O. (2008) A structural model of personality factors, learning approaches, thinking styles and academic achievement, ACC'08 Proceedings of the WSEAS International Conference on Applied Computing Conference.
- [28] Schiaffino S., Marcelo A. & Analia A. (2010), Building respectful interface agents, Human-Computer Studies, 68, 209-222.
- [29] Kardan A., Speily O. (2009) A Hybrid Content Recommender Systems Based On Q-Learning To Recognized Learners Preferences, International conference on e-learning & e-teaching, Tehran.