طراحی و پیاده سازی سامانه چند کارگزاره آموزشیار هوشمند مبتنی بر شبکه بیز در محیط آموزش الکترونیکی

نفیسه صابری[1] و غلامعلی منتظر[2]

چکیده : سامانه‌های آموزشیار هوشمند به عنوان محیطی شخصی شده و مبتنی بر توانمندی و ویژگی‌های یادگیری در نظام آموزش الکترونیکی، محیطی پیچیده، پویا و همراه با عدم قطعیت است. پایش این محیط برای استخراج ویژگی‌ها و مدل‌سازی دقیق یادگیرنده کاری زمان‌بر و سخت است. هدف از این مقاله، ارائه چارچوبی انعطاف‌پذیر با بهره‌گیری از قابلیت‌های کارگزار در پایش مستمر یادگیرنده و ارائه تعاملات زیر سیستم‌های سامانه آموزشیار هوشمند به طور بهینه و به نمایندگی از آموزشگر است. در این تحقیق در مرحله اول از نظریه سبک یادگیری برای شناخت رویکردهای یادگیری یادگیرنده و از شبکه بیز برای کاهش عدم قطعیت این شناخت استفاده شده است. در مرحله بعد با تلفیق نتایج مرحله اول با توانمندی‌های یادگیرنده (که از طریق نظریه پرسش- پاسخ حاصل شده است)، توصیه‌هایی در سه دسته به یادگیرنده، یاددهنده و نیز طراح محیط آموزشی ارائه می‌شود. به همین دلیل معماری سامانه پیشنهادی در سه لایه ارائه شده که در لایه میانی آن چهار کارگزار وظیفه ایجاد مدل یادگیرنده و ارائه توصیه‌های شخصی‌شده مبتنی بر درس و ویژگی‌های شخصی یادگیرنده را بر اساس پایش و به روز رسانی مدل یادگیرنده بر عهده دارند. پیاده سازی این سامانه در درس« زبان برنامه‌نویسی C++» از مجموعه دروس رشته مهندسی کامپیوتر روی ۳۰ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی، نتایج رضایت بخشی را به همراه داشته؛ به طوری که میزان رضایت و موفقیت تحصیلی به دو برابر نسبت به قبل از به‌کارگیری سامانه، بهبود یافته است.

کلمات کلیدی: یادگیری الکترونیکی، نظریه پرسش- پاسخ، سبک یادگیری، شبکه بیز، سامانه آموزشیار هوشمند، معماری مبتنی برکارگزار

۱- مقدمه

یکی از مسائل مهم در نظام‌های آموزشی، به ویژه نظام‌های یادگیری الکترونیکی، شناسایی نیاز یادگیرنده و طراحی برنامه درسی متناسب با توانایی‌های کاربر و ارائه توصیه‌های مناسب به اوست؛ پایش مستمر و توجه به بازخوردهای یادگیرنده در فرایند یادگیری در این مسیر راهگشاست [۱-۴]. شخصی‌سازی برنامه آموزشی در این نظام، بنا به دلایلی همچون دانش پیش‌زمینه، تجربیات، انگیزه و توانایی‌های رفتاری متفاوت یادگیرندگان، سطوح مختلفی از کاربرد را می‌طلبد [۵]. سامانه‌های آموزشیار هوشمند[1]، توانایی تفسیر رفتار یادگیرنده را برای ایجاد مدل مناسب یادگیری دارا هستند و بازخوردهای هدف‌مندی را برای بهبود محیط آموزشی و تطابق آن با خواسته‌های یادگیرنده فراهم می‌کنند [۶ و۷].

هدف از این مقاله ارائه چارچوبی برای تعامل بهتر اجزای سامانه آموزشیار، ارتباط قوی‌تر فنّاوری آموزشی و فنّاوری شبکه با فراهم کردن مدل یادگیرنده مبتنی بر سبک یادگیری[2] و سپس طراحی سامانه‌ای مبتنی بر این مدل برای ارائه توصیه‌های شخصی شده و دست‌یابی به یادگیری مؤثر است. رویکردهای مختلفی برای نمایش مدل یادگیرنده و مدیریت عدم قطعیت در سامانه‌های آموزشیار هوشمند وجود دارد که در این مقاله از روش شناسی شبکه بیز[3] استفاده شده است. این رویکرد توانایی مدل‌سازی رفتار کمّی و کیفی یادگیرنده را همراه با کاهش عدم قطعیت و

تاریخ دریافت مقاله ۸۹/۰۸/۲۱ ، تاریخ تصویب نهایی ۸۹/۱۱/۰۴

[1] **دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فنّاوری اطلاعات**، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرّس

[2] **دانشیار مهندسی فنّاوری اطلاعات**، دانشکده فنی و مهندسی- دانشگاه تربیت مدرّس (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: montazer@modares.ac.ir

توانایی ادغام نمایش گرافیکی احتمالات با مکانیزم استنتاج را دارا می‌باشد [۲و۸-۱۰].

از سوی دیگر تحقیقات در زمینه شخصی سازی محیط‌های یادگیری به استفاده روز افزون از کارگزار سوق پیدا کرده که مهم‌ترین دلیل آن توانایی پایش مستمر یادگیرنده و دست‌یابی به میزان بیشتری از ویژگی‌های کاربران است؛ به طوری که فنّاوری کارگزار، تعامل بین یادگیرنده و سامانه‌های آموزشی را تسهیل کرده و همچنین قادر به ارائه مدلی از یادگیرنده و فنّاوری آموزشی است که تعامل این دو به شخصی سازی محیط یادگیری می‌انجامد. همچنین ویژگی‌هایی از کارگزاران مانند خود مختاری[۴]، کنش گرایی[۵]، واکنش پذیری[۶] و مشارکت[۷] آنها با هم در پایش فرایند یادگیری و در نهایت ارائه محتوا، آزمون‌ها و توصیه‌های شخصی شده، نقش به سزایی دارد [۵و۱۱و۱۲]؛ به همین دلیل معماری سامانه پیشنهادی این تحقیق مبتنی بر کارگزارهای چند گانه بنا نهاده شده است.

با توجه به نکات فوق ساختار مقاله بدین شرح است: در بخش دوم مفهوم سبک یادگیری و مفاهیم مرتبط با آن، در بخش سوم شبکه بیز و رویکردهای ساخت آن، در بخش چهارم مروری بر مفهوم کارگزار، معماری چند کارگزاره و کاربرد آن در طراحی بخش‌های مختلف سامانه آموزشیار بررسی خواهند شد. پس از بیان این مقدمات در فصل پنجم مدل یادگیرنده مبتنی بر سبک یادگیری به کمک شبکه بیز، معماری سامانه و چگونگی طراحی کارگزار و در بخش ششم نیز ارزیابی حاصل از پیاده سازی سامانه طراحی شده در محیطی واقعی و در بخش هفتم نتیجه گیری مقاله بیان می‌شود.

۲- نظریات یادگیری

یادگیرندگان در محیطی که با اولویت‌های یادگیری آنان تطابقی نداشته باشد، به رغم توانمندی بالا با مشکلات متعددی مواجه می‌شوند که این مشکلات هم از بُعد یادگیرنده است و هم بر تلاش یاددهنده (معلم) اثر می‌گذارد؛ زیرا یاددهنده نیز به رغم تلاش و پیگیری فراوان، رضایتی از یادگیرنده نخواهد یافت و احساس می‌کند یادگیرنده بدون میل و رغبت به دوره ادامه می‌دهد. این ناهماهنگی در محیط آموزش الکترونیکی به دلیل نبود آموزشگر انسانی نمود بیشتری پیدا می‌کند و به همین دلیل نیز توجه به نظریات یادگیری، بسیار منطقی جلوه می‌کند. به طور کلی روش معمول فرد درحل مسأله، تفکر، ادراک، شیوه پردازش اطلاعات و یادآوری، که ریشه در ویژگی‌های شناختی، عاطفی، فیزیولوژیکی و عوامل شخصیتی دارد، سبک شناختی[۸] نام دارد و در مقابل به باورها، اولویت‌ها، رفتارهای ترجیحی در شیوه تعامل با یاد

جدول۱ ابعاد پنجگانه سبک یادگیری فلدر- سیلورمن

ابعاد سبک	سؤال تعیین کننده ابعاد	شرح ویژگی‌ها	توصیف‌گر
ادراک	ترجیح اطلاعات	اطلاعات درونی مبتنی بر تفکر، بینش و شهود	شهودی
		اطلاعات بیرونی کسب شده از حواس پنجگانه	حسّی
درون داد	دریافت مؤثرتر اطلاعات بیرونی	تصاویر، اشکال، نمودارها و...	دیداری
		به صورت شفاهی و از طریق شنیدن	کلامی
پردازش	چگونگی پردازش اطلاعات	فعالانه از طریق مشارکت در فعالیت‌های	فعال
		اندیشیدن و تفکر در تنهایی	تأملی
فهم	چگونگی رسیدن به یافته‌ها	به طور کلی و با پراکندگی	کلی
		در مراحل پشت سرهم و با استدلال	ترتیبی
سازماندهی	ترجیح سازماندهی اطلاعات	استقرایی و از طریق حقایق و مشاهدات	استقرایی
		قیاسی و از طریق اصول و قوانین کلی	قیاسی

دهنده، سایر یادگیرندگان، محتوای درس و همچنین نحوه پردازش اطلاعات، پاسخ دهی و استفاده از محرک‌های موجود در زمینه یادگیری و نیز تمایل فرد به یادگیری و انطباق او با محیط سبک یادگیری گویند [۲و۱۱-۱۵]. مدل‌های مختلفی برای توصیف سبک یادگیری وجود دارد که از این میان مدل فلدر و سیلورمن، دارای بهترین ساختار و نتایج برای توصیف دانشجویان حوزه‌های علوم پایه و علوم مهندسی است [۱۴]. این مدل برای ایجاد تمایز بین اولویت‌های یادگیرندگان، سبک یادگیری را با پنج توصیف‌گر مستقل بیان می‌کند. ابعاد مختلف این توصیف‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است [۸]:

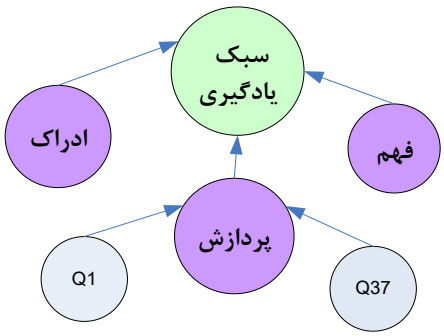
سبک یادگیری یادگیرندگان مبتنی بر مدل فلدر و سیلورمن به کمک پرسش‌نامه فلدر و سولومان[۹] و یا از طریق پایش رفتار یادگیری آنان در سامانه‌های مدیریت محتوا به دست می‌آید؛ لیکن در این تحقیق به علت عدم قطعیت در پاسخ‌های داده شده به پرسش‌نامه (به علت خطای پاسخ دهی، حدس زدن و یا عدم تمایل به پاسخ دهی و پاسخ های نامعتبر) و نیز در رفتار یادگیرندگان، از شبکه بیز برای تلفیق نظریات خبرگان با داده‌های موجود استفاده می‌شود.

۳- شبکه بیز

اساس رویکرد بیز، فراهم آوردن قوانین ریاضی برای تغییر باور موجود با توجه به شواهد جدید است. به بیان دیگر این نظریه اجازه ترکیب اطلاعات جدید را با دانش و خبرگی موجود می‌دهد [۱۶و۱۷]. شبکه بیز، که مبتنی بر نظریه بیز است، مدلی گرافیکی برای نشان دادن روابط احتمالی میان مجموعه‌ای از متغیرها است. به طور کلی زمانی که دانش خبرگان، ناکامل، مبهم و همراه با عدم قطعیت باشد، می‌توان از شبکه بیز برای مدل سازی اطلاعات و تفوق بر مشکل عدم قطعیت بهره گرفت[۷و۱۴]. شبکه بیز با سه عامل تعریف می‌شود: الف) گره‌ها که بیانگر متغیرهایی با تعداد متناهی (مشخص) حالت هستند و می‌توانند بیانگر هر نوع متغیری اعم از پارامتر اندازه‌گیری شده، متغیر مخفی و یا فرضیه باشند. ب) وجود یال برای پیوند بین متغیرها و ج) توزیع احتمال شرطی هر متغیر که به آن توزیع حاشیه‌ای آن متغیر به شرط والدینش گویند.

دو عامل اول ساختار شبکه را تعیین می‌کند. اتصال یال بین دو متغیر، وابستگی احتمالی آنها را نشان می‌دهد، ضمن این که جهت یال‌ها بیانگر رابطه سببی بین دو متغیر است، به طوری که جهت یال‌ها هیچ دوری را ایجاد نمی‌کند [۱۷]. در شکل ۱ نمونه‌ای از شبکه بیز به همراه احتمالات پیشین و توأم در جدول ۲ و جدول ۳ نشان داده شده است.

شکل۱ شبکه بیز با سه متغیر سبک یادگیری



جدول۲ احتمال پیشین گره های فهم و پردازش

فهم	احتمال	پردازش	احتمال
کلی	۰/۸	فعال	۰/۷
ترتیبی	۰/۲	تأملی	۰/۳

جدول۳ جدول احتمال شرطی بُعد پردازش

سؤال	پارامترهای استخراج شده از پرسش‌نامه سبک یادگیری فلدر در بُعد پردازش			
Q37	گزینه الف		گزینه ب	
Q1	گزینه الف	گزینه ب	گزینه الف	گزینه ب
فعّال	۰/۹۰	۰/۶	۰/۳۰	/۱۵
تأملی	۰/۱۰	۰/۴	۰/۷۰	/۸۵

دو روش رایج برای ساخت شبکه بیز وجود دارد:
الف) الگوریتم‌های یادگیری ماشین که به طور خودکار از داده‌ها یاد گرفته و شبکه بیز را می‌سازند ب) استفاده از دانش خبرگان است که هم سریع‌تر و هم دقیق تر است [۱۷]. در این روش ساخت شبکه بیز در چهار مرحله انجام می شود :
الف) تعیین نشانگرها (متغیرها)،
ب) تعیین روابط علّی بین متغیرها (قوانین شبکه بیز)،
ج) تعیین جدول احتمال شرطی و
د) محاسبه احتمال پیشین [۶].
در این تحقیق با تعیین نشانگرها که همان ابعاد سبک یادگیری هستند و تخمین احتمال پیشین هر گره و احتمال توأم هر گره به شرط پدرش با استفاده از داده‌های جامعه آماری و نظریات خبرگان، شبکه بیزی ساخته می‌شود که از آن برای شناسایی سبک یادگیری استفاده می‌گردد؛ به تعبیر دیگر مدل یادگیرنده مبتنی بر شبکه بیز است. در این مقاله، شبکه بیز به همراه زیر سیستم تعیین توانمندی علمی یادگیرنده در قالب معماری چند کارگزاره ارائه می‌شود؛ به همین دلیل در بخش بعد مفاهیم اولیه کارگزارهای هوشمند مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴- مروری بر کارگزار هوشمند

کارگزار موجودیتی است که می‌تواند به نمایندگی از فردی، با سطحی از هوشمندی و خودمختاری و با در اختیار داشتن دانش آن حوزه و اولویت‌های مشخص، به طور پیوسته کاری را انجام داده، به طور مستقل و مؤثر با محیط اطرافش در تعامل بوده تا بتواند به اهداف تعیین شده دست یابد [۸و۱۹-۲۱]. از ویژگی‌های مهم کارگزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) خود مختاری: یعنی کارگزار بتواند بدون دخالت مستقیم کاربر یا هر عامل دیگری کار خود را انجام دهد و روی کار خود کنترل داشته باشد. این ویژگی اصلی‌ترین و مهم‌ترین ویژگی کارگزار است که نقش مهمی را در شخصی سازی محیط آموزش الکترونیکی دارد [۲۱].

ب) معاشرت‌پذیری: یعنی کارگزار بتواند با کارگزارهای دیگر (یا حتی کاربران خود) با استفاده از زبان ارتباطی کارگزار برای رسیدن به اهدافش ارتباط برقرار کند.

ج) واکنش‌پذیری: بدین معنا که کارگزار باید بتواند محیط اطراف خود را درک کرده و به تغییراتی که در آن ایجاد می‌شود به موقع پاسخ دهد [۱۹].

د) کُنش‌گرایی: یعنی کارگزار فقط به عوامل محیطی پاسخ ندهد، بلکه در صورت بروز تغییرات، آغازگر رفتاری هدفمند باشد. کُنش گرایی به مفهوم داشتن اهدافی است که کارگزار بی وقفه در صدد نیل به آنهاست [۱۲].

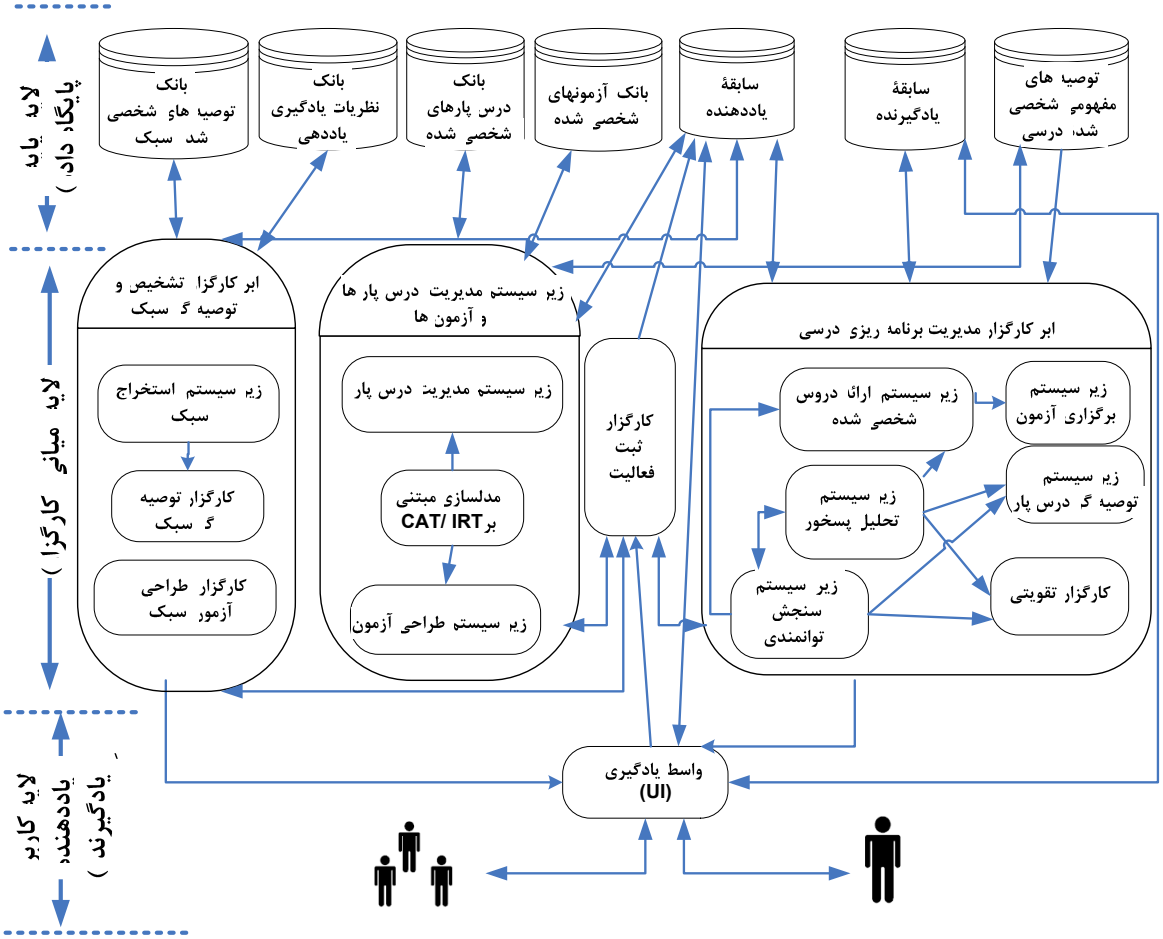
هر گاه وظایف تعیین شده در سیستمی، پیچیده باشد به طوری که انجام آن توسط یک کارگزار سخت و زمان‌بر باشد، از ترکیب و ارتباط چندین کارگزار استفاده می‌شود که به آن سامانه چند کارگزاره[۱۰] می‌گویند. در این سامانه، هر کارگزار از خود مختاری برخوردار است؛ ولی دید کلی نسبت به تعاملات کل سامانه ندارد. معمولاً در سامانه‌های چند کارگزاره، کارگزاری برای پایش تعاملات میان تمام کارگزارها با توانایی استدلال بالا در نظر گرفته می‌شود تا توصیه‌گرِ بهترین تعاملات و ارتباطات در راه رسیدن به اهداف تعیین شده باشد که به این کارگزار، آبَرکارگزار[۱۱] گویند. به طور کلی در سامانه چند کارگزاره، کارگزارها برای رسیدن به اهداف تعیین شده با یکدیگر همکاری دارند، هماهنگ با هم عمل می‌کنند و در تعامل خوبی با هم هستند[۱۰، ۱۱و۱۸].
در سامانه‌های آموزش الکترونیکی، کارگزار با دسترسی به اولویت‌های یادگیرنده و دانشِ آن حوزه خاص، به نمایندگی از معلم عمل کرده و این محیط را هر چه بیشتر به محیط کلاس‌های سنّتی شبیه می‌کند [۱و۷]. بیشتر تحقیقاتِ اخیر به استفاده از سامانه های چندکارگزاره در محیط آموزش الکترونیکی معطوف شده است [۴]. به طور کلی استفاده از قابلیت های کارگزار در توانایی پایش رفتار، ارزیابی نحوه عملکرد یادگیرنده و اهمیت قائل شدن به چگونگی و زمان ارسال توصیه ها و بهبود کیفیت یاددهی و یادگیری است و به همین دلیل شاهد کاربرد روزافزون آن در طراحی و پیاده سازی محیط آموزش الکترونیکی هستیم [۱۰و۲۰].
با توجه به توانایی شبکه بیز در تخمین دقیق تر سبک یادگیری یادگیرندگان و همچنین توانمندی کارگزار در پایش دائمی رفتار یادگیری یادگیرندگان، معماری سامانه پیشنهادی این تحقیق را مبتنی بر کارگزارهای چندگانه و مدل یادگیرنده را مبتنی بر شبکه بیز ارائه می‌دهیم.

۵- معماری سامانه آموزشیار پیشنهادی

این سامانه، توانایی یادگیرنده را به کمک پیش‌آزمون برآورد کرده و محتوای دروس و آزمون‌ها را به طور شخصی شده ارائه داده و ارزیابی می‌کند. همچنین نقاط ضعف یادگیرنده را به کمک آزمون‌های دوره‌ای شناسایی کرده و با توجه به آن درس‌پارهای مناسب را به وی توصیه می‌کند. بنابراین گام اول برآورد توانایی یادگیرنده و ساخت آزمون‌های تطبیقی است که برای این کار از نظریه پرسش- پاسخ[۱۲] استفاده می‌کنیم [۵ و۲۱-۲۳]. با توجه به هدف سامانه برای پایش دائمی یادگیرنده و نیز وجود زیر سیستم‌هایی در این سامانه، که به طور خود مختار، مستقل و به نمایندگی از طرف یاددهنده و با سطحی از هوشمندی، محیط را پایش کرده و یا آغازگر رفتاری هدفمند هستند، می‌توان معماری این سامانه را مطابق شکل ۲ مبتنی بر کارگزار ارائه داد. معماری این سامانه در سه لایه ارائه شده که عبارتند از:

۵-۱ لایه پایه (لایه پایگاه داده): این لایه مشتمل بر هفت پایگاه است که اطلاعاتی مانند توصیه‌های شخصی شده مبتنی بر درس و سبک، محتوای شخصی شده دروس و آزمون‌ها و تمامی اطلاعات پایش شده یادگیرندگان را در بردارد. تمامی اطلاعات این لایه با نظر خبرگان تأمین می‌شود.

۵-۲ لایه یاددهنده/یادگیرنده (لایه کاربر): ارتباط یادگیرنده و یاددهنده با سامانه نیز از طریق این لایه و به کمک واسط یادگیری تحقق می‌یابد.



شکل۲ اجزای سامانه آموزشیار هوشمند و تعاملات زیر سیستم‌ها و کارگزارهای آن

۵-۳- لایه میانی (لایه کارگزار): این لایه شناسایی سبک یادگیری یادگیرندگان، ارائه دروس، آزمون‌ها و توصیه‌های شخصی شده و پایش رفتار یادگیرندگان را به کمک تعامل با دو لایه مذکور بر عهده دارد و مشتمل بر «ابرکارگزار تشخیص و توصیه‌گر سبک» به عنوان مدل یادگیرنده، «ابرکارگزار مدیریت برنامه‌ریزی درسی» و «کارگزار ثبت فعالیت» می‌باشد. اجزا و تعاملات لایه کارگزار به شرح زیر است:

الف)زیر سیستم مدیریت درس پارها و آزمون‌ها: در این زیر سیستم با نظر خبرگان و مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ، درس پارها و آزمون‌های شخصی شده تولید و در بانک‌های مربوطه قرار گرفته و آماده ارائه به یادگیرندگان می‌شود.

ب) کارگزار ثبت فعالیت: این کارگزار به نمایندگی از سایر زیر سیستم‌ها و کارگزارها همه فعالیت‌های یادگیری یادگیرنده را از کارگزار واسط یادگیرنده و یا از سایر کارگزارها دریافت و در پرونده یادگیرنده ثبت می‌کند. همچنین هماهنگی و تعامل خوبی را بین کارگزار تشخیص سبک و کارگزار مدیریت برنامه درسی برای تحقق سامانه چند کارگزاره برقرار می‌کند.

ج) اَبر کارگزار مدیریت برنامه‌ریزی درسی: این کارگزار قبل از ورود به هر جلسه درس، از یادگیرنده درباره نگرش و میزان آشنایی وی با محتویات جلسه سؤال می‌کند و متناسب با جواب یادگیرنده و با درخواست از زیر سیستم برگزاری آزمون، از وی پیش‌آزمونی به عمل آورده و با تحلیل جواب‌ها، یادگیرنده را از مطالعه تعدادی از درس پارها معاف می‌کند. همچنین در پایان هر جلسه با درخواست از زیر سیستم برگزاری آزمون، پس‌آزمونی متناسب با توانایی یادگیرنده را در اختیار وی قرار می‌دهد. در این سامانه پس آزمون‌ها به صورت تطبیقی و مبتنی بر توانمندی یادگیرنده که به کمک روش بیشترین شباهت و مبتنی بر نظریه پرسش و پاسخ برآورد شده به یادگیرنده ارائه می‌شوند. پس از طیّ هر سه جلسه نیز آزمون دوره‌ای در اختیار یادگیرنده قرار می‌گیرد و پرسش‌ها و نتیجه آن ذخیره شده و در اختیار کارگزار تقویتی قرار می‌گیرد.

پس از هر توصیه و آزمون، یادگیرنده باید بازخوردی را به سامانه بدهد و در نهایت سابقه یادگیرنده به روز شود. نحوه برخورد با این توصیه‌ها نیز معیاری برای اعتبار و عملکرد کل سامانه پیشنهادی است؛ به طوری که به کمک زیر سیستم تحلیل بازخورد یادگیرنده، پس از مطالعه هر درس از یادگیرنده خواسته می‌شود که به دو سؤال پاسخ دهد: نخست این که آیا درس را فهمیده است؟ و دیگر این که میزان سختی درس چقدر است؟ پس n درس پار را می‌توان با بردار $(U_1, U_2, \dots, D_j, \dots, D_n)$ نشان داد که مؤلفه U_j بیانگر فهم درس و مؤلفه D_j بیانگر میزان سختی درس است، برای محاسبه توانایی یادگیرنده از رابطه (۱) استفاده می‌شود [۱]:

$$\theta_{s+1} = \theta_s + \frac{\sum_{i=1}^{N} -a_i[u_i - P_i(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^{N} a_i^2 [P_i(\theta_s)][Q_i(\theta_s)} \qquad (۱)$$

در این رابطه، N بیانگر تعداد آزمون، θ_s تخمین توانایی در مرحله s ، a_i پارامتر تفکیک برای سؤال iام (در حین تخمین، توانایی یادگیرنده را برابر با یک فرض می‌کنیم)، u_i پاسخ یادگیرنده به سؤال iام، $P_i(\theta_s)$ احتمال پاسخ درست به سؤال iام در سطح توانایی θ_s (یعنی احتمال اینکه یادگیرنده بتواند درس iام را کاملاً بفهمد) و $Q_i(\theta_s)$ احتمال پاسخ نادرست به سؤال iام در سطح توانایی θ_s است.

کارگزار تقویتی نیز با تحلیل نتایج آزمون دوره‌ای در پرونده یادگیرنده، نقاط ضعفِ یادگیرنده را شناسایی و با توجه به آن درس‌پارهای مناسب را به یادگیرنده توصیه می‌کند تا توانایی تحلیلی یادگیرنده افزایش یابد و در پایان هم زیر سیستم برگزاری آزمون را فراخوانی می‌کند. این کارگزار مبتنی بر پایش یادگیرنده توصیه‌هایی را به یادگیرنده و همچنین یاددهنده برای هدایت تحصیلی ارائه می‌دهد.

همچنین متناسب با توصیه‌های کارگزار سبک و زیر سیستم توصیه‌گر درس پار، زیر سیستم ارائه دروس شخصی شده، درس مناسب را از بانک درس‌پارهای شخصی شده دریافت می‌کند و توسط واسط یادگیری در اختیار یادگیرنده قرار می‌دهد.

د) اَبرکارگزار تشخیص و توصیه‌گر سبک: برای استحصال سبک یادگیری و بروز رسانی شبکه بیز از توانمندی کارگزارها و تعامل آنها با هم در قالب ابرکارگزار برای ارائه پرسش‌نامه‌های نظریات یادگیری، تشخیص سبک یادگیری با روش‌های هوشمند و ارائه توصیه‌های شخصی شده استفاده می‌شود؛ به طوری که کارگزارِ طراحی آزمون

سبک متناسب با اهداف تعیین شده و برای ساخت مدل یادگیرنده، آزمونی را از بانک نظریات یادگیری و یاددهی انتخاب می‌کند. اگر سامانه به هر دلیلی قادر به تشخیص دقیق رویکرد یادگیری نباشد، این کارگزار، آزمون دیگری از این مجموعه را به یادگیرنده ارائه می‌کند. زیر سیستم استخراج سبک یادگیری به کمک شبکه بیز، سبک یادگیری هر یادگیرنده را تعیین می‌کند. ابتدا از پرسش‌نامه برای حصول سبک یادگیری استفاده شد و در گام بعد، سبک یادگیری را با شبکه بیز مدل سازی کرده و با اعمال نظریات خبرگان و تحلیل جامعه آماری، سعی در کاهش عدم قطعیت و افزایش دقت داریم. شبکه بیز سبک یادگیری در شکل ۳ نشان داده شده است.

در اغلب شبکه‌های بیز سبک یادگیری از سه بُعد «ادراک[۱۳]»، «فهم[۱۴]» و «پردازش[۱۵]» استفاده شده است؛ زیرا اغلب دانشجویان مهندسی، سبک استنتاجی[۱۶] و دیداری دارند و به همین دلیل از بُعد چهارم و پنجم سبک یادگیری فلدر و سیلورمن صرف نظر شده است [۲۰و۵]. در این تحقیق از دو نرم‌افزار Hugin[۱۸] و GeNIe[۱۹] برای انجام محاسبات بیز استفاده شده است [۲۵]. نمونه‌ای از محاسبات بُعد پردازش با انتخاب سه گره از بین یازده گره و با فرض احتمال پیشین و احتمال توأم (یا احتمال شرطیِ فعال بودن) بدین شرح است:

$P(Q_a^{37})$ =./۸ , $P(Q_b^{37})$= ./۲, $P(Q_a^{13})$ =./۷ , $P(Q_b^{13})$= ./۳ , $P(Q_a^{1})$ =./۴۴ , $P(Q_b^{1})$=./۵۶

$P(Q_a^{37})$=./۸: احتمال پیشین پاسخ‌گویی به گزینه الف سؤال ۳۷ برابر است با ./۸

$P(Q_a^{37}, Q_a^{1}, Q_a^{13})$=۱/. , $P(Q_a^{37}, Q_a^{1}, Q_b^{13})$=./۹ ,

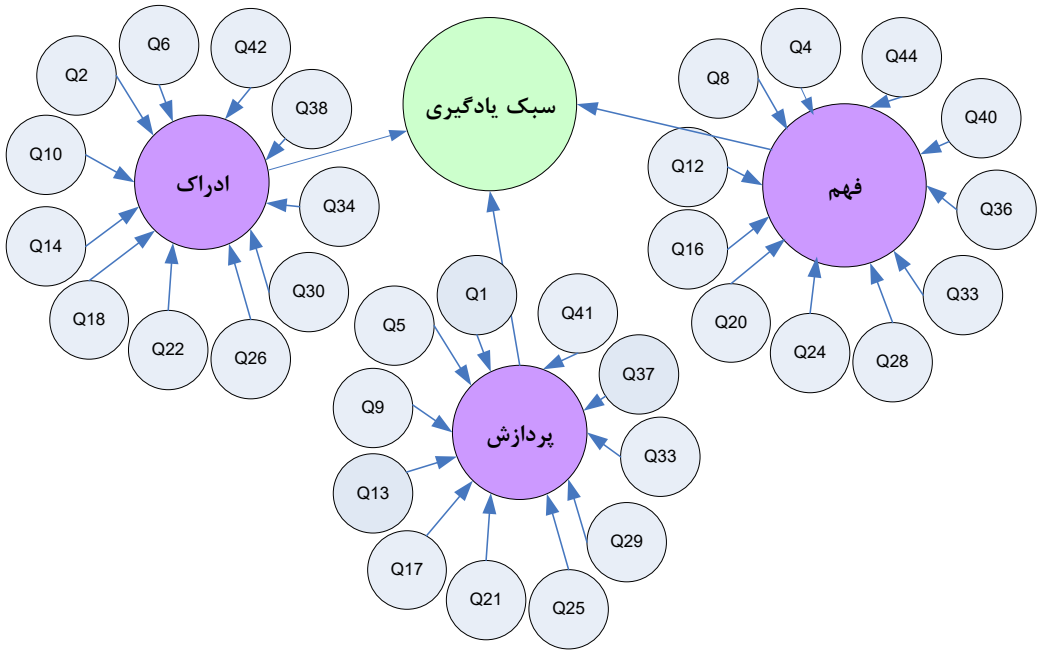
$P(Q_a^{37}, Q_b^{1}, Q_a^{13})$=./۷۵ , $P(Q_a^{37}, Q_b^{1}, Q_b^{13})$=./۶ ,

$P(Q_b^{37}, Q_a^{1}, Q_a^{13})$=./۴۵ , $P(Q_b^{37}, Q_a^{1}, Q_b^{13})$=./۳ ,

$P(Q_b^{37}, Q_b^{1}, Q_a^{13})$=./۱۵ , $P(Q_b^{37}, Q_b^{1}, b)$=۰

$P(Q_a^{37}, Q_a^{1}, Q_b^{13})$ =./۹ : احتمال توأم پاسخگویی به گزینه الف پرسش ۳۷، گزینه الف پرسش ۱ و گزینه ب پرسش ۱۳برابر است با ./۹

قابل ذکر است که مقادیر احتمال پیشین و توأم مذکور را مبتنی بر اولویت گره‌ها، نظریات خبرگان و متون موضوع به دست آمده است.



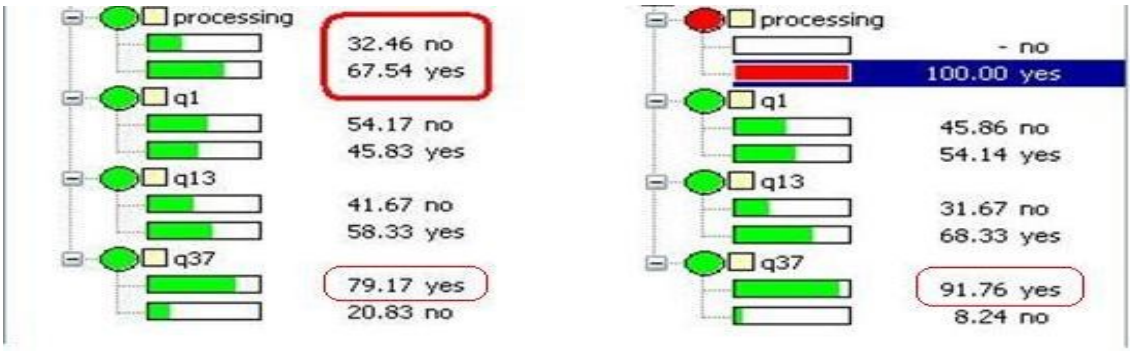
شکل ۳ شبکه بیز سبک یادگیری بر اساس سبک فلدر – سیلورمن

$P(\text{پردازش= فعال}) = P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_b^{37}, Q_a^{13}, Q_a^1) \times P(Q_a^{37}) \times P(Q_a^{13}) \times P(Q_a^1) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_b^{37}, Q_a^{13}, Q_a^1) \times P(Q_b^{37}) \times P(Q_a^{13}) \times P(Q_b^1) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_a^{37}, Q_a^{13}, Q_b^1) \times P(Q_a^{37}) \times P(Q_a^{13}) \times P(Q_b^1) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_b^{37}, Q_a^{13}, Q_b^1) \times P(Q_b^{37}) \times P(Q_a^{13}) \times P(Q_b^1) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_a^1, Q_a^{37}, Q_b^{13}) \times P(Q_a^{37}) \times P(Q_b^{13}) \times P(Q_a^1) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_b^{13}, Q_b^{13}Q_b^1) \times P(Q_b^{13}) \times P(Q_b^1) \times P(Q_b^{37}) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_a^{37}, Q_b^{13}, Q_a^1) \times P(Q_b^{13}) \times P(Q_a^1) \times P(Q_b^{37}) + P(\text{پردازش= فعال} \mid Q_b^{37}, Q_b^{13}, Q_b^1$ب) $\times P(Q_b^{13}) \times P(Q_b^1) \times P(Q_b^{37}) =$
(۱×۰/۷×۰/۴۴×۰/۸)+(۰/۶×۰/۸×۰/۵۶×۰/۳)+(۰/۷۵×۰/۷×۰/۵۶×۰/۸)+(۰/۱۵×۰/۷×۰/۵۶×۰/۲)+(۰/۹×۰/۳×۰/۴۴×۰/۸)+(۰/۳×۰/۳×۰/۴×۰/۲)+(۰/۴۵×۰/۳×۰/۶×۰/۸)+(۰×۰/۳×۰/۵۶×۰/۲) ≈۰/۷ , P (پردازش= فعال) ≈۰/۳ (تأملی)

پردازش است؛ بدین معنی که از میان متغیرهای دخیل در بُعد پردازش، متغیر q37 نقش مؤثرتری دارد. قابل توجه اینکه انجام این استدلال بر روی یازده نشانگر بُعد پردازش بیانگر اهمیت بالای متغیرهای q37،q13، q9 و q1 است.

نوع دیگری از استدلال را می‌توان بدین صورت مطرح کرد که علت، معلوم است و باید در پی معلول باشیم (استدلال بالا به پایین). مشاهده می‌شود که با شرطی‌سازی روی هر سه متغیر، توزیع احتمال متغیرها تغییری نمی‌کند. این به معنی استقلال متغیرها از هم و وابسته بودنشان فقط به متغیر بُعد پردازش است. با تکرار این مرحله روی یازده نشانگر دیگر نیز تغییر قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود.

نمونه‌ای از محاسبه سبک یادگیری برای یک یادگیرنده نیز به شرح زیر است:



الف) شبکه بیز گره پردازش قبل از تغییر **ب) شبکه بیز گره پردازش با بعد فعال شرطی شده**

شکل۴ تغییرات در توزیع احتمال متغیرها - استدلال پایین به بالا در شبکه بیز بعد پردازش

مشاهده می شود که احتمال پسین فعال بودن از احتمال پسین تأملی بودن بیشتر است؛ بنابراین می توان گفت در این جامعه آماری احتمال پردازش فعالانه مطالب درسی و مشارکت در فعالیت های گروهی بیشتر است. شکل ۴ و ۵ نشان دهنده دو نوع استدلال مهم در شبکه بیز است: همچنان که در شکل ۴-ب مشاهده می‌شود با شرطی کردن متغیر بُعد پردازش، تمامی متغیرها تغییر کرده‌اند ولی شاهد تغییر قابل توجهی در متغیر q37 هستیم که بیانگر محتمل‌ترین علت برای فعال بودن بُعد

$P(\text{فعال بودن} \mid \text{انتخابگزینه الف پرسش ۳۷}) = q_a^{37} = ./۷$

$P(\text{فعال بودن} \mid \text{انتخاب گزینه ب پرسش ۱}) = q_b^1 = ./۲$

$P(\text{فعال بودن} \mid \text{انتخابگزینه الف پرسش ۱۳}) = q_a^{13} = ./۹$

$P(\text{فعال بودن} \mid q_a^{37}, q_a^{13}, q_b^1) = \frac{A}{A+B} = \frac{./۷ \times ./۲ \times ./۹}{./۱۲۶ + ./۲۴} = ./۸$

$A = P(\text{فعال بودن} \mid q_a^{37}) P(\text{فعال بودن} \mid q_a^{13}) P(\text{فعال بودن} \mid q_b^1)$

$B = P(\text{تاملی بودن} \mid q_a^{37}) P(\text{تاملی بودن} \mid q_a^{13}) P(\text{تاملی بودن} \mid q_b^1)$

با توجه به محاسبات فوق می‌توان گفت اگر یادگیرنده‌ای گزینه الفِ پرسش ۳۷، گزینه الفِ پرسش ۱۳ و گزینه بِ

پرسش ۱ از پرسش‌نامه سبک یادگیری را پاسخ گفته باشد، به احتمال ۸/. اطلاعات را فعالانه پردازش می‌کند. در این مقاله محاسبات فوق برای تمامی ابعاد سبک یادگیری و برای تمامی یادگیرندگان انجام شد که نمونه‌ای از آن به شرح زیر است:

$$(۱\times۰/۷\times۰/۸)+(۰/۷۵\times۰/۳\times/۸)+(۰/۴۵\times۰/۷\times۰/۲)+$$
$$(۰/۱۵\times۰/۷\times۰/۶\times۰/۲)+(۰/۳\times۰/۳\times۰/۲) = /۸۲۱$$

مقادیر روزآمد شده بقیه متغیرها نیز بیانگر افزایش میزان احتمال رویداد تمامی متغیرهاست؛ به طوری که با افزایش احتمال رخداد فعال شدن، احتمال تمامی علت‌ها نیز

الف) توزیع متغیرها قبل از شرطی سازی ب) شرطی سازی متغیر q1 ج) شرطی سازی متغیر q13 د)شرطی سازی متغیر q37

شکل۵ تغییرات در توزیع احتمال متغیرها - استدلال بالا به پایین در شبکه بیز بُعد پردازش

جدول۴ نمونه ای از سبک یادگیری یادگیرندگان به کمک شبکه بیز

ابزار تشخیص / سبک یادگیرنده	پرسش‌نامه	شبکه بیز					
		بعد پردازش		بعد ادراک		بعد فهم	
یادگیرنده	پرسش‌نامه	فعال	تأملی	شهودی	حسی	ترتیبی	کلی
۱۶	تأملی	۰	۱	۰	۱	/۶	/۴
۱۵	معمولی	/۸	/۲	/۱	/۹	/۷	/۳

اینک می‌توان، شبکه بیز را با محاسبه احتمالاتی به شرح زیر روزآمد کرد :

$$P(Q_a^1|\text{فعال}) = P(q_a^1) = \frac{P(Q_a^1)P(\text{فعال}|Q_a^1)}{P(\text{فعال})} = \frac{/۴۴\times/۸۲۱}{/۶۷۵۴} \cong$$
$$/۵۴$$
$$P\left(\text{فعال}\middle|Q_a^1\right) =$$
$$P\left(\text{فعال}\middle|Q_a^1,Q_a^{13},Q_a^{37}\right)P(Q_a^{13})P(Q_a^{37}) +$$
$$P\left(\text{فعال}\middle|Q_a^1,Q_b^{13},Q_a^{37}\right)P(Q_b^{13})P(Q_a^{37})$$
$$+P\left(\text{فعال}\middle|Q_a^1,Q_a^{13},Q_b^{37}\right)P(Q_a^{13})P(Q_b^{37}) + P\left(\text{فعال}\middle|Q_a^1,Q_b^{13},Q_b^{37}\right)P(Q_b^{13})P(Q_b^{37})$$

افزایش یافته است. از نتیجه روزآمدسازی شبکه بیز برای اولویت دهی به متغیرهای شبکه بیز استفاده شده و در تعیین مقدار احتمال توأم متغیرها دخیل است. قبل از روزآمدکردن شبکه، اولویت متغیرها به صورت Q37>Q1>Q13 بود؛ بدین معنی که پرسش ۳۷ در تعیین سبک یادگیری بیشتر از پرسش‌های ۱ و ۱۳ اهمیت داشت؛ ولی پس از روزآمد کردن مشاهده شد که در این جامعه اولویت پرسش ۱۳ قدری بیشتر از پرسش ۱ است. در نظر داشتن این مقادیر و روز آمد کردن شبکه بیز ضامن پایداری و اعتماد به نتایج حاصل از شبکه بیز خواهد بود.

در پایان کارگزار توصیه‌گر سبک، با دریافت اطلاعاتی از پرونده یادگیرنده و خروجی زیر سیستم استخراج سبک یادگیری، توصیه‌هایی متناسب با آن را به یادگیرنده، یاددهنده و طراح محیط آموزشی عرضه می‌کند. قابل توجه این که این کارگزار همه یادگیرندگان را به طور همیشگی پایش کرده و به محض مشاهده تناقضی بین سبک یادگیری هر یادگیرنده و رفتار یادگیری وی، علاوه بر ارائه توصیه‌ای به یادگیرنده، سؤال از پیش تعیین شده‌ای را از یادگیرنده درباره علت این امر پرسیده و بازخورد وی را در سابقه‌اش ذخیره می‌کند. این کارگزار سعی در افزایش دقت تشخیص دارد تا سامانه بتواند رضایت یادگیرنده را با ارائه مطالب مناسب جلب کند.

بدین ترتیب زیر سیستم‌های مذکور با همکاری، هماهنگی و تعامل با یکدیگر در سامانه عمل کرده و با تقلید از معلم انسانی به آموزش یادگیرنده کمک می‌کنند و کیفیت و اثربخشی یادگیری را افزایش می‌دهند. توصیه‌های ارائه شده در این تحقیق در سه بخش ارائه شده است. نمونه‌ای از توصیه‌های سامانه به یادگیرنده شماره ۱۶(تأملی قوی، حسی قوی و متوالی) به شرح زیر است:

الف) توصیه به یادگیرنده: برای فهم کامل هر مبحث درسی جدید، ابتدا خودتان زمانی را صرف تفکر کنید. در زمان برگزاری آزمون‌ها ابتدا مروری کلی بر تمامی سؤالات داشته و سپس پاسخ‌گو باشید. توصیه‌های سامانه را پذیرا باشید. در هنگام مطالعه و برگزاری آزمون به زمان تعیین شده توجه کرده و زمانی را برای درک ارتباط مفاهیم مطالعه شده اختصاص دهید.

ب) توصیه به یاددهنده: به روابط بین اجزا در خلال درس و آزمون‌های دوره‌ای اشاره شود. منابع دیداری به میزان کافی تهیه و در تهیه درس پارها، توالی آنها و انتخاب منابع برای مطالعه بیشتر، دقت لازم صرف شود. قبل از پایان درس، سؤالات مفهومی طرح نشود. ساختار دروس درختواره‌ای نباشد. نمره‌ای برای حضور این یادگیرنده در نظرگاه‌های الکترونیکی در نظر گرفته نشود. انتظارات یاددهنده پس از مطالعه دروس به طور صریح و روشن بیان شود.

ج) توصیه به طراح محیط آموزشی: به دلیل صبور بودن یادگیرنده، لزومی به صرف زمان و هزینه برای اموری مانند سرعت بالا آمدن مطالب درسی نیست. در زمان مطالعه این یادگیرنده، توصیه‌ای به وی ارائه نشود. طراحی سامانه و ارائه توصیه‌ها طوری باشد که سامانه منتظر پرسش از طرف یادگیرنده بوده و پیشاپیش ارائه توصیه صورت نگیرد. قبل از شروع هر جلسه آموزشی به ارائه موضوعات مطرح در هر جلسه و یا به تفکیک درس پار پرداخته شود. منابع و توضیحات بیشتر ارائه نشده و به تفکر انفرادی همراه با پایش زمان مطالعه توصیه گردد. منابع با جزئیات کافی پس از پایان زمان تعیین شده برای مطالعه، ارائه شود. تمرین‌های حل شده ارائه نشود. در زمان برگزاری آزمون‌ها اخطاری درباره مدنظر داشتن زمان تعیین شده ارسال شود.

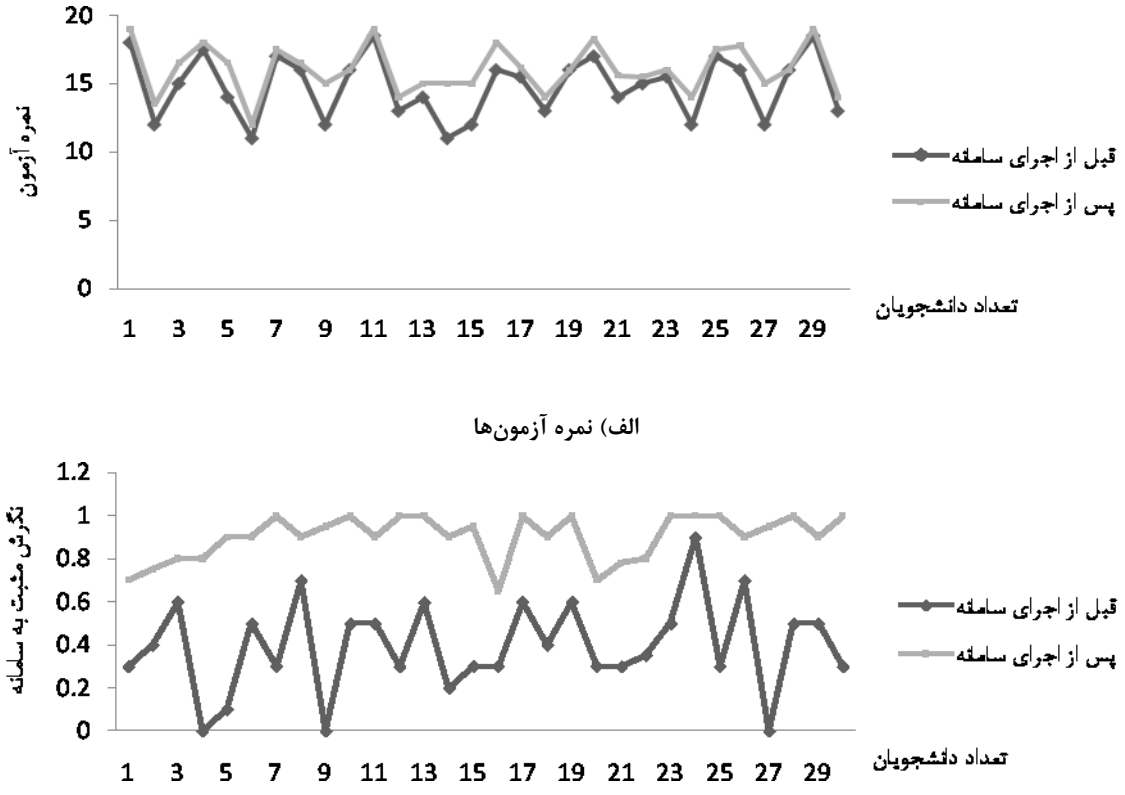
۶– ارزیابی سامانه مبتنی بر معماری پیشنهادی

سامانه‌های آموزش الکترونیکی را می‌توان به کمک پس آزمون‌های انتهای دوره آموزشی، سنجش میزان پیشرفت، همچنین با پرسش‌نامه و سنجش بازخوردهایشان و یا از دیدگاه «یادگیرنده» و «درس پار» ارزیابی کرد [۲و۳ و۵ و۸]. در این مقاله از دو پارامتر «میزان رضایت» و «موفقیت تحصیلی» برای سنجشِ اعتبار و موفقیت سامانه پیشنهادی استفاده شده است. قابل ذکر این که «میزان رضایت» بیانگر رضایت یادگیرنده از محیط آموزشی و «موفقیت تحصیلی» بیانگر رضایت یاددهنده از یادگیرنده است. بنابراین در این تحقیق توانمندی یادگیرندگان بر اساس پیشرفت تحصیلی در طول نیمسال تحصیلی، به طور منظم پایش و با ارائه توصیه‌های شخصی شده تلاش شد تا این توانمندی روند صعودی داشته باشد. از سوی دیگر رضایت یادگیرندگان از محتوای درسی ارائه شده، میزان تناسب و سختی درس پارها با یادگیرندگان پایش شد و بدین منوال برنامه‌ریزی آموزشی پویایی در سامانه حاکم گردید تا رضایت یادگیرندگان همواره تأمین شود. پس از اجرای سامانه پیشنهادی روی ۳۰ نفر از دانشجویان در یک نیمسال تحصیلی، نتایج حاصل از ارزیابی بدین شرح است: بازخوردها بیانگر درک کامل ۷۵٪ از یادگیرندگان نسبت به درس‌پار توصیه شده و درک کامل ۷۰٪ از درس پارها بوده است. همچنین ارزیابی سامانه پیشنهادی از دیدگاه یادگیرنده و یاددهنده بیانگر این است که سامانه توانسته میزان «رضایت تحصیلی» و «موفقیت تحصیلی» را به دو برابر قبل از اجرای

این سامانه افزایش دهد. از طرف دیگر توصیه‌های مبتنی بر نکات درسی سامانه علاوه بر پوشش دادن توصیه‌های آموزشگر انسانی، توصیه‌ها را با دقت بیشتری به یادگیرنده ارائه داد. حاصل سامانه مبتنی بر این معماری، علاوه بر رضایت و موفقیت تحصیلی، افزایش انگیزه و نگرش یادگیرندگان و مشارکت آنان در امر یادگیری بوده است که دلیل آن شناخت، پایش مناسب و مؤثر یادگیرندگان و تطبیق‌پذیری مناسب محیط یادگیری است و از نتایج آن نیز می‌توان به پیشرفت تحصیلی و کاهش زمان مطالعه اشاره کرد که بیانگر ارائه توصیه‌های دقیق و درس پارهای متناسب است. همچنین احساس خوشایند کار با سامانه و حین مطالعه (به دلیل تناسب تمامی پارامترها با هر یادگیرنده) که خود تأییدی بر صحت عملکرد این سامانه پیشنهادی است. که تمام این عوامل به افزایش نگرش مثبت به محیط آموزش الکترونیکی منجر شده است که در شکل (۶- ب) آمده است. در شکل (۶- الف) نمره یادگیرندگان آورده شده که شاهد افزایش نمرات پس از اجرای سامانه هستیم. قابل توجه این که بیشترین رشد در یادگیرندگان با توانمندی علمی کمتر مشاهده می‌شود.

۷- نتیجه‌گیری

در این تحقیق سامانه چند کارگزاره‌ای مبتنی بر شبکه بیز برای آموزشیار هوشمند در محیط یادگیری الکترونیکی طراحی شد که توانایی پایش هدفمند یادگیرندگان را داراست و با افزایش دقت در شناخت یادگیرندگان به کمک ترکیب نظریه پرسش-پاسخ و شبکه بیز و ارائه منابع درسی شخصی شده، سطح تعاملات یادگیرنده را با سامانه افزایش داده است. این امر ریشه در افزایش میل و رغبت و نگرش یادگیرندگان نسبت به محیط یادگیری دارد. علاوه بر این با



شکل ۶ تأثیر سامانه چند کارگزاره در محیط آموزشی دانشجویان (قبل و بعد از اجرای سامانه)

ارائه توصیه‌های سه گانه به یاددهنده، یادگیرنده و طراح محیط آموزشی، رضایت و موفقیت تحصیلی یادگیرندگان رشد چشم گیری را نسبت به قبل از اجرای این سامانه نشان می‌دهد. همچنین اجرای این سامانه نتایج خوبی را بر یادگیرندگان ضعیف داشته است؛ به طوری که بیشترین رشد نمره آزمون‌ها را در این دسته از یادگیرندگان شاهد هستیم.

سپاسگزاری

بخش‌هایی از این مقاله با حمایت مرکز تحقیقات مخابرات ایران طی قرار داد شماره ۵۰-۰۶-۸۸ اجرا شده است. از این رو نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از پشتیبانی‌های آن مرکز صمیمانه سپاسگزاری کنند.

پی نوشت ها

[1] Intelligent Tutoring System(ITS)
[2] Leraning Style
[3] Bayesian Network
[4] Autonomy
[5] Proactiveness
[6] Reactivity
[7] Social Ability
[8] Congnition Style
[9] www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html.
[10] Multi-Agent Systems (MAS)
[11] Meta Agent
[12] Item Response Theory (IRT)
[13] Perception
[14] Understanding
[15] Processing
[16] Inductive
[17] http://hugin.com
[18] http://dsl.sis.pitt.edu

مراجع

[۱] صابری نفیسه و منتظر غلام علی، *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**.

[2] Graf S., *Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles*, phd thesis, Vienna University of Technology Faculty of Informatics, **2007**.

[3] Chih-Ming c. and Ling-jung D., *Personalized web-based tutoring system based on fuzzy item response theory*, Expert system with Applications,Vol.4, **2008**, pp. 2298-2315.

[4] Essalmi F., Jemni Ben Ayed L., Jemni M., Kinshuk., and GrafS, *A fully personalization strategy of E-learning scenarios*, **2010**.

[5] Baylari A. and Montazer Gh.A., *Design a personalized e-learning system based on item response theory and artificial neural network approach*, Expert Systems with Applications, Vol.36 , **2009**, pp.8013–8021.

[6] Conati C., Gertner A. and Vanlehn K., *Using Bayesian Networks to manage Uncertainty in Student Modeling*, User Modeling and User-Adapted Interaction,Vol.4, **2002**, pp.371-417.

[7] Suebnukarn. and haddawy., *A Bayesian approach to generating tutorial hints in a collaborative medical problem-based learning system*, Artificial intelligence in medicine, Vol.38, **2006**, pp.5-24.

[8] Schiaffino S., Garcia P. and Amandi A., e Teacher: Providing personalized assistance to e-learning students, Computers & Education, Vol. 51, **2008**, pp.1744–1754.

[9] Botsios S., Georgiou D. and SafourisN., *Contributions to Adaptive Educational Hypermedia Systems via on-line Learning Style Estimation*, Educational Technology & Society, Vol.11 , **2008**, pp. 322-339.

[10] Kritikou Y., Demestichas p., Adamopoulou E., DemestichasK., Theologou M. and Paradia M., *User profile in the context of web-based Learning management systems*, Network and Computer Applications,Vol.31, **2008**, pp.603-627.

[11] Xu D. and Wang H., *Intelligent agent supported personalization for virtual learning environments*, Decision Support Systems, Vol.42, **2006**, pp.825-843.

[12] Weiss G., *Multiagent Systems A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence*, MIT Press, Chapter 1, **1999**.

[13] Dag F. and Grecer A., Relations between online learning and learning styles, procedia social and behavioral sciences,Vol.1, **2009**, pp.862-871.

[14] Ozpolat E. and Akar G., *Automatic detection learning styles for an e-learning system*, computers & education,Vol.53, **2009**, pp.355-367.

[15] Kappe F., Boekholt L., Rooyen C. and Vander Flier H., *A Predictive Validity study of the Learning Style Questionnaire (LSQ) using multiple specific learning criteria*, Learning and Individual Differences,Vol.19, **2009**, pp.464-467.

[16] Congdom P., *Applied Bayesian Modeling*, Willey, **2003**.

[17] Jensen F.V., *an Introduction to Bayesian Networks*, Springer-Verlag, New York, **1996**.

[18] Wooldridge M., *an Introduction to Multi- Agent Systems*, John Wiely & Sons, Chapters 1 & 2, **2002**.

[19] Russell R., Norvig P., *Artificial Intelligence: a Modern Approach*, (2th edn), New Jersey, Prentice-Hall, Inc, **2003**.

[20] Rabbat R., *Bayesian Expert systems and multi Agent modeling for Learner-centric web based education*, PHD thesis, Massachusetts Institute of technology, **2005**.

[21] Baker F., *The basics of item response theory*, ERIC clearinghouse on Assessment and Evaluation, Second edition, **2001**.

[۲۲] صابری نفیسه و منتظر غلامعلی، *بهینه سازی نظریه پرسش و پاسخ مبتنی بر منطق فازی برای شخصی سازی سیستم آموزشیار هوشمند*، دهمین کنفرانس سیستم‌های فازی ایران، دانشگاه شهید بهشتی، تیر **۱۳۸۹**.

[23] Saberi N. and Montazer G.A., *Personalized Intelligen Tutoring System based on fuzzy learner model and fuzzy pedagogical module*, 4th ICFIE, Shomal University, Iran, **2010**.

[24] Garcia S. and Amandi., *An enhanced Bayesian model to detect students' learning styles in web-based courses*, computer assisted learning, Vol.24, **2008**, pp.305-315.

[25] Saberi N. and Montazer G.A., *The Extraction of Learner's Ability in E-Learning Envirnoment Using Bayesian Network*, china, ETT 2010, IEEE index, **2010**.