فصلنامه
فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی
سال دوازدهم ـ شماره اول ـ پاییز ۱۴۰۰ـصفحات -۱۳۰-۱۰۹

Dor: 20.1001.1.22285318.1400.12.1.6.76.7

کشف و بهبود احساس فراگیران در آموزش الکترونیکی به کمک سیستم استنتاج فازی

لیلی قماشچی *
محمدرضا معتدل
عباس طلوعی اشلقی ***

چکیده

به علت اینکه در آموزش الکترونیکی، موقعیت مکانی مدرس و فراگیر ازهم جدا هست و مدرس هیچ اطلاعاتی از روحیات فراگیر خود ندارد لذا هدف از این پژوهش، طراحی یک سیستم هوشمند یادگیری است که احساسات فراگیران را از راه دور تشخیص داده و جهت بالابردن کیفیت کلاس، بتواند با پیشنهاد سناریوهای آموزشی به استاد، احساسات مثبت را افزایش و باعث کاهش هیجانات منفی فراگیران شود. این پژوهش در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ انجام شده است. جامعه مورد مطالعه، دانش آموزان رشته ریاضی پایه دهم دبیرستان فرزانگان۷ تهران می‌باشند. دانش آموزان در ۵ گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند که هر گروه باید موقعیت‌های مختلف شادی، عصبانیت، ترس، ناامیدی و غم را تجربه کنند و از طریق وب کم، اطلاعات چهره آن‌ها دریافت و ضبط شده وبا کمک نرم افزار فیس ریدرو، الگوریتم شبکه عصبی یادگیری عمیق کلیه مختصات چهره آنالیز شده وبا کمک الگوریتم کامینز و با نرم افزار کلمنتاین داده کاوی انجام شده است. همچنین با کمک پرسش نامه سنجش احساسات تحصیلی با ضرایب آلفای کرونباخ ۰/۸۸ تا ۰/۹۳ برای زیرمقیاس‌ها که پایایی قابل قبولی دارد وبراساس نتایج تحلیل عاملی تأییدی روایی آن به ثبت رسیده، احساسات غالب فراگیران به دست آمده و به عنوان وروردی سیستم استنتاج فازی درنظرگرفته شده، سپس سیستم جهت بالابردن حس مثبت وکاهش حس منفی، سناریوهای آموزشی صادرکرده که پس ازاجرا توسط استاد مجددا احساسات فراگیران جمع آوری شده وبه کمک سیستم استنتاج فازی ممدانی ، مشخص شد که پس از اجرای سناریوهای آموزشی، تغییراتی در محدوده‌ها ایجاد شده و میانگین احساسات مثبت افزایش و میانگین احساسات منفی کاهش یافته است.

واژگان کلیدی

سیستم استنتاج فازی، آموزش الکترونیکی، احساسات تحصیلی

* دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران lghomashchi@yahoo.com
** استادیار، دانشکده مدیریت، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران dr.Motadel@gmail.com
*** استاد، دانشکده مدیریت واقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ،ایران toloie@srbiau.ac.ir
نویسنده مسؤول یا طرف مکاتبه: محمدرضا معتدل

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۰۳ **تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۳**

مقدمه

یادگیری الکترونیکی، متفاوت با آموزش سنتی بوده و تبدیل به یک روش یادگیری جدید شده است. مشخصه آن جدایی موقعیت مکانی مدرسان و دانشجویان است. دانشجویانی که با ماوس ، صفحه کلید و صفحه نمایش می‌آموزند هیچگونه اظهار تشویق و انتقادی در محیط یادگیری از مدرسان نمی‌بینند و از دست دادن علاقه به یادگیری برای آنان راحت است. پژوهش‌های انجام شده در این زمینه نشان داده است که ۳۵ درصد از اظهارات آموزگاران مبتنی بر ارتباطات عاطفی است و برآورد شده است که ۹۳ درصد از ارتباطات عاطفی به روش‌های غیرکلامی یا فرازبانی انجام می‌شوند (Kobayashi & Tatsukami, 2013). این روش‌ها شامل حالت چهره، ایما و اشاره یا آهنگ صداست. با این وجود، سیستم‌های آموزشی هوشمند فعلی فاقد توانایی شناسایی احساسات و نشانه‌های غیرکلامی یادگیرنده هستند. در واقع عدم توانایی پاسخگویی به ارتباطات غیرکلامی و عاطفی در سیستم‌های آموزشی هوشمند موجود، سبب کاهش توانایی این سیستم‌ها برای گزینش سناریوهای آموزشی مناسب و مؤثر به صورت بلادرنگ، خواهد شد (Krithika & GG, 2016). به همین علت، برای مدرسان مهم است که یک محیط کلاسی مثبت و ایمن از لحاظ (Charoenpit & Ohkura, 2015) احساسی برای فراهم آوردن یادگیری مطلوب ایجاد نمایند. تحقق یادگیری در نظام آموزش الکترونیکی، منوط به فراهم کردن محیطی مناسب ، یادگیرنده–محور و مستقل از زمان و مکان است.

در یادگیری الکترونیکی به علت عدم حضور فیزیکی استاد در کلاس، امکان کنترل شرایط چهره دانشجویان به سختی وجود دارد. روش تدریس و موضوعات مطرح شده توسط استاد با واکنش و احساسات فراگیران در ارتباط هست. بعضی اوقات این چهره نشانگر خشم، شادی، نشاط، خستگی و....می‌باشد. عدم اطلاع استاد از این شرایط چهره، باعث استفاده از سبک یکسانی در تدریس خواهد شد که همین امر موجب کاهش راندمان تدریس می‌شود. لذا در صورتی که استاد در این محیط بتواند از وضعیت چهره دانشجویان مطلع باشد می‌تواند در سبک تدریس تنوع ایجاد نموده، خستگی و بی حوصلگی کمتر شده و بالطبع راندمان یادگیری افزایش خواهد یافت.

در این مطالعه آنچه به عنوان هدف اصلی این پژوهش به دنبال آن خواهیم بود طراحی سیستم هوشمند یادگیری است که مشکلات ناشی از عدم حضورفیزیکی معلم ودانش آموزان را در کلاس کمرنگ کند و بتواند احساسات فراگیران را از راه دور تشخیص داده و به استاد گزارش دهد وهم‌چنین در مواقعی که فراگیر در موقعیت خوب ویا ناخوشایند قرار گرفته است با پیشنهاد سناریوهای آموزشی به استاد، احساسات مثبت را افزایش و باعث کاهش هیجانات منفی فراگیران شود. ازمهمترین منافع آنی این پژوهش، بالابردن کیفیت آموزش در کلاس‌های آنلاین است و قطعا حضور این فن‌آوری درکلاس‌های درس از راه دور، می‌توان در رفع مشکلات برگزاری این کلاس‌ها گام بلندی برداشت. هم‌چنین، این پژوهش در آینده می‌تواند پایه گذار یک مدل آموزشی جدید باشدکه از طریق شناخت حالات صورت دانش آموزان، استراتژی های یادگیری تطبیقی را در محیط کلاس ایجاد و اجرا کند.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

به دلیل ذات ارتباطات انسانی، آموزش دهنده انسانی به طور ناخودآگاه جریانی از داده‌های غنی روحی، روانی و عاطفی را پردازش کرده و از آن‌ها برای راهبری پروسه آموزش استفاده می‌کنند. به همین دلیل، یک آموزش دهنده می‌تواند سیر آموزش خود را علاوه بر وضعیت شناختی و آموزشی شخص با حالت‌های روحی روانی وی نیز وفق دهد. در حقیقت محققین بر این باور هستند که اثربخشی سامانه‌های آموزشیار هوشمندی که قادر به فهم و ابزار احساس باشند بسیار بیش‌تر خواهد بود. هیجان‌ها همیشه در محیط‌های آموزشی حضور دارند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که هیجان‌ها تأثیر مهمی بر تحصیل و یادگیری آکادمیک داشته و به‌عبارتی آن را آسان‌تر ساخته یا مانع آن می‌شود (Kohoulat et al., 2017). به روایت دیگر، هیجان‌های تحصیلی به صورت مستقیم و غیرمستقیم با پیامدها و دستاوردهای تحصیلی یادگیرندگان جهت‌گیری هدف، خودپنداره، به کامی و سلامت روان و جسم، انگیزش، سناریوهای یادگیری ، منابع شناختی، خودسناریوی یادگیری، کیفیت تعاملات معلم- فراگیر، آموزش کلاسی، تمرکز، پردازش، ذخیره و بازیابی اطلاعات، یادگیری و پیشرفت تحصیلی رابطه دارند (Ismail, 2015) از طرفی دیگر تعمیم‌دهی این نتایج به سایر کشورهای جهان مورد انتقاد واقع شده است. لذا با شناخت و بررسی نقش هیجانات مختلف (منفی، مثبت) در دانشجویان و مشخص کردن نقش آن‌ها در عملکرد تحصیلی‌شان، می‌توان زمینه‌های ارتقاء هیجان‌های مثبت را در دانش آموزان ایجاد کرد و

هم‌چنین از سایر هیجان‌هایی که عملکرد دانش آموزان را به صورت منفی تحت شعاع قرار می‌دهند کنترل یا به حداقل ممکن رساند. اشوین و همکاران یک سیستم آموزش پذیری مبتنی بر تشخیص چهره چند کاربر با استفاده از تکنیک یادگیری ماشین تحت نظارت پیشنهاد داده است (Ashwin et al., 2015). الالوانی استخراج خلق و خوی را با استفاده از یک شبکه عصبی انجام داد که طبق خصوصیت‌های صورت، تجلی چهره را طبقه‌بندی می‌کند تا میل به آموزش پذیری را در دانش آموزان در سیستم‌های آموزش پذیری الکترونیکی بهبود بخشد (Al-Awni , 2016). کریتیکا با استفاده از الگوی باینری محلی، تشخیص و بازبینی چهره را گسترش داد (Krithika & GG, 2016). این روش می‌تواند الگوهای هیجان زدگی، مضطرب شدن و تحرک را تشخیص داده و داده‌های معنادار برای فهم خلق و خوی دانش آموزان در محیط آموزشی الکترونیکی راآشکار سازد. اخیرا، آموزش پذیری الکترونیکی با مطالعات شناخت روحی روانی، بی درنگ[1] روبرو شده است. به عنوان مثال، ماجدین و همکاران نرم افزاری را طراحی کرده‌اند که وضعیت روحی روانی کاربر را با استفاده از وب کم ارزیابی می‌کند. این سیستم با استفاده از شبکه‌های عصبی[2] به صورت بی درنگ کار می‌کند. دقت کلی این نرم افزار بر اساس احساسات درخواست شده و احساسات شناخته شده ۷۸٪ می‌باشد (Magdin et al., 2016) به عنوان یک مطالعه تطبیقی آموزش الکترونیک که به جمعیت دانشجویی گوناگونی رجوع شده است یک سیستم تشخیص احساس برای دانش آموزان مبتلا به اوتیسم کارآمد[3] پیشنهاد شده است(Chu HC et al., 2018).

شن و همکارانش(Chen et al., 2019) نیز ضربان قلب (HR)، میزان هدایت پوست (SC)، فشار حجم خون (BVP) و امواج مغزی EEG را ادغام کردند تا احساس دانش آموز را تشخیص دهند نتایج به دست آمده در مورد تشخیص احساسات از سیگنال های فیزیولوژیکی به بهترین دقت (۸۶/۳ درصد) برای چهار نوع احساس آموزش پذیری رسید.

آکسو آر و همکارانش(Xu et al., 2019) به طور خودکار توجه فراگیران را بر اساس سر و هیجان بر اساس چهره به صورت غیر تهاجمی ارزیابی می‌کنند. در ماژول اول، یک اجرای یادگیری چند کاره با یک شبکه عصبی کنش حلزونی آبشاری برای تشخیص چهره، محل نشانه گذاری و تخمین سر به طور همزمان ارائه می شود. در ماژول دوم، شبکه عصبی با درجه شدت بیان، بیان شده

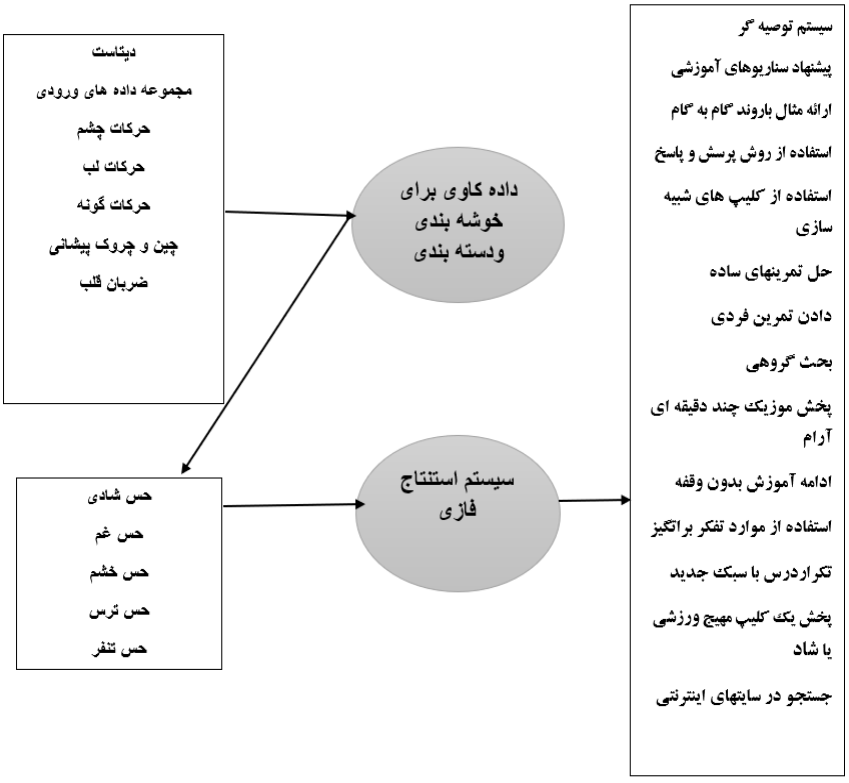
1. Real time
2. Neural Networks
3. High-Functioning Autism

است تا چهره را تشخیص دهد و شدت آن را با استفاده از اطلاعات معمولی، توالی ارزیابی کند. سپس احساسات یادگیرندگان بر اساس صورت برآورد می شود. در تحقیقاتی که در سالهای ۲۰۱۹و ۲۰۲۰ انجام شده است برروی الگوریتم‌های شبکه‌های عصبی، تمرکز زیادی انجام شده است .

جهت شناسایی اتوماتیک حالت‌های چهره، ویلیام تی از نوآوری فعال کردن تشخیص چهره در سیستم‌های کنترل راننده به کمک طبقه‌بندی معماری‌های مختلف شبکه عصبی کانسیلر (Wilhelm, 2019) استفاده کرده است. هم‌چنین، جهت شناسایی اتوماتیک حالت‌های چهره، ژو و همکارانش (Xu et al., 2019) ابتدا از شبکه عصبی کنش حلزونی آبشاری سی ان ان و سپس از روش جدید بای لاینرسی ان ان در شبکه عصبی استفاده نمودند (Zhou et al., 2020). سامارا و گالوای (Samara & Galway, 2019) از یک نمایه ویژگی مبتنی بر فاصله اقلیدسی، لین و همکارانش (Lian Z et al., 2020) از ماتریس سردرگمی و نقشه فعال‌سازی کلاس، راموس ال و همکارانش(Ramos AL et al., 2020) ازروش‌های استخراج ویژه مانند طبقه‌بندی هار- آبشار برای تشخیص صورت فیلترگابور برای استخراج ویژگی‌ها استفاده کردند. ارزیابی مقالات که خلاصه آنها در بالا آمده، نشان می‌دهد طراحی یک سیستم که بر احساسات کاربر با استفاده از یک سیگنال زیستی متمرکز باشد بسیار امیدوار کننده است ولی تاکنون به صورت متمرکز در کلاس درس به آن پرداخته نشده است. بنابراین، این تحقیق یک طراحی جدید سیستم آموزش پذیری الکترونیکی را پیشنهاد می‌دهد که از حالت‌های عاطفی نامطلوب مانند خستگی، ترس، خشم و تنفر جلوگیری می کند و به عنوان یک نوآوری جدیددرحیطه آموزش مجازی در ایران معرفی می‌شود.

مدل مفهومی پژوهش عبارت است از

شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش



درمدل مفهومی پژوهش، ابتدا بااستفاده ازالگوریتم، یادگیری عمیق توسط نرم افزار فیس ریدر متغیرهای ورودی از مختصات چهره، حرکات چشم، لب، ابرو، بینی وضربان قلب استخراج شده و به صورت یک دیتاست دراختیارما قرارگرفت. برروی این مجموعه داده به جهت خوشه بندی و دسته بندی تحت الگوریتم کامینز، داده کاوی انجام گرفت. جدول ذیل فیلدهای ورودی به نرم افزار کلمنتاین را با ۲۱۵۵رکورد را نشان می‌دهد. خروجی داده کاوی در قسمت یافته‌ها آمده است.

جدول شماره۱-ورودی های داده کاوی

ورودی های داده کاوی									
بسته بودن چشم چپ	ابروی چپ دهان	چشم راست ابروی راست	ضربان قلب	بلندای داخلی ابرو	بلندای خارجی ابرو	گشادی پلک	بلندای گونه
سفت کننده پلک چروک بینی	بازبودن لب بالا کشیدگی گوشه لب بلندای چانه	سفتی لب ها	فشردگی لب ها	فشردگی لب ها	افتادگی فک	کشیدگی دهان	فرورفتگی لب

خوشه‌های به دست آمده از داده کاوی به عنوان ورودی‌های سیستم استنتاج فازی شد و هم‌چنین قوانین مربوط به استنتاج فازی وارد گردیده و با الگوریتم سیستم استنتاج ممدانی ، سناریوهای آموزشی تولیدگردید.

سؤالات پژوهش

۱-چگونه از طریق فن‌آوری‌های جدید، می‌توان احساسات و حالات روحی فراگیران را کشف و پردازش نمود؟

۲-چگونه می‌توان یک سیستم خبره فازی برای تشخیص راهبردهای‌آموزشی مناسب که منطبق با احساسات دانش آموزان باشد طراحی کرد؟

۳-چگونه سیستم خبره فازی می‌تواند درجهت کاهش احساسات منفی و تقویت احساس مثبت دانش آموزان مؤثر باشد؟

روش

در این پژوهش که در سال ۹۹-۹۸ انجام گرفت نوع روش تحقیق، پیمایشی و از حیث هدف کاربردی است. از روش یادگیری عمیق شبکه عصبی برای استخراج مختصات چهره و روش ممدانی استنتاج فازی، جهت طراحی سیستم خبره فازی استفاده شد. به دلیل محدود بودن جامعه مورد مطالعه، نمونه گیری صورت نگرفته است. در واقع نمونه همان جامعه مورد مطالعه است جامعه مورد مطالعه، کلیه دانش‌آموزان رشته ریاضی پایه دهم دبیرستان فرزانگان۷منطقه ۲ تهران که ۷۵ نفر هستند می‌باشند. این دانش آموزان، افرادی هستند که ازلحاظ ضریب هوشی هم سطح هستند و از آزمون‌های متعدد و تست‌های استانداردی که ازطرف سازمان استعدادهای درخشان صورت گرفته، عبور کرده و به عنوان دانش آموزان تیزهوش شناخته شده‌اند. در این پژوهش پرسش‌نامه احساسات تحصیلی، وب کم و نرم افزارفیس ریدر[1]ابزار تحقیق می‌باشند. اعتباراین پرسش‌نامه در ایران با شرایط بومی ایران در پژوهش کدیور به ثبت رسیده است (Kadivar et al., 2017). پرسش نامه سنجش احساسات تحصیلی با ضرایب آلفای ۰/۸۸ تا ۰/۹۳ پایایی قابل قبولی دارد. در پژوهش حاضر، ضریب آلفای کرونباخ برای خرده مقیاس هیجان تحصیلی منفی ۰/۹۰، و برای خرده مقیاس هیجان تحصیلی مثبت ۰/۸۴ به دست آمد. در بخش مقیاس‌های هیجان مرتبط با کلاس، این پرسش‌نامه شامل ۸۰ سؤال است که هشت نوع هیجان مرتبط با کلاس را اندازه گیری می‌کند. (۱)لذت: ۱۰ سؤال، (۲)امیدواری: ۸ سؤال، (۳)غرور: ۹ سؤال، (۴)خشم : ۹ سؤال، (۵)اضطراب: ۱۲ سؤال، (۶)شرم: ۱۱ سؤال، (۷)ناامیدی:۱۰ سؤال،و (۸)خستگی : ۱۱ سؤال که باتوجه به احساسات موردمطالعه پژوهش، سؤالات مربوط به احساس افتخار ، امیدواری و شرمندگی حذف گردید.

1. Face Reader

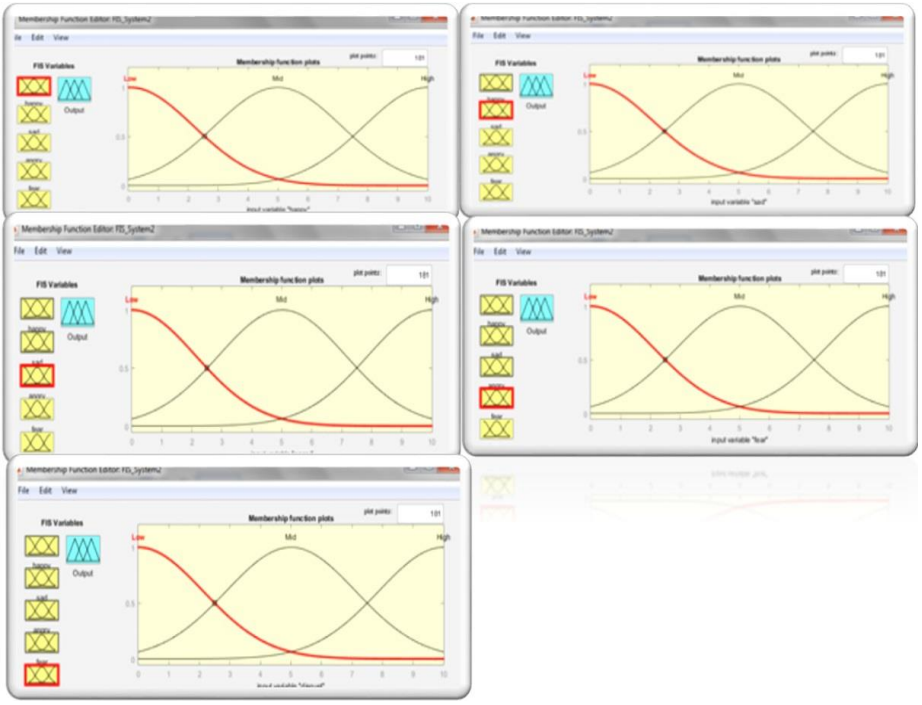
جدول۲: ضرائب آلفای کرانباخ، میانگین و انحراف معیار پرسش‌نامه (AEQ) در پژوهش حاضر

مقیاس	زیرمقیاس	آلفای کرونباخ	انحراف معیار	میانگین
زیرمقیاس‌های مربوط به کلاس	لذت مربوط به کلاس	/۷۵۴	۵/۸	۳۷/۶
	عصبانیت نسبت به کلاس	/۷۳۸	۶/۳	۲۳/۹
	نگرانی نسبت به کلاس	/۷۷۹	۷/۸	۳۱/۱
	ناامیدی نسبت به کلاس	/۸۴۸	۷/۶	۲۱/۹
	خستگی از کلاس	/۸۴۳	۸/۳	۲۱/۹

در ابتدای کلاس سعی براین بوده، با یک سناریو یکی از احساسات مورد مطالعه را که برای هرگروه در نظر گرفته شده به دانش آموزان القاء شود. سپس توسط پرسش‌نامه استاندارد سنجش احساسات تحصیلی، میزان حس دریافتی ثبت شده و هم‌زمان توسط وب کم و ابزارهای متصل ، از چهره دانش آموزان فیلمبرداری شده است. سناریوهای پیاده‌سازی شده شامل ۵ سناریوی شادی، عصبانیت، ترس، ناامیدی، تنفر بود. دربخش اول تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش داده کاوی به وسیله نرم افزار اس پی اس اس و کلمنتاین انجام گردیده است. در این مدل ویدئوهای ضبط شده برای اولین بار به عنوان یک نوآوری جدید، طبق الگوریتم‌های یادگیری عمیق شبکه عصبی با اندازه‌گیری پارامترهای مختلف مانند مختصات صورت، سطح برانگیختگی، تعداد تپش و ضربان قلب در حالات مختلف توسط سیستم نرم افزاری فیس ریدر، احساسات فراگیران در حالات مختلف اندازه‌گیری و کشف شد و به عنوان دیتاست در اختیار ما قرار گرفت. در بخش پردازش، جهت طبقه‌بندی، خوشه‌بندی عملیات داده کاوی انجام گرفته و اطلاعات دسته‌بندی شده به سیستم خبره فازی سپرده می‌شود و سپس داده‌ها طبق الگوریتم‌های فازی‌سازی و پایگاه حقایق و قوانین مشخص شده، یک سیستم توصیه‌گر ایجاد می‌گرددکه این سیستم جهت ارائه سناریوهای آموزشی به استاد به منظور کاهش احساسات منفی و افزایش حس شادی در کلاس و در نهایت بالابردن کیفیت آموزش می‌باشد. جهت تشخیص سناریوهای آموزشی، ایجاد یک سیستم استنتاج فازی مبتنی بر قانون درسامانه هوشمند لازم می‌باشد.

دراین پژوهش، سیستم استنتاج فازی به کمک جعبه ابزار متلب طراحی شده است. خروجی‌های حاصل از داده کاوی، ورودی‌های این سیستم می‌باشند. قواعد پایگاه دانش، وارد شده و در نهایت در خروجی سناریو آموزشی به استاد پیشنهاد می‌گردد. در این مقاله از سیستم استنتاج ممدانی استفاده شده است و توابع عضویت و قوانین آن با استفاده از نرم افزار متلب پیاده سازی شده است. قدم نخست در تشکیل یک سیستم استنتاج فازی، فازی سازی ورودی‌های مورد نظر هستیم.

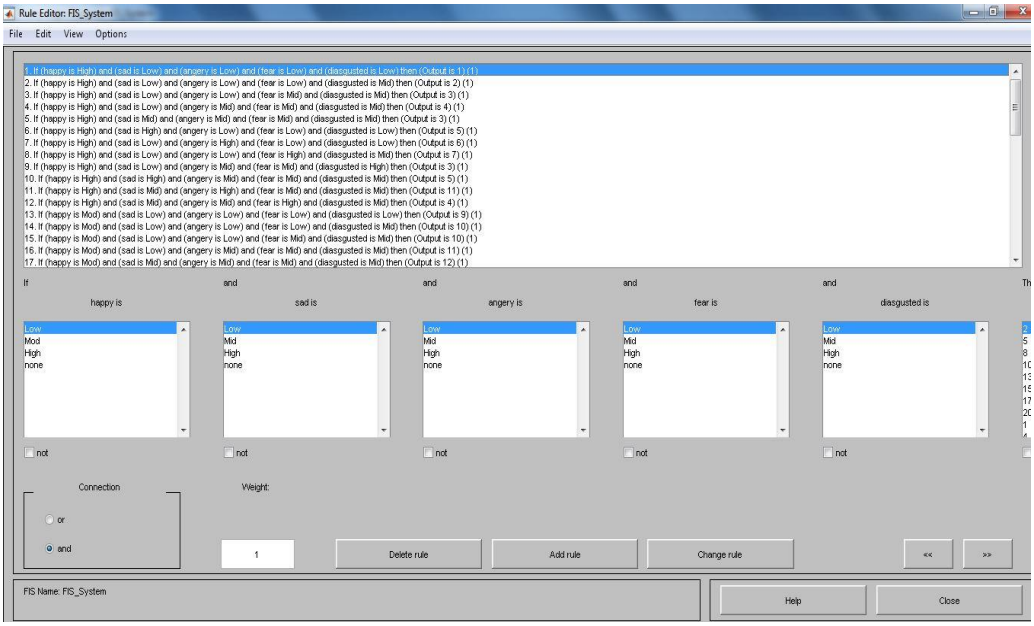
به همین منظور ورودی‌های سیستم استنتاج به صورت نرم‌های فازی تعریف می‌شوند.



این ورودی‌ها از ۳ متغیر زبانی تشکیل شده‌اند که عبارتند از:Low High, Mid تابع عضویت

شکل۲. تعریف متغیرهای زبانی

ورودی‌ها گوسین و تابع عضویت خروجی به صورت مثلثی نعریف شده است. ورودی‌های سیستم استنتاج فازی از ۳ متغیر زبانی تشکیل شده‌اند که عبارتند از: Low High, Mid تابع عضویت ورودی‌ها گوسین و تابع عضویت خروجی به صورت مثلثی نعریف شده است. در شکل ۲ چگونگی تعریف احساسات ورودی به شکل متغیرهای زبانی به شکل low, mid, High را نشان می‌دهد. برای استدلال فازی، نیازمند تعریف قواعد استنتاج فازی هستیم. به عبارت دیگر، داده‌های ورودی سیستم استنتاج فازی از طریق این قواعد به داده های خروجی تبدیل می‌شود.



شکل۳- قواعد استنتاج فازی

خروجی سیستم خبره، پیشنهادی است که در قبال مقادیر ورودی‌های سیستم ارائه می‌شود. این پیشنهادات درواقع همان اعمال یا تاکتیک‌هایی است که استاد در طول کلاس درس ممکن است انجام دهد. سپس خروجی سیستم در اختیاراستاد قرار داده می‌شود تا در وسط کاربر اعمال شود. سناریوهای آموزشی که برای این سیستم در نظر گرفته شده، عبارتند از: استفاده از موارد چالشی، دادن تمرین فردی، استفاده ازسبک انگیزشی، پخش موزیک ملایم، بحث و گفتگو، ارائه نمونه و مثال با روند گام به گام، حل تمرین‌های سطح متوسط، حل تمرین‌های ساده، سرچ در سایت‌های

اینترتی، تمرین‌های فردی متناسب، استفاده از کلیپ‌های شبیه‌سازی شده، پرسش و پاسخ، زنگ تفریح، تکرار درس با سبک قبلی، تکرار درس باسبک جدید، پخش کلیپ مهیج وشاد، ادامه درس بدون وقفه برای استدلال فازی، نیازمند تعریف قواعد استنتاج فازی هستیم. به عبارت دیگر، داده‌های ورودی سیستم استنتاج فازی از طریق این قواعد به داده‌های خروجی تبدیل می‌شود. قواعد تعریف شده در سیستم استنتاج فازی با یکدیگر ترکیب شده و یک سیستم ارزشیابی خبره در حالت ورودی و خروجی که همان سناریوی آموزشی هست را به وجود می‌آورد. این قواعد توسط خبرگان و متخصصان نمونه‌گیری شده در پژوهش تعیین شده است. برای تولید این قوانین در مرحله کسب دانش که از مراحل اولیه تولید سیستم خبره می‌باشد پرسش‌نامه‌ای تهیه شده و در اختیار ۲۸ نفر از دکترمعلمان محترم آموزش‌وپرورش قرار داده شد. باتوجه به اینکه حدود ۳۵ دبیر در سطح مناطق تهران که در دبیرستان‌های دخترانه تیزهوشان با سابقه بالای ۸ سال مشغول کارهستند با توجه به جدول مورگان و فرمول کورکان، حجم نمونه خبرگان برای تکمیل این پرسش‌نامه ۲۸ نفر انتخاب شده است که روایی داده‌های پرسش‌نامه، با کمک نرم افزار اس پی اس اس، با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۷ مورد تأیید قرار گرفت و اعتبار سنجی هر سؤال نیز تعیین گردیده است. با تشکیل یک سیستم خبره در قالب منطق، قوانین ایجادشده است. از تعریف و وارد کردن قواعد و شکل‌گیری سیستم ارزشیابی خبره، خروجی نهایی در نرم افزار با تحلیل قواعد تعریف شده، رفتار ورودی-خروجی به صورت یک شکل سه بعدی تشکیل می‌شود که با نگاه کردن به هر یک از بعدها و نیز تحلیل رنگ‌های صورت گرفته به راحتی می‌توان رفتار رول‌ها را به ازای هر ورودی مشاهده کرد. محور xو محور yورودی‌ها و خروجی بر روی محور Zنشان داده شده است. آنچه مهم است در این سیستم با یک سطح تصمیم پیوسته مواجه است که برای هر حالتی از ورودی‌ها حتی مقادیری که مشخص نشده، باز تصمیم و خروجی ایجاد می‌شود.

یافته‌ها

با توجه به طراحی و پیاده‌سازی این مدل هوشمند، مشخص گردید که به کمک ابزار وب کم و ابزارهای مربوطه با اندازه‌گیری ضربان قلب و سطح حرارت پوست، به کمک نرم افزارفیس ریدر می‌توان کلیه حالت‌های چهره را آنالیز کرد. اطلاعات پس از داده کاوی جهت کشف احساسات

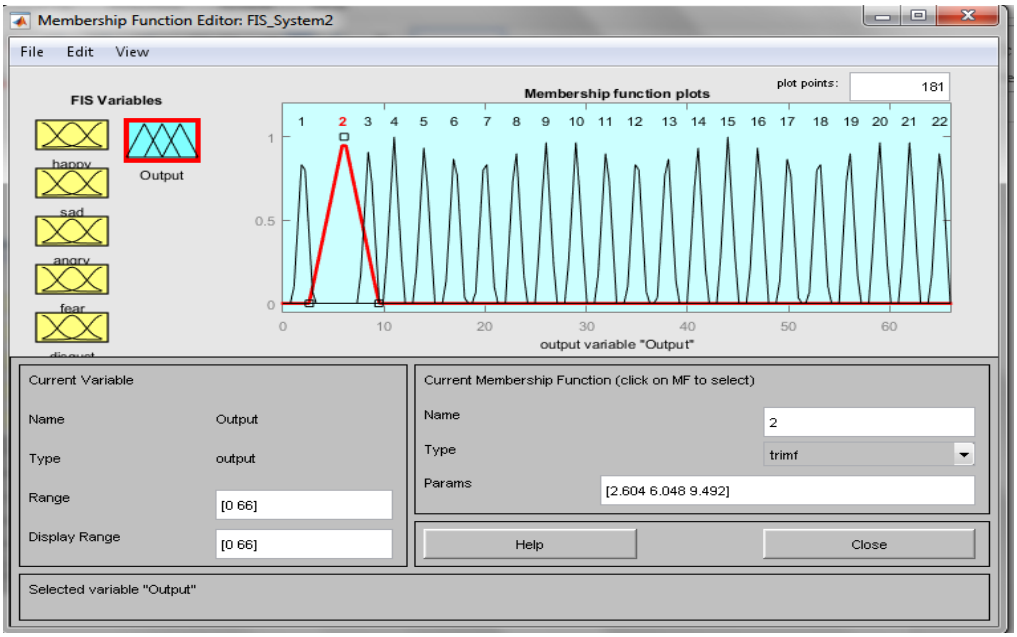
فراگیران با نتایج پرسش‌نامه‌ای که از فراگیران مبتنی بر بیان احساسات تحصیلی خود در کلاس مطابقت دارد.

جدول ۳ – نتیجه خوشه بندی داده کاوی

نام کلاستر	تعداد رکوردها
کلاستر اول – شادی	۱۴۳۴رکورد
کلاستردوم -غم وخستگی	۸۸رکورد
کلاسترسوم -عصبانیت	۲۹۱ رکورد
کلاسترچهارم – ترس	۱۵۲رکورد
کلاسترپنجم - تنفر	۱۵۰ رکورد

جدول۴. میانگین حاصل از داده کاوی نتایج نرم افزار فیس ریدر و پرسش‌نامه

	داده کاوی		**پرسش‌نامه**	
خوشه	احساس	میانگین	احساس	میانگین
1	شادی	۰/۵۹۶	شادی	۰/۵۵
2	ناامید	۰/۶۷	ناامید	۰/۶۱
3	عصبانیت	۰/۵۷۹	عصبانیت	۰/۴۹۹
4	ترس	۰/۶۰۷	ترس	۰/۵۸
5	تنفر	۰/۵۷۳	تنفر	۰/۵۰۳

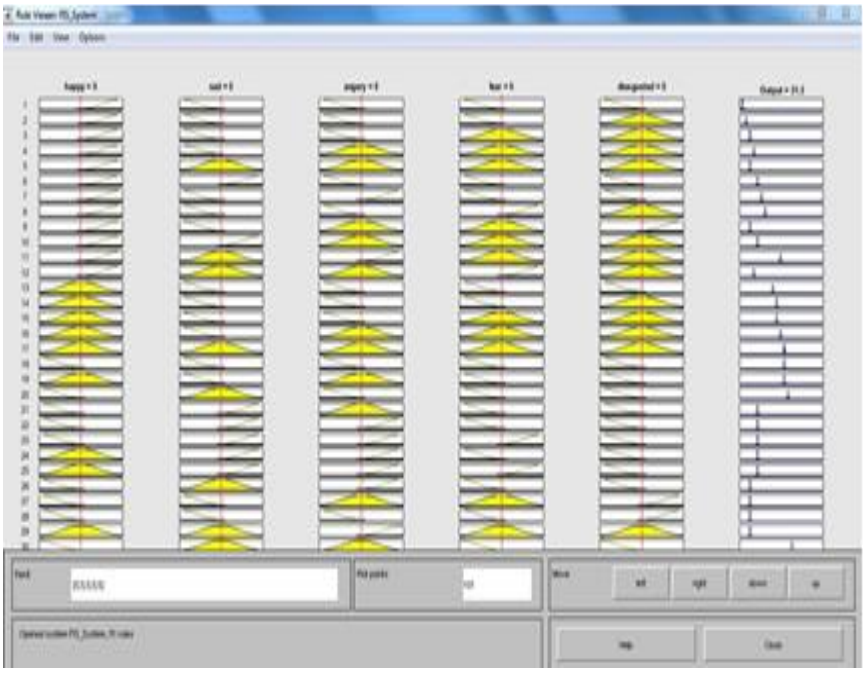


شکل۵- خروجی سیستم فازی بصورت مثلثی

شکل۵ نشان دهنده خروجی سیستم استنتاج فازی است که به صورت مثلثی بیان شده است.

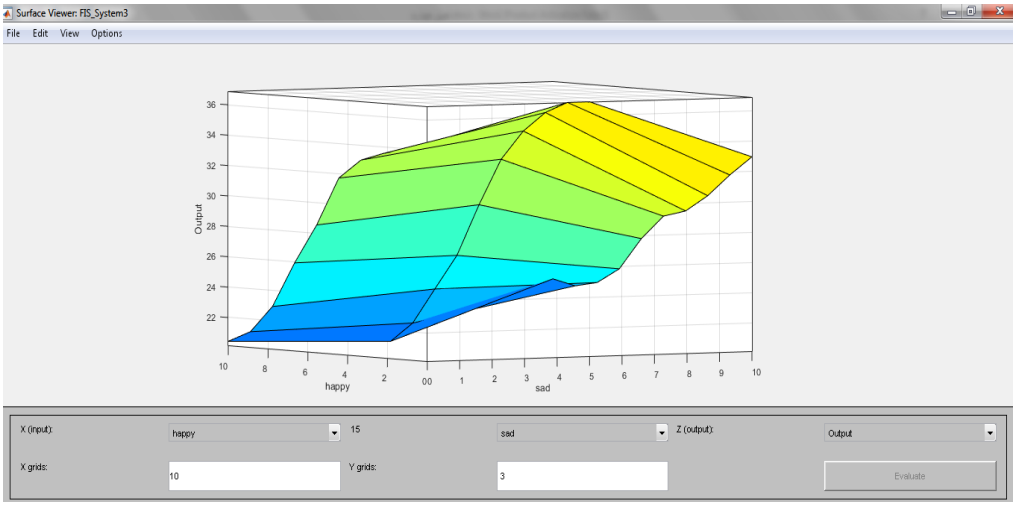
اعتبارسنجی سیستم

قواعد تعریف شده در سیستم استنتاج فازی با یگدیگر ترکیب شده و یک سیستم ارزشیابی خبره در حالت ورودی و خروجی که همان سناریوی آموزشی هست را به وجود می‌آورد. این فرآیند در شکل شماره ۶ به خوبی نمایش داده شده است.

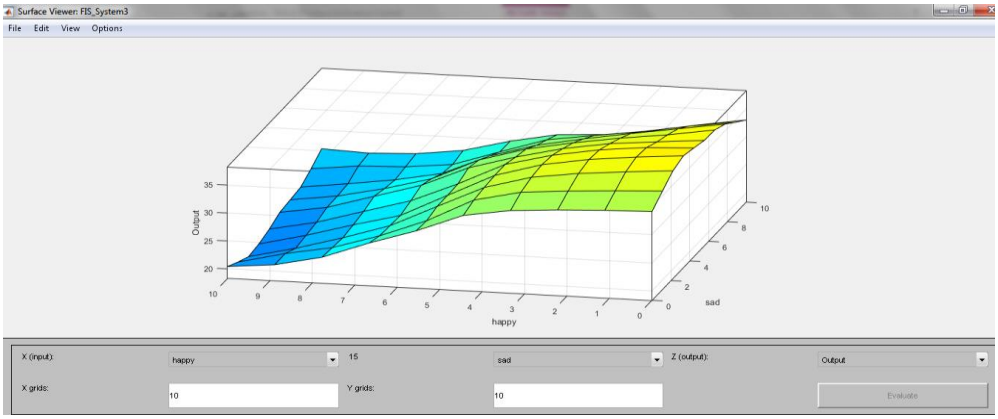


شکل ۶- سیستم ارزشیابی استنتاج فازی در حالت ورودی وخروج

از تعریف و وارد کردن قواعد و شکل گیری سیستم ارزشیابی خبره، خروجی نهایی در نرم افزار با تحلیل قواعد تعریف شده، رفتارورودی-خروجی به صورت یک شکل سه بعدی تشکیل می‌شود که با نگاه کردن به هر یک از بعدها و نیز تحلیل رنگ‌های صورت گرفته به راحتی می‌توان رفتار رول ها را به ازای هر ورودی مشاهده کرد. محور x و محورy ورودیها و خروجی بر روی محور Z نشان داده شده است. آنچه مهم است در این سیستم با یک سطح تصمیم پیوسته مواجه است یعنی برای هرحالتی از ورودی ها حتی مقادیری که مشخص نشده است باز تصمیم و خروجی ایجاد می شود که به عنوان مثال دو ورودی شادی و خستگی را به عنوان ورودی در نظر می گیریم و حالات مختلفی از آن را نمایش می دهیم.



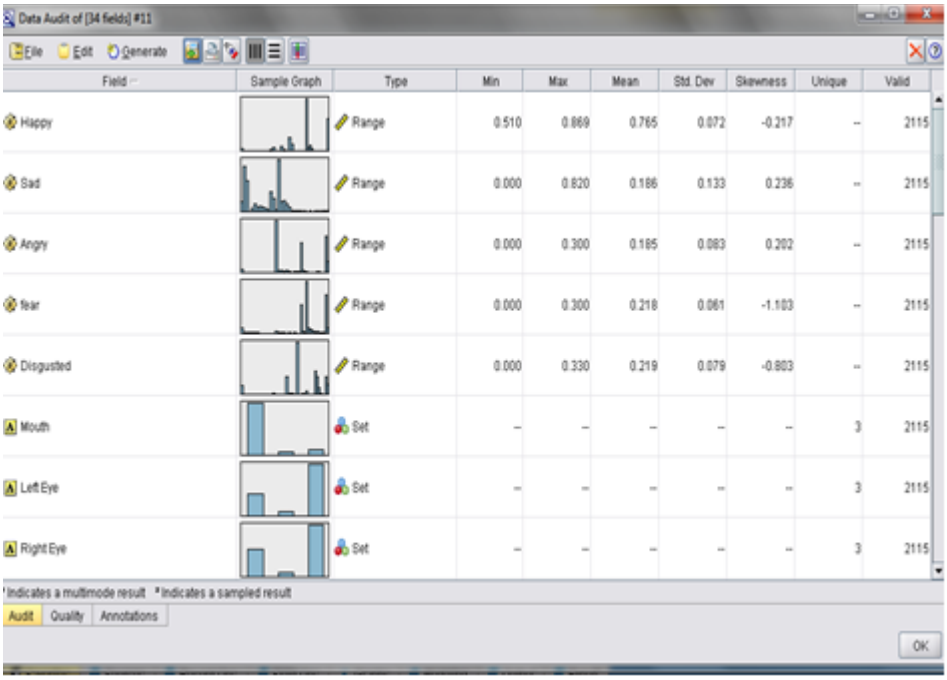
شکل ۷- نمایش سه بعدی حالت‌های سناریوی آموزشی با تقاطع دو ورودی شادی بالا و خستگی کم



شکل ۸- نمایش سه بعدی حالت های سناریو آموزشی با تقاطع دو ورودی شادی بالاو خستگی بالا

آنچه در اینجا می بینیم شادی بالا و خستگی کم وارد شده است. در خروجی با توجه به رنگ‌های موجود، رنگ آبی کم‌ترین مقدار و زرد بالاترین میزان مقدار ورودی های تعریف شده است لذا می‌بینیم که هرچه میزان شادی بالاتربرود میزان خستگی کاهش یافته است. هم‌چنین خروجی سناریوی آموزشی را انتخاب می کند که در جهت افزایش شادی باشد.

در این حالت، نمودارخستگی در حال حرکت از رنگ سبز به زرد است یعنی خستگی در حال افزایش یافته در حالت‌هایی که میزان شادی در نقاط آبی کاهش وخستگی افزایش را نشان می دهد، نمودار خروجی ازآبی به زرد در حال حرکت است یعنی سناریوهای آموزشی کاهش خستگی در حال تقویت است. هم‌چنین برای اعتبارسنجی سیستم فازی ونتایج حاصله، علاوه بر سیستم ارزشیابی خبره فازی، از داده کاوی به کمک نرم افزار کلمنتاین استفاده شد و نتایج خروجی قبل و بعد از اجرای سناریوهای آموزشی با هم مقایسه گردید.



شکل۹ -میانگین و انحراف معیار طبقه بندی داده ها پس از اجرای سناریوی آموزشی

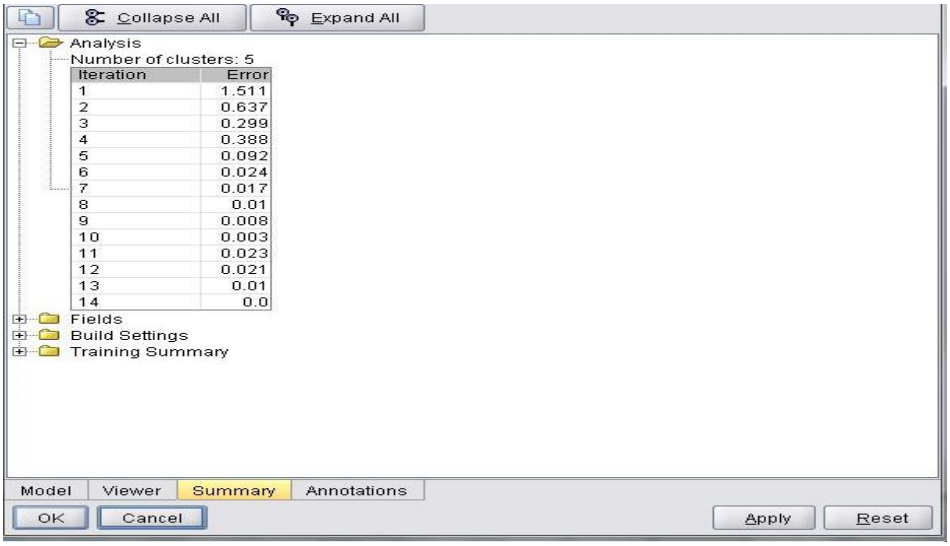
جدول۶. نتایج تفاوت احساسات دانش آموزان در قبل وبعد از استفاده از سناریوی آموزشی

		شادی	ناامیدی	عصبانیت	ترس	تنفر
قبل از پیاده‌سازی	میانگین	۰/۵۹۶	۰/۶۰۷	۰/۵۷۹	۰/۶۰۷	۰/۵۷۳
سناریوی آموزشی	انحراف معیار	۰/۰۴۹	۰/۱۳۴	۰/۱۰۵	۰/۱۲۰	۰/۱۴۴
بعد از پیاده‌سازی	میانگین	۰/۷۶۵	۰/۱۸۶	۰/۱۸۵	۰/۲۱۸	۰/۲۱۹
سناریوی آموزشی	انحراف معیار	۰/۰۷۲	۰/۱۳۳	۰/۰۸۳	۰/۰۶۱	۰/۰۷۹

با بررسی نتایج به دست آمده از داده کاوی، مشخص شده است که پس از اجرای سناریوی آموزشی، میانگین احساسات مثبت افزایش و میانگین احساسات منفی کاهش یافته است.

اعتبارسنجی داده کاوی

جهت اعتبارسنجی داده کاوی در داده‌های حاصل پس از اجرای سناریوی آموزشی، الگوریتم کامینز، ۱۳ بار متوالی انجام شده و هر بار میزان خطای خوشه‌بندی را محاسبه کرده و پس از ۱۳ بار تکرار، خطا به صفر می‌رسد. اعتبارسنجی داده‌کاوی با میزان خطای صفر درصد پس از ۱۳ بار تکرار سنجیده می‌شود و خوشه‌بندی اصلی با میزان اعتبار بسیارخوبی قابل قبول می‌باشد.



شکل ۱۰-نتایج اعتبارسنجی داده کاوی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش، طراحی سیستم هوشمند یادگیری بوده که بتواند احساسات فراگیران را از راه دور تشخیص داده و جهت بالابردن کیفیت کلاس‌با پیشنهاد سناریوهای آموزشی به استاد، احساسات مثبت را افزایش و باعث کاهش هیجانات منفی فراگیران شودکه نتایج و یافته‌های پژوهش نیز در همین راستا مورد بررسی قرار می‌گیرد. جهت پاسخ سؤال اول پژوهش ، با بررسی میانگین‌های جدول ۴ مشخص شد که نتایج حاصل ازداده کاوی بسیار نزدیک به نتایج، بیان احساساتی است که دانش آموزان در پرسش‌نامه احساسات تحصیلی اظهارکرده‌اند

و می‌توان گفت که به کمک فن‌آوری اینترنت اشیاء، می‌تواند احساسات فراگیران را رصد کند. طبق تحقیقات گذشته که کشف احساسات از روی چهره انجام شده، در بهترین حالت شن وهمکارانش توانسته اند از سیگنال‌های فیزیولوژیکی به بهترین دقت (۸۶/۳ درصد) برای چهار نوع احساس به آموزش پذیری برسند ولی این پژوهش توانسته است به کمک الگوریتم یادگیری عمیق در نرم افزار فیس ریدر، پنج نوع احساس رابا خطای کمتر از۰/۵ کشف و به آموزش پذیری برساند.

با توجه به طراحی و پیاده‌سازی مدل هوشمند، مشخص گردید که به کمک ابزار وب کم و ابزارهای مربوطه با اندازه‌گیری ضربان قلب و سطح حرارت پوست، به کمک نرم افزار فیس ریدر می‌توان کلیه حالت‌های چهره را آنالیز کرد. اطلاعات پس از داده کاوی جهت کشف احساسات فراگیران با نتایج پرسش‌نامه‌ای که از فراگیران مبتنی بر بیان احساسات تحصیلی خود در کلاس مطابقت دارد. بررسی میانگین داده کاوی نتایج نرم افزار فیس ریدر و پرسش‌نامه نشان دهنده آن است که فن‌آوری اینترنت اشیاء می‌تواند احساسات فراگیران را کشف و رصد کند. جهت پاسخگویی به سؤال دوم پژوهش، با توجه به نتایج پیاده‌سازی سیستم خبره فازی، خروجی‌های مورد نیاز سیستم که همان سناریوهای آموزشی هستند به دست آمده است. شکل۵ نشان دهنده خروجی سیستم استنتاج فازی است که به صورت مثلثی بیان شده است. خروجی سیستم خبره پیشنهادی است که در قبال مقادیر ورودی‌های سیستم ارائه می‌شود. این پیشنهاد در جهت بهبود یادگیری و گرفتن نتیجه قابل‌قبول ازآزمون‌ها توسط دانش‌آموز داده می‌شود. این پیشنهادات درواقع همان اعمال یا تاکتیک‌هایی است که آموزگار در طول کلاس درس ممکن است انجام دهد. سپس خروجی سیستم در اختیاراستاد قرار داده می‌شود تا در واسط کاربر اعمال شود. در نتایج تحقیقاتی که در رابطه با تشخیص چهره وکشف احساس انجام شده است و در بیشینه تحقیق آمده، این فن‌آوری جهت استفاده های کاربردی به جز حیطه آموزش انجام شده است ولی در این پژوهش، استفاده از این تکنولوژی در محیط کلاس و آموزش آنلاین به عنوان یک نوآوری جدید است که در تحقیقات گذشته جای آن خالی است. در ادامه اطلاعات جمع‌آوری شده، پاسخگویی به سؤال سوم تحقیق در سیستم قبل از ارائه و اجرای سناریوی آموزشی و بعد از اجرا، مورد داده کاوی قرار گرفته شد. برای تحلیل نتایج از داده کاوی به کمک نرم افزار کلمنتاین استفاده شده است و نتایج خروجی قبل و بعد از اجرای سناریوهای آموزشی

با هم مقایسه می‌شود. آنچه درجدول۶ مشخص است میانگین شادی از ۰/۵۹۶ به ۰./۷۶۵ رسیده است. این تغییر میانگین ونغییر انحراف معیار جزئی، نشان دهنده این است که حس شادی در کلاس پس از اجرای سیستم خبره فازی و دریافت سناریو توسط استاد و اجرای خوب آن، افزایش یافته است. هم‌چنین میانگین احساس غم وخستگی از ۰/۶۰۷ به ۰/۱۸۶ کاهش یافته است که به معنی کاهش احساس خستگی در کلاس می‌باشد. در بررسی احساس عصبانیت، ترس و تنفر بر اساس جدول بالا نیز حاکی از کاهش احساسات منفی پس از دریافت سناریوی آموزشی از سیستم خبره فازی و اجرای آن توسط استاد بوده است. تحقیقات گذشته نشان می‌دهد طراحی سیستم‌هایی که انجام شده است منطبق بر احساسات کاربر و بر استفاده از یک سیگنال زیستی متمرکز بوده ولی تاکنون به صورت متمرکز در کلاس درس به آن پرداخته نشده است. بنابراین، این تحقیق یک طراحی جدید سیستم آموزش پذیری الکترونیکی را پیشنهاد می‌دهد که از حالت‌های عاطفی نامطلوب مانند خستگی، ترس، خشم و تنفر جلوگیری می‌کند و به عنوان یک نوآوری جدید درحیطه آموزش مجازی در ایران معرفی می‌شود.

پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی، به مطالعات پژوهش حاضر، آیتم‌های دیگری ازجمله تکانش‌های بدن، تعدادپلک زدن‌های متوالی و تعداد بازوبسته شدن دهان وخمیازه‌ها را اضافه کرده و اندازه‌گیری مجدد انجام شود که تصورمی‌شود دقت وظرافت در تشخیص احساسات فراگیران با فن‌آوری اینترنت اشیاء، بالاتر برود. هزینه بالای ابزارهای پوشیدنی وآنالیز ویدئوهای دریافتی که در آزمایشگاه هوشمند انجام گرفت از محدودیت‌های این پژوهش بود .

References

Al-Awni, A. (2016). Mood extraction using facial features to improvelearning curves of students in e-learning systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(11), 444-453. (in Persian).

Ashwin, T.S., Jose, J., Raghu, G.,& Reddy, G.R. (2015). An e-learning system with multifacial emotion recognition using supervised machine learning. *In2015 IEEE seventh international conference on technology for education* (T4E), 23-26.

Charoenpit, S.,& Ohkura, M. (2015). Exploring emotion in an e-learning system using eye tracking. *International Journal of Affective Engineering*. (IJAE-D),14-29.

Chu, H.C., Tsai, W.W., Liao, M.J.,& Chen, Y.M. (2018). Facial emotion recognition with transition detection for students with high-functioning autism in adaptive e-learning. *Soft Computing*, 22(9), 73-99.

Ismail, N.M. (2015). EFL. Saudi students' class emotions and their contributions to their English achievement at Taif University. *International Journal of Psychological Studies*, 7(4), 19-42. (in Persian).

Kadivar, P., Farzad, W., Kavousian, J., & Nikdel, F. (2017). Validation of Pakran Academic Emotions Questionnaire. *Educational Innovations Quarterly*, 8(32), 7-38 (in Persian).

Kobayashi, H., & Tatsukami, Y. (2013). A prototype design for wireless EMG capturing system with stimulation feedback. *International Conference on Human System Interactions* (HSI),501-506.

Kohoulat, N., Hayat, A.A., Dehghani, Mr., Kojuri, J., Amini, M. (2017). Medical students' academic emotions: the role of perceived learning environment. *Journal of advances in medical education & professionalism*, 5(2),78-83 . (in Persian).

Krithika, L.B., & GG, L.P. (2016). Student emotion recognition system (SERS) for e-learning improvement based on learner concentration metric. *Procedia Computer Science*,67-76.

Lian, Z., Li, Y., Tao, J.H., Huang, J., & Niu, M.Y. (2020). Expression Analysis Based on Face Regions in Read-world Conditions. *International Journal of Automation and Computing*. 17(1), 96-107.

Magdin, M., Turcani, M.,& Hudec, L. (2016). Evaluating the Emotional State of a User Using a Webcam. *International Journal of Interactive Multimedia & Artificial Intelligence*,4(1).

Ramos, A.L., Dadiz, B.G.,& Santos, A.B. (2020). Classifying Emotion based on Facial Expression Analysis using Gabor Filter: A Basis for Adaptive Effective Teaching Strategy. *InComputational Science and Technology*, 469-479.

Samara, A., Galway, L., Bond, R., &Wang, H. (2019). Affective state detection via facial expression analysis within a human–computer interaction context. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* **,** 10,2175–2184.

Wilhelm, T. (2019). Towards Facial Expression Analysis in a Driver Assistance System, *14th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition* (FG 2019), 1-4.

Xu, R., Chen, J., Han, J., Tan, L.,& Xu, L. (2019). Towards emotion-sensitive learning cognitive state analysis of big data in education: deep learning-based facial expression analysis using ordinal information Computing, 1-6.

Zhou, F., Kong, S.,& Charless, C. (2020). Facial Expression Analysis Using Dimensional Emotion Model,Neurocomputing, 392 ,38-49.