دانشگاه فرهنگیان
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره ششم، شماره ۲۰، پاییز ۱۳۹۹

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volume ٦, Issue ٢٠, Autumn, ٠٠٠٠

ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر رضایت‌مندی یادگیرنده الکترونیکی ریاضی با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

مرتضی گرزین نژاد[۱]، داود درویشی سلوکلایی[۲]، محمد دهقاندار[۳]

دریافت: ۹۹/۶/۲۵ پذیرش: ۹۹/۷/۹

چکیده

هدف از این پژوهش ارزیابی عوامل مؤثر بر رضایت دانشجویان رشته ریاضی در محیط یادگیری الکترونیکی است. برای دستیابی به این هدف از روش تحقیق کتابخانه‌ای و توصیفی استفاده شد. جامعه آماری تحقیق صاحب‌نظران، خبرگان ریاضی و برنامه‌ریزان آموزش الکترونیکی دانشگاه فرهنگیان مازندران بوده و اعضای نمونه ۷ نفر از خبرگان با توجه به اهداف و سؤالات تحقیق به‌صورت هدفمند از بین آن‌ها انتخاب شدند. بر اساس ادبیات نظری تحقیق و با مشورت خبرگان و صاحب‌نظران، عوامل و معیارهای کیفیت محیط یادگیری الکترونیکی در چهار بعد اصلی (کیفیت فنی سیستم و زیرساخت تکنولوژی، کیفیت آموزشی، کیفیت اطلاعات و محتوا، کیفیت خدمات) و ۲۴ معیار دسته‌بندی شدند. وزن هرکدام از این شاخص‌ها در جامعه موردمطالعه بر اساس پرسشنامه خبرگان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین گردید. تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن انجام و عوامل فنی سیستم و زیرساخت تکنولوژی، عوامل تکنولوژی و طراحی آموزشی، عوامل مرتبط با تولید محتوا و عوامل مرتبط با خدمات پشتیبانی در کیفیت محیط‌های یادگیری الکترونیکی به ترتیب اهمیت ارزیابی‌شده‌اند.

واژگان کلیدی: رتبه‌بندی، یادگیری الکترونیکی، رضایتمندی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، اعداد فازی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[۱]. دانشجوی دکتری ریاضی کاربردی، دانشگاه پیام نور، گروه ریاضی، تهران، ایران، نویسنده مسئول، gorzinnezhad۹۵@gmail.com

[۲]. استادیار گروه ریاضی، دانشگاه پیام نور، گروه ریاضی، تهران، ایران.

[۳]. استادیار گروه ریاضی، دانشگاه پیام نور، گروه ریاضی، تهران، ایران.

۱ . مقدمه

در عصر حاضر یکی از مهم‌ترین اختراعاتی که تغییرات شگرفی را در زندگی بشریت ایجاد نموده، پیدایش رایانه و به دنبال آن اینترنت بوده که باعث رقم زدن دنیای مجازی و انگیزه‌ای برای دانشگاه‌ها شده است تا در بخش یادگیری الکترونیکی سرمایه‌گذاری کنند؛ اما آنچه اهمیت بحث را روشن‌تر می‌سازد تلاش برای کسب موفقیت در استفاده از سیستم یادگیری الکترونیکی و سنجش میزان موفقیت این سیستم‌ها است. یادگیری الکترونیکی می‌تواند بسیاری از معضلات ازجمله نیازهای روزافزون مردم به آموزش، عدم دسترسی یکسان به مراکز آموزشی، کمبود امکانات اقتصادی، کمبود مدرسان مجرب و هزینه‌های گزاف آموزش و ارائه خدمات آموزشی را برطرف نماید [۸]. یادگیری الکترونیکی شیوه‌ای در آموزش است که مجموعه قابلیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات را برای تسهیل و بهبود یادگیری بکار می‌گیرد. مجموعه این امکانات فرصت‌های زیادی را برای یادگیرنده فراهم می‌آورد تا او بتواند در هر زمان متناسب با تعهدات شغلی و خانوادگی خود به دوره آموزشی و برنامه درسی دسترسی پیدا کند. امکان دسترسی به ابزارها، امکان انتخاب زمان و مکان آموزش و وجود قالب‌های مختلف محتوایی در این محیط، یادگیرنده را در موقعیت انتخاب‌های گوناگون قرار می‌دهد. در این محیط یادگیرنده با استفاده از ابزارهای مختلف می‌تواند به‌صورت هم‌زمان و غیر هم‌زمان با همکلاسان، معلم و افراد دیگر ارتباط برقرار کند [۱۵]. یادگیری الکترونیکی به ما قدرت می‌دهد تا بیشتر بدانیم و سریع‌تر یاد بگیریم و این یادگیری را با صرف هزینه‌ای کمتر به دست آوریم. یادگیری الکترونیکی محتوای آموزشی را در قالب‌های گوناگون ارائه کرده و موجب افزایش میزان دسترسی فراگیران به دانش و یادگیری مادام‌العمر شده و کیفیت خدمات آموزشی را افزایش داده و نیز موجب تسریع برنامه‌های آموزشی می‌شود. سازمان‌های سراسر جهان یادگیری الکترونیکی یا آموزش آنلاین را ترجیح می‌دهند چراکه آن‌ها مقرون‌به‌صرفه هستند و به‌موقع آموزش خود را در مکان‌های مختلف ارائه می‌دهند [۷]. اجرا و پیاده‌سازی برنامه‌های کیفی و بادوام در یادگیری الکترونیکی[۱] نیازمند شناخت الزامات استقرار و توسعه نظام‌های یادگیری الکترونیکی است. طراحی، راه‌اندازی و نگهداری محیط‌های آموزش الکترونیکی به دانش و مهارت‌های گوناگونی در زمینه‌های فنی، تربیتی و مدیریتی نیازمند است [۹]. یادگیری الکترونیکی در ایران صنعتی نوپا در تکنولوژی آموزشی است؛ اما مراکز و مؤسسات آموزشی به‌ویژه دانشگاه‌ها در تلاش هستند تا هرچه سریع‌تر الگویی مناسب با ساختار آموزشی و فرهنگی کشور در زمینه یادگیری الکترونیکی ارائه نمایند. علاوه بر مزیت‌هایی که یادگیری الکترونیکی ماهیتاً از آن برخوردار است یکی از مهم‌ترین دلایل ضرورت سازمان‌دهی مراکز و مؤسسات آموزش الکترونیکی در ایران، تقاضای روزافزون یادگیری به‌ویژه در آموزش عالی در کشور است که با توجه به محدودیت منابع و ظرفیت در نظام آموزشی فعلی به یک موضوع خاص اجتماعی تبدیل‌شده است. کارآمد ساختن یادگیری الکترونیکی می‌تواند بخشی از این مشکلات را مرتفع سازد. لذا با توجه به اهداف تعریف‌شده برای آموزش و تحصیلات دانشگاهی در ایران اهمیت پرداختن به ساختار مراکز و مؤسسات آموزش الکترونیکی به‌ویژه دانشگاه‌های مجازی به‌وضوح روشن می‌شود. شکی نیست که سیستم آموزشی سنتی در عصر حاضر نمی‌توانست نیازهای جامعه اطلاعاتی امروز را پاسخ گوید، پس لازم بود این نظام مستهلک در درون پیکربندی خود دچار دگردیسی شود و فرآیند انطباق‌پذیری در راستای نیازهای جوامع امروز را شاهد باشد [۱۰]. ارزیابی عوامل و معیارهای مؤثر در موفقیت و رضایت دانشجویان رشته ریاضی در محیط یادگیری الکترونیکی با توجه به اهمیت آموزش ریاضی در این محیط، ضرورت چنین تحقیقی را ایجاب کرده است. در این تحقیق تلاش شده است که با استفاده از مدل‌ها و تحقیقات پیشین و استفاده ازنظرات خبرگان ریاضی این عوامل شناسایی و با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن دهی و رتبه‌بندی گردند؛ بنابراین به دنبال پاسخگویی به دو سؤال مهم خواهیم بود: مؤلفه‌ها و شاخص‌های مؤثر در رضایت‌مندی یادگیرنده الکترونیکی کدامند؟ وزن این عوامل و معیارها در کیفیت‌بخشی محیط یادگیری تا چه اندازه است؟

[۱] E-Learning

۲- چالش‌های یادگیری الکترونیکی در ایران

وجود چالش در حوزه یادگیری الکترونیکی همانند سایر امور موضوعی روشن است. طرح چالش‌های یادگیری الکترونیکی برای هشدار به‌منظور ایجاد تمرکز بیشتر، انجام پیش‌بینی لازم، تدارک و سرمایه‌گذاری مناسب، تهیه برنامه استراتژیک در سیستم یادگیری، اقدام لازم و برای موفقیت آن ضروری است [۴]. مهم‌ترین چالش‌های یادگیری الکترونیکی به اجماع معرفی می‌گردد [۱]:

- نبود سیاست ملی در زمینه یادگیری الکترونیکی ناشی از نبود راهبرد ملی در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات[۱] است. چراکه هنوز مشخص نیست هدف ما از توسعه اطلاعاتی و ارتباطی، تعمیم عدالت اجتماعی و توسعه فرهنگی، توسعه آموزشی یا توسعه منابع انسانی چیست. بدیهی است به دلیل نبودن سیاست ملی در امر فناوری اطلاعات و ارتباطات، سیاست، هدف، مخاطبان و مقاطع یادگیری الکترونیکی به‌درستی مشخص نشده است.
- علی‌رغم اهمیت آشکار و روزافزون امر یادگیری الکترونیکی همچنان سرمایه‌گذاری مناسبی در این بخش نسبت به آموزش‌های سنتی صورت نمی‌گیرد. مشکل دیگر در این زمینه وضعیت زیرساخت‌های مخابراتی و نبود وسایل و امکانات موردنیاز یادگیری الکترونیکی است.
- به دلیل اینکه هیچ مرجع رسمی و علمی در کشور متصدی یادگیری الکترونیکی نیست. دستگاه‌های ارائه‌دهنده این آموزش‌ها تعاریف متعدد در برخی اوقات خلاف یکدیگر از یادگیری الکترونیکی ارائه داده‌اند. همچنین در بسیاری از موارد مفاهیم یادگیری الکترونیکی با آموزش الکترونیکی، کتابخانه دیجیتال و کلاس مجازی به یک معنی به‌کاربرده می‌شوند.
- در حال حاضر وزارت علوم و تحقیقات و فناوری، وزارت آموزش‌وپرورش، شورای عالی اطلاع‌رسانی، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، سازمان صداوسیما و شورای عالی فضای مجازی خود را متولی امر یادگیری الکترونیکی می‌دانند و هر یک سیاست‌ها، خط‌مشی‌ها و دستورالعمل‌های متفاوتی برای این نوع آموزش به کار می‌گیرند.
- موسسه آموزش از راه دور (در زمینه آموزش عمومی)، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای (در زمینه مهارت‌های رایانه‌ای) و برخی از دانشگاه‌ها (در زمینه آموزش‌های ضمن خدمت) ازجمله مراکز اصلی اجرای دوره‌های یادگیری الکترونیکی هستند که با توجه به هدف و رسالت متفاوتشان روش‌های مختلفی در زمینه اجرای دوره‌ها، پی گرفته‌اند. البته در حال حاضر دانشگاه‌ها و مدارس نیز هرکدام برای خودشان نرم‌افزار خاصی خریداری کرده‌اند.
- در این مورد می‌توان به ضعف قانون رعایت مالکیت فکری، نبود سیستم‌عامل فارسی، نبود پشتیبانی کافی از خط فارسی در شبکه، عدم سرمایه‌گذاری مناسب در امر تهیه و تولید نرم‌افزارها و محتوای الکترونیکی و ضعف در ارائه آموزش‌های مناسب (استادان و فراگیران) برای آشنایی با مهارت‌های موردنیاز یادگیری الکترونیکی را برشمرد.

موفقیت یادگیری الکترونیکی بستگی به توانایی یادگیرندگان در استفاده از رایانه دارد. همه فراگیران به رایانه مناسب و اینترنت مناسب دسترسی ندارند. فراگیران به سطوح بالاتری از توجه و انگیزه نیاز دارند و اندازه‌گیری سطح توجه فراگیران و حصول اطمینان از کیفیت آن دشوار است. سرعت پایین اینترنت و هزینه‌های بالای آن کاربران را دچار مشکل می‌کند. علاوه بر آن سامانه‌های آموزش مجازی دارای ایرادهای فنی هستند به‌عنوان‌مثال امکان تایپ فارسی برای پاسخ‌گویی به سؤال استادان در بسیاری از سامانه‌ها میسر نیست. درس‌های عملی با سامانه‌های مجازی به‌خوبی قابل‌آموزش نمی‌باشند. برای نوشتن پایان‌نامه و رساله نیاز به تعامل حضوری و رودررو وجود دارد که از طریق آموزش مجازی به‌خوبی صورت نمی‌گیرد. تهیه محتوای آموزشی مناسب نیاز به‌صرف زمان و تلاش فراوان دارد و دانشجویان ازلحاظ دسترسی به امکانات برابر نیستند. جهان در حال حاضر به دلیل شیوع ویروس کرونا دچار بحران شده است. تعداد زیادی از مدارس و دانشگاه‌ها مجبور شدند که فعالیت‌های حضوری خود را تعطیل کنند و اکنون در حال تغییر شیوه‌های آموزش از نظام آموزش حضوری به‌نظام آموزش و یادگیری الکترونیکی به‌ویژه آموزش آنلاین هستند. این شرایط به‌وضوح در ایران و سایر کشورهای جهان قابل‌مشاهده است. آموزش آنلاین و کلاس

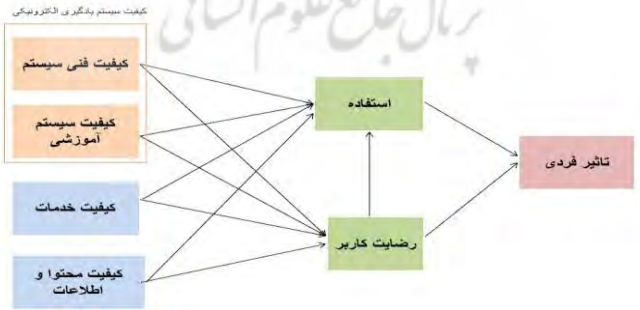
[۱] Information and Communications Technology

الکترونیکی که تابه‌حال در دانشگاه‌های ایران موردتوجه نبود اکنون در نقطه توجه همگان قرارگرفته اما بسترهای آن به‌طور کامل آماده نیست [۹].

۳-عوامل حیاتی[۱] موفقیت یادگیری الکترونیکی

مطالعات بسیاری در مورد عوامل حیاتی موفقیت یادگیری الکترونیکی در مناطق مختلف انجام‌شده و مؤلفه‌های مختلفی را به دست آوردند. ازاین‌رو توافق کلی در مورد این‌که مجموعه‌ای از عوامل حیاتی برای موفقیت یادگیری الکترونیکی وجود ندارد، دلیل اصلی آن می‌تواند در تفاوت بین روش نمونه‌گیری و گاهی اوقات در انتخاب پاسخ‌دهندگان مناسب باشد. به‌بیان‌دیگر درک‌های متفاوت دانشجویان، مدرسان و مدیران از یادگیری الکترونیکی است. بنیگنو و ترنتین[۲] یک چارچوب برای ارزیابی دوره‌های یادگیری الکترونیکی ارائه کردند. نتایج نشان داد که عوامل ویژگی‌های یادگیرنده، تعامل دانشجو با دانشجو، محتوای آموزشی، محیط یادگیری، پشتیبانی و فناوری اطلاعات را در مطالعه خود در نظر گرفتند [۵].

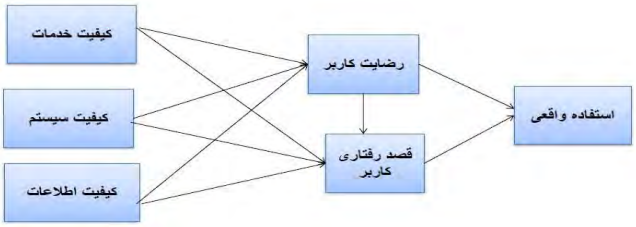
در تحقیقی که توسط سلیم[۳] انجام‌گرفته است فاکتورهای اساسی موفقیت یادگیری الکترونیکی در محیط دانشگاهی در۴ دسته طبقه‌بندی شد که عبارت‌اند از: کیفیت آموزش، کیفیت اطلاعات، زیرساخت تکنولوژی، پشتیبانی خدمات [۱۶]. بر مبنای مطالعه جامعی که موسی خانی و جم پور عظیمی انجام دادند، فاکتورهای مؤثر بر یادگیری الکترونیکی را به هفت دسته تقسیم کرده‌اند که شامل ویژگی‌های مربی (نگرش مربی نسبت به دانشجو، نگرش مربی نسبت به یادگیری الکترونیکی، مهارت کامپیوتری) ویژگی‌های دانشجو (مهارت کامپیوتری، انگیزه، تعهد، سرعت یادگیری)، کیفیت محتوا (محتوای به‌روز شده، محتوای کافی، محتوای قابل‌درک)، کیفیت فناوری اطلاعات (قابلیت دسترسی، قابل‌اطمینان بودن، میزان راهنمایی، طراحی رابط و امنیت شبکه)، تعامل شرکت‌کنندگان (تعامل شرکت‌کنندگان، سهولت تعامل با یکدیگر)، پشتیبانی مؤسسات آموزشی (پشتیبانی مالی، بازخورد مناسب، روش‌های ارزیابی متنوع) و مدیریت دانش (میزان به‌کارگیری ابزارهای مدیریت اطلاعات) است [۱۳]. گوی و ان جی[۴] برای بررسی فاکتورهای حیاتی موفقیت در اجرای برنامه‌های یادگیری الکترونیکی در مالزی به عواملی ازجمله محتوای برنامه، قابلیت دسترسی وب‌سایت صفحه، مشارکت فراگیران، امنیت وب‌سایت و پشتیبانی، تعهد سازمان، یادگیری تعاملی، شایستگی مربی و ارائه و طراحی اشاره کردند [۱۲]. چاوجینداکارن و همکاران[۵] مطالعات زیادی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که عامل‌های اصلی موفقیت یادگیری الکترونیکی عبارت‌اند از: مدیریت سازمانی، محیط یادگیری، طراحی آموزشی، خدمات پشتیانی و ارزیابی دوره [۶]. سیتا و همکاران[۶] در سال ۲۰۱۸ در پژوهشی یک مدل ارزیابی موفقیت سیستم‌های یادگیری الکترونیکی بر پایه مدل اصلاح‌شده دلون مک لین پیشنهاد دادند. مؤلفه‌های مورداستفاده در این پژوهش عبارت‌اند از: کیفیت فنی سیستم، کیفیت خدمات، کیفیت محتوا و اطلاعات، استفاده و رضایت کاربر و تأثیر فردی. این تحقیق با جمع‌آوری داده‌ها بر اساس نظرسنجی از کاربران یادگیری الکترونیکی که اساتید و دانشجویان بودند و از پرسشنامه استفاده گردید نشان داد که استفاده و رضایت از سیستم یادگیری الکترونیکی بر عملکرد فردی تأثیر دارد [۱۷].



[۱] Critical Factors
[۲] Benigno and Trentin
[۳] Selim
[۴] Goi and Ng
[۵] Cheawjindakarn et al
[۶] Seta et al.

شکل ۱: ارزیابی موفقیت سیستم یادگیری الکترونیکی سیتا و همکاران

یاکبو و داسوکی[۱] در سال ۲۰۱۸ در مطالعه‌ای بر اساس مدل موفقیت سیستم اطلاعاتی دلون و مکلین [۲] عوامل مؤثر بر موفقیت سیستم یادگیری الکترونیکی در دانشگاه نیجریه را به دست آوردند. به این نتیجه رسیدند که کیفیت سیستم، کیفیت خدمات و کیفیت اطلاعات عوامل تعیین‌کننده قصد رفتاری کاربر و رضایت کاربر هستند که هر دو به‌نوبه خود استفاده واقعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۸].



شکل ۲: مدل موفقیت سیستم یادگیری الکترونیکی یاکبو و داسوکی

٤-روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق ازنظر هدف کاربردی-توسعه ای و توصیفی، ازنظر نوع همبستگی و ازنظر استراتژی پیمایشی است. روش گردآوری اطلاعات موردنیاز در مرحله تدوین ادبیات کتابخانه‌ای، مطالعه مقالات، کتب، مجلات، پایان‌نامه‌ها و سایر پایگاه‌های علمی معتبر است. قلمرو موضوعی این تحقیق مربوط به مفاهیم و مؤلفه‌های سنجش موفقیت سیستم یادگیری الکترونیکی است. قلمرو مکانی این پژوهش دانشگاه فرهنگیان مازندران است. این پژوهش پس از مطالعات اکتشافی به‌طور رسمی در تابستان سال ۱۳۹۸ آغاز و در تابستان سال ۱۳۹۹ پایان یافت. داده‌های آن در سال تحصیلی ۹۹- ۹۸ جمع‌آوری گردیده است. برای جمع‌آوری اطلاعات میدانی از ابزار پرسشنامه باهدف اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت سیستم‌های یادگیری الکترونیکی دانشگاه‌ها بر اساس مقایسات زوجی[۳] استفاده گردیده است. کلیه اساتید، خبرگان، صاحب‌نظران و کارشناسان فعال در آموزش الکترونیکی دانشگاه فرهنگیان مازندران جامعه آماری بوده و تعداد ۷ نفر از آنان که دارای حداقل ۱۰ سال سابقه تدریس ریاضی دانشگاهی، سابقه تدریس در محیط یادگیری الکترونیکی، برگزاری دوره‌های ضمن خدمت آموزش الکترونیکی و دارای مقالات در موضوع یادگیری الکترونیکی بوده‌اند، با توجه به اهداف و سؤالات تحقیق به‌صورت هدفمندبه عنوان خبره انتخاب گردیدند.

٤-١ تحلیل سلسله مراتبی فازی:

یکی از روش‌های پرکاربرد، توانمند و منعطف در دسته روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که به‌وسیله آن می‌توان مسائل پیچیده را در سطوح مختلف حل کرد، تحلیل سلسله مراتبی[۴] است. تحلیل سلسله مراتبی هر دو ارزیابی عینی و ذهنی را در یک ساختار یکپارچه بر مبنای مقیاس‌هایی با زوج مقایسه ترکیب نموده و به تحلیلگران کمک می‌کند تا جوانب اساسی یک مساله را در یک قالب سلسله مراتبی سازمان‌دهی کنند [۲]. ازجمله مزایای این روش می‌توان به این موارد اشاره نمود: سنجش سازگاری قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان، ایجاد مقایسات زوجی در انتخاب راهکار و گزینه بهینه، توان در نظر گرفتن معیارها و زیر معیارها در ارزیابی گزینه‌ها و ایجاد قابلیت دستیابی به بهترین گزینه از طریق مقایسات زوجی. تحلیل سلسله مراتبی فازی روش گسترش‌یافته تحلیل سلسله مراتبی است که تحلیلگران تصمیم‌گیری را قادر می‌سازد برای مواردی که بسیاری از عدم قطعیت‌ها در آن وجود دارد، امتیاز واقعی‌تری برای گزینه‌های دیگر ارائه دهد. محاسبات مربوط به تکنیک چندمعیاره فازی به‌منظور محاسبه اوزان شاخصه‌ها با کمک نرم‌افزار سوپردسیژن[۵] انجام شد. در این روش از عبارات کلامی در تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی

---

[۱] Yakubu and Dasuki
[۲] Delone and Mclean
[۳] Paired Comparisons
[٤] Hierarchical Analysis
[٥] Super Decision

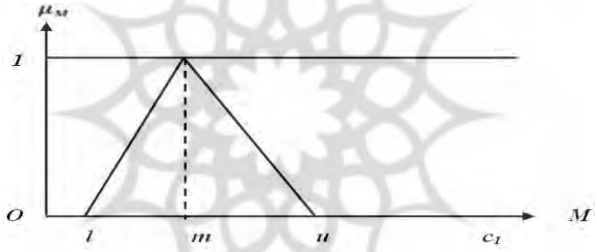
استفاده می‌شود. بنابراین با تعمیم روش فوق، روش‌هایی ارائه می‌گردد که در آن‌ها از اعداد برای بیان میزان ارجحیت عناصر استفاده می‌شود. در مقایسات زوجی چندگانه بر اساس مقیاس نه درجه‌ای پیشنهادی از سوی توماس ال ساعتی[۱] (۱۹۸۰) انجام می‌گیرد. در گام آخر باید اطمینان حاصل نمود که سازگاری منطقی بین مقایسات زوجی صورت وجود داشته باشد زیرا کیفیت خروجی به سازگاری مقایسات زوجی صورت گرفته مربوط است [۱۴].

جدول ۱: مقیاس نه درجه‌ای اهمیت معیارها

شرح	تعریف	درجه اهمیت
دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند.	اهمیت یکسان	۱
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، نسبتاً ترجیح داده می‌شود.	نسبتاً مرجح	۳
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، زیاد ترجیح داده می‌شود.	ترجیح زیاد	۵
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، بسیار زیاد ترجیح داده می‌شود.	ترجیح بسیار زیاد	۷
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، ترجیح فوق‌العاده داده می‌شود.	ترجیح فوق‌العاده زیاد	۹
	ارزش‌های بینابین در قضاوت‌ها	۲،۴،۶،۸

٤-۲- نظریه مجموعه فازی[۲]

قضاوت‌های افراد در مورد ارجحیت‌ها اغلب برای تخمین ارزش عددی دقیق غیر شفاف است اما منطق فازی برای به دست آوردن مسائلی که دارای ابهام و عدم قطعیت هستند مفید است. تئوری فازی اولین بار توسط زاده[۳] (۱۹۶۵) برای هماهنگی عدم قطعیت درک بشر از مدل ارائه شد. عدد فازی مثلثی در شکل ۳ نشان داده‌شده است [۱۹].



شکل ۳- نمایش عدد فازی مثلثی

اعداد فازی مثلثی به‌صورت (l,m,u) ارائه می‌شود که پارامترهای l, m و u به ترتیب کوچک‌ترین مقدار ممکن مورد انتظار، مقدار محتمل‌تر مورد انتظار و بیشترین مقدار ممکن مورد انتظار می‌باشند.

عدد فازی مثلثی به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$\mu\left(\frac{x}{M}\right)=\begin{cases}0 & x<l\\ \dfrac{x-l}{m-l} & l\le x\le m\\ \dfrac{u-x}{u-m} & m\le x\le u\\ 0 & x>u\end{cases}$$

اعمال ریاضی بر روی اعداد فازی مثلثی در روابط زیر آورده شده است:

عمل جمع اعداد فازی: $(L_1,M_1,U_1)\oplus(L_2,M_2,U_2)=(L_1+L_2,M_1+M_2,U_1+U_2)$

عمل ضرب اعداد فازی: $(L_1,M_1,U_1)\otimes(L_2,M_2,U_2)=(L_1L_2,M_1M_2,U_1U_2)$

برای هر عدد حقیقی K: $k(L_1,M_1,U_1)=(kL_1,kM_1,kU_1)$

[۱] Thomas L.Saaty
[۲] Fuzzy set theory
[۳] Lotfi Zadeh

عمل تفریق اعداد فازی مثلثی: $(L_1,M_1,U_1) \ominus (L_2,M_2,U_2)= (L_1-U_2,M_1-M_2,U_2-L_1)$

عمل تقسیم اعداد فازی مثلثی: $(L_1,M_1,U_1) / (L_2,M_2,U_2)= (L_1/U_2,M_1/M_2,U_2/L_1)$

معکوس عدد فازی مثلثی: $(L_1, M_1, U_1)^{-1}=\left(\frac{1}{U_1}, \frac{1}{M_1}, \frac{1}{L_1}\right)$

در این پژوهش از میانگین هندسی باکلی[1] جهت محاسبه اوزان نسبی در مقایسات زوجی استفاده شده است [۳]. فرض کنید $\tilde{P}_{ij}$ مجموعه‌ای از ترجیحات تصمیم گیران در مورد یک شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها باشد. ماتریس مقایسات زوجی به‌صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{P}_{12} & \tilde{P}_{1n} \\ \tilde{P}_{21} & 1 & \tilde{P}_{2n} \\ \tilde{P}_{n1} & \tilde{P}_{n2} & 1 \end{bmatrix}$$

که n تعداد عناصر مرتبط در هر سطر است. اوزان فازی هر شاخص ماتریس مقایسات زوجی به‌وسیله روش میانگین هندسی باکلی به دست می‌آید. میانگین هندسی ارزش مقایسات فازی شاخص i به هر شاخص از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^{n} \tilde{P}_{ij}\right)^{1/n} \qquad i = 1.2.3 \ldots\ldots n$$

وزن فازی i امین شاخص به‌وسیله یک عدد فازی مثلثی نشان داده می‌شود.

$$w_i = r_i \otimes (r_1 \oplus r_2 \oplus \ldots \oplus r_m)^{-1}$$

بعد از محاسبه فاکتورهای وزن فازی، به‌وسیله فرمول زیر وزن‌ها را غیرفازی کرده و سپس نرمال می‌کنیم.

$$w_{crisp} = \frac{l+2m+u}{4}$$

در این پژوهش جهت محاسبه وزن در مقایسات زوجی، از عبارات کلامی و اعداد فازی مثلثی مندرج در جدول ۲ استفاده‌شده است.

جدول ۲: عبارات کلامی و اعداد فازی جهت وزن دهی به معیارها

کد	اولویت‌ها	معادل فازی اولویت‌ها		
		حد پایین (L)	حد متوسط (m)	حد بالا (u)
۱	اهمیت یکسان	۱	۱	۱
۲	یکسان تا نسبتاً مهم‌تر	۱	۲	۳
۳	نسبتاً مهم‌تر	۲	۳	۴
٤	نسبتاً مهم‌تر تا اهمیت زیاد	۳	۴	۵
۵	اهمیت زیاد	۴	۵	۶
٦	اهمیت زیاد تا بسیار زیاد	۵	۶	۷
۷	اهمیت بسیار زیاد	۶	۷	۸
۸	بسیار زیاد تا کاملاً مهم‌تر	۷	۸	۹
۹	کاملاً مهم‌تر	۸	۹	۱۰

[1] Buckley Geometric Mean

٤-٣ یافته های پژوهش:

بر اساس مرور ادبیات و پیشینه پژوهش و نظر خبرگان ۲۴ شاخص تأثیرگذار بر ارزیابی عوامل موفقیت یادگیرنده الکترونیکی ریاضی در ۴ بعد شناسایی و استخراج شد که در جدول ۳ معرفی‌شده‌اند.

جدول ۳: معرفی عوامل پژوهش

ردیف	معیار	زیر معیار	کد
۱	کیفیت فنی سیستم	تعامل‌پذیر بودن سیستم	C۱۱
		سهولت دسترسی به منابع آنلاین	C۱۲
		سهولت استفاده از سیستم	C۱۳
		کاربرپسند بودن سیستم	C۱۴
		میزان شخصی‌سازی سیستم	C۱۵
		ارزیابی امنیت سیستم	C۱۶
		انعطاف‌پذیری سیستم	C۱۷
		طراحی ساختاریافته	C۱۸
		امکان برقراری ارتباط با دانشجویان	C۱۹
۲	کیفیت آموزشی	نگاه سازمانی جهت تأمین اعتبار و زیرساخت‌های لازم	C۲۱
		متناسب بودن سیستم یادگیری الکترونیکی با سبک‌های مختلف	C۲۲
		امکان ارزیابی عملکرد و یادگیری	C۲۳
		امکان ایجاد یادگیری مشارکتی	C۲۴
		نیازسنجی و طراحی آموزشی متناسب با اهداف دوره	C۲۵
۳	کیفیت اطلاعات و محتوا	جامع و کامل بودن اطلاعات و محتوا	C۳۱
		بروز بودن اطلاعات و محتوا	C۳۲
		قابل‌فهم بودن اطلاعات و محتوا	C۳۳
		صحت اطلاعات و محتوا	C۳۴
		مرتبط بودن اطلاعات و محتوا	C۳۵
٤	کیفیت خدمات	ارائه خدمات راهنمایی	C۴۱
		پاسخ‌دهی به‌موقع	C۴۲
		سرعت ارائه خدمات	C۴۳
		مدیریت دروس	C۴۴
		انعکاس نظرات کاربران	C۴۵

ابتدا تمام معیارها در هر لایه نسبت به لایه بالایی خود سنجیده می‌شود و این نسبت‌ها در ماتریسی به نام ماتریس مقایسات زوجی قرار می گیرد. برای تشکیل این ماتریس‌ها از میانگین اعداد فازی به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها استفاده‌شده است. ماتریس‌های مقایسات زوجی برای معیارهای کیفیت فنی سیستم، کیفیت آموزشی، کیفیت اطلاعات و محتوا و کیفیت خدمات مقایسه شده‌اند. ماتریس مقایسات زوجی در مورد معیارهای اصلی در زیر آمده است، عناصر روی سطر و ستون این ماتریس به ترتیب کیفیت فنی، آموزشی، اطلاعات و خدمات هستد.

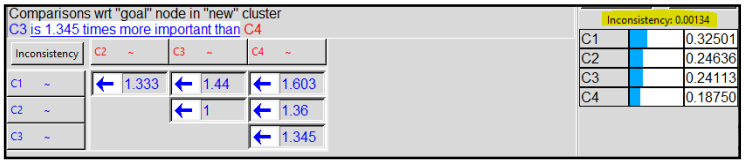
جدول ۴: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی

	C۱	C۲	C۳	C۴
C۱	(۱،۱،۱)	(۱,۱۲،۱,۳۵،۱,۵۱)	(۱,۱۵،۱,۴۷،۱,۷)	(۱,۲۳،۱,۶۱،۱,۹۶)
C۲	(۰,۶۶،۰,۷۴،۰,۸۹)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱,۰۶،۱,۳۹،۱,۶۱)
C۳	(۰,۵۹،۰,۶۸،۰,۸۷)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱,۰۲،۱,۳۵،۱,۶۷)
C۴	(۰,۵۱،۰,۶۲،۰,۸۱)	(۰,۶۲،۰,۷۲،۰,۹۴)	(۰,۶،۰,۷۴،۰,۹۸)	(۱،۱،۱)

برای محاسبه نرخ ناسازگاری ابتدا ماتریس فازی جدول ۴ را توسط رابطه $\frac{l+۲M+u}{۴}$ به ماتریس غیر فازی تبدیل کرده، سپس با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن نرخ ناسازگاری[۱] محاسبه می‌شود که در شکل ۴ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد مقدار نرخ ناسازگاری برابر با ۰,۰۰۱ است و چون از ۰,۱ کوچک‌تر است نشان از سازگاری قابل‌قبولی دارد.

جدول ۵: محاسبه نرخ ناسازگاری

غیرفازی	C۱	C۲	C۳	C۴
C۱		۱,۳۳۳	۱,۴۴	۱,۶۰۳
C۲			۱	۱,۳۶
C۳				۱,۳۴۵
C۴				



شکل ۴: نرخ ناسازگاری معیارهای اصلی

وزن معیارهای اصلی با مقادیر زیر محاسبه گردید که عوامل کیفیت فنی سیستم و زیرساخت با مقدار ۰,۳۲۴ رتبه اول، کیفیت آموزشی با مقدار ۰,۲۴۵ رتبه دوم، کیفیت اطلاعات و محتوا با مقدار ۰,۲۴۰ رتبه سوم و کیفیت خدمات با مقدار ۰,۱۹۱ رتبه چهارم اهمیت را دارند. به همین ترتیب اوزان و رتبه‌بندی معیارها انجام گردید.

شکل ۴: اوزان معیارهای اصلی

۵-بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش اولویت‌بندی عوامل موفقیت یادگیرنده الکترونیکی بررسی گردید که برای دستیابی به این هدف از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شد. ابتدا ۲۴ شاخص در ۴ بعد استخراج شد و به‌صورت سلسله مراتبی با یکدیگر مقایسه زوجی شدند و سپس در سوپر دسیژن اوزان آن‌ها محاسبه شدند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در بین ۲۴ زیر معیار، نگاه سازمانی جهت تأمین اعتبار و زیرساخت‌های لازم رتبه اول را کسب کرده است. بروز بودن اطلاعات و محتوا رتبه دوم و پاسخ‌دهی به‌موقع رتبه سوم را کسب کرده است. بر اساس یافته‌های این تحقیق در بین زیرمعیارهای کیفیت فنی، سهولت دسترسی به منابع آنلاین با وزن ۰,۱۲۶ رتبه اول را کسب کرده است. سهولت استفاده از سیستم با وزن ۰,۱۲۵ رتبه دوم و کاربرپسند بودن با وزن ۰,۱۱۸ رتبه سوم را کسب کرده است. در بین زیرمعیارهای آموزشی، نگاه سازمانی جهت تأمین اعتبار و زیرساخت‌های لازم با وزن ۰,۲۱۹ رتبه اول را کسب کرده است. متناسب بودن سیستم یادگیری الکترونیکی با سبک‌های مختلف با وزن ۰,۲۰۶ رتبه دوم و امکان ارزیابی عملکرد و یادگیری با وزن ۰,۲ رتبه سوم را کسب کرده است. در بین زیرمعیارهای اطلاعات، بروز بودن اطلاعات و محتوا با وزن ۰,۲۱۳ رتبه اول را کسب کرده است. جامع و کامل بودن اطلاعات و محتوا با وزن ۰,۲۰۴ رتبه دوم و مرتبط بودن اطلاعات محتوا با وزن ۰,۱۹۵ رتبه سوم را کسب کرده است. در بین زیرمعیارهای خدمات، پاسخ‌دهی به‌موقع با وزن ۰,۲۱۸ رتبه اول را کسب کرده است. سرعت ارائه خدمات با وزن ۰,۲۰۶ رتبه دوم و ارائه خدمات راهنمایی با وزن ۰,۱۹۹ رتبه سوم را کسب کرده است.

[۱] Incompatibility Rate

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش پیشنهادهای زیر برای دانشگاه فرهنگیان که آموزش الکترونیکی را ارائه می‌دهند ارائه می‌گردد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و نقش آن‌ها در میزان رضایت‌مندی یادگیری ریاضی حاکی از آن است که زیرساخت تکنولوژی نقش بسیار مهمی در کیفیت آموزش الکترونیک دارد. لذا ضروری است که زیرساخت تکنولوژی آمادگی آموزش ریاضی با سبک‌های مختلف را داشته باشد. کیفیت آموزشی تأثیر مهمی در میزان رضایتمندی دانشجویان دارد لذا نیازسنجی و طراحی آموزشی سیستمی متناسب با اهداف دوره‌ها و ایجاد فضای مشارکتی آموزشی ضرورت دارد. سومین عامل اثرگذار در رضایتمندی دانشجویان کیفیت اطلاعات است. لذا توصیه می‌گردد اطلاعات و محتوای سیستم یادگیری الکترونیکی، ویژگی‌هایی همچون جامع بودن، بروز بودن و مرتبط بودن را دارا باشند. کیفیت خدمات و حمایت دانشگاه از برنامه آموزش الکترونیکی و پشتیبانی بخش‌های مختلف از سیستم آموزش مجازی دانشگاه و همچنین پشتیبانی دانشجو و هیات علمی تأثیر بالایی در کیفی نمودن و بروز سازی آموزش الکترونیکی دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد، در طراحی سیستم یادگیری الکترونیکی مواردی از قبیل سازمان‌دهی و پشتیبانی مناسب، پاسخگویی سریع‌تر و ارائه خدمات راهنمایی در سیستم یادگیری الکترونیکی در نظر گرفته شود. مشکلات زیرساختی ازجمله کم بودن پهنای باند و کندی اینترنت ازجمله مواردی است که باعث کاهش بهره‌وری سیستم می‌شود توصیه می‌شود برای بهره‌مندی بیشتر از فناوری‌های جدید آموزشی ابتدا امکانات زیرساختی مناسب آن ایجاد گردد و سیستم طوری طراحی گردد که دانشجو قادر باشد به سهولت به آن دسترسی داشته باشد، به سهولت بتواند از آن استفاده کند، زمان پاسخگویی به خواسته کاربر سریع باشد و جهت جذابیت بیشتر سیستم امکان شخصی‌سازی نیز وجود داشته باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

[۱] آتشک، محمد.(۱۳۸۶). مبانی نظری و کاربردی یادگیری الکترونیکی، *فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی در آموزش عالی*،۱۳(۱) ،۱۵۶-۱۳۵.

[۲] آذر، عادل (۱۳۹۷). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، *مدیریت و توسعه*، ۴(۱۳)،۳۸-۲۹

[۳] *تصمیم سازی به روش AHP* ، توماس.ال.ساعتی، ترجمه: علی اصغر توفیق. مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۱.

[۴] رضایی، علی محمد. (۱۳۹۹). ارزشیابی از آموخته های دانشجویان در دوران کرونا: چالش ها و راهکارها، *فصلنامه روانشناسی تربیتی*، دانشگاه علامه طباطبایی،(۵۹)۱۶، ۱۷۹-۲۱۴.

[۵] Benigno, V. and Trentin, G. (۲۰۰۰). The evaluation Of Online Courses, *Journal of Computer Assisted Learning*, ۲۵۹-۲۷۰.

[۶] Cheawjindakarn, B., Suwannatthachote, P. and Theeraroungchaisri, A. (۲۰۱۳). Critical success factors for online distance learning in higher education: A review of the literature. *Creative Education*, ۳(۸), ۶۱.

[۷] Chen, R., and Tseng, H. (۲۰۱۲). Factors that influence acceptance of web-based e-learning system for the inservice education of junior high school teachers in Taiwan. *Evaluation and Program Planning*, ۳۵(۴), ۳۹۸-۴۰۶.

[۸] Farhadi, R. (۲۰۱۵). E-learning new paradigm in the information age. *Journal of science and technology*, ۲۱(۱), ۴۹-۶۶. [in Persian].

[۹] Filippova, T. (۲۰۱۵). Priority fields of e-learning development in Russia. *Procedia and Behaviorak Sciences*, ۲۰(۶), ۳۴۸-۳۵۳.

[۱۰] Jafarpour, M., & Bahramzadeh, M. (۲۰۰۹). Evaluation of effective factors on the development of e-learning in universities of the country. *International Journal of Management Conference*, Tehran, ۷(۴), ۲۳-۳۳. [in Persian].

[۱۱] Hassi, W. M., (۲۰۰۴). *AHP: Multiple Criteria Evaluation in Lobsterman*. New Brunswick: Center for Urban Policy Research.

[۱۲] Goi, C. L., and Ng, P. Y. (۲۰۰۹). E-learning in Malaysia: Success factors in implementing e-learning program. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, ۲۰(۲), ۲۳۷-۲۴۶.

[۱۳] Mosakhani, M., and Jamporazmey, M. (۲۰۱۰). Introduce critical success factors of e-learning for cvaluating e-learning implementation success. *International Conference on Educational and Information Technology*, ۶(۱), ۲۲۴-۲۲۸.

[۱۴] Saati, T. L. (۱۹۸۰). Extending Mathematical approach to the process of hierarchical analysis TAM for Online Learning Systems: An Intrinsic Motivation Perspective, *Tsinghua science and technology*, ۱۳, ۳۱۲-۳۱۷.

[۱۵] Seraji, F. and Attaran, M. (۲۰۱۱). *E-learning: Basics, design, implementation and evahuation*. Hamedan: Bu Ali Sina University Press. [in Persian].

[۱۶] Selim, H.M. (۲۰۰۷). Critical success factors for e-learning acceptance: con wrmatory factor models. *Computers and Education*, ۴۹, ۳۹۶–۴۱۳.

[۱۷] Seta, H. B., Wati, T., Muliawati, A. and Hidayanto, A.N. (۲۰۱۸). E-learning success model: an extention of DeLone and McLean IS' Success Model, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics*, ۶(۳), ۲۸۱-۲۹۱.

[۱۸] Yakubu, M.N. and Dasuki, S.I. (۲۰۱۸). Assessing e-learning systems success in Nigeria: an application of the DeLone and McLean information systems success model, *Journal of Information Technology Education: Research*, ۱۷, ۱۸۲-۲۰۲.

[۱۹] Zadeh, L.A. (۱۹۶۵). Fuzzy sets, *Information and Control*, ۸, ۳۳۸-۳۵۳.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی