Archive of SID.ir

Journal of Urban Management & Environmental Engineering

Journal homepage: https://jumee.kgut.ac.ir
Vol.2, No.3; 2024.pp: 69-82

Research paper

(Received July. 29, 2024 Accepted Sep. 5, 2024)

A hybrid MCDM model for evaluation of e-learning platforms of the Municipal organization

Mahboubeh Afzali*

Department of Electrical and Computer Engineering. Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Abstract

Given the vast scope of responsibilities and activities in any organization, success in quantitative and qualitative aspects of human resources can only be achieved through continuous quantitative and qualitative training. For the effective execution of the missions and services of any organization, especially the Municipal organizations, human resource training must be implemented, particularly in the current competitive era. Training is one of the areas that has undergone a fundamental transformation in information technology. Considering the COVID-19 pandemic and quarantine, the primary role of information technology in various aspects of education, including virtual learning and optimizing various educational processes, should be taken into account. Therefore, organizations are using information technology to implement effective training processes to achieve their organizational goals. However, various criteria influence the feasibility of implementing educational methods, which may conflict with each other when selecting the most suitable e-learning platform for professional training. An efficient group multi-criteria decision-making (MCDM) method has been developed to select the most effective e-learning platform. Nonetheless, uncertainty in decision-makers' judgments is one of the challenges raised in group-based multi-criteria decision-making methods. Therefore, in this paper, a hybrid method based on the group Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and Grey Theory has been developed to account for uncertainty in decision-makers' judgments, aiming to select the most suitable platform for utilizing information technology in the e-learning of municipal organizations. The results showed that the synchronous virtual learning platform is selected as the best platform for professional training in the Municipal organizations.

Keywords: e-learning, MCDM, Information Technology, TOPSIS, Gray system.

* Corresponding Author: Mahboubeh Afzali
Email: *m.afzali@kgut.ac.ir*
Phone: +983432776611

DOI: 10.48306/jumee.2024.470100.1054

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نشریه علمی مدیریت شهری و مهندسی محیط زیست

آدرس نشریه:https://jumee.kgut.ac.ir

سال دوم/شماره سوم/پاییز ۱۴۰۳/صفحه ۶۹-۸۲

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۵/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۱۵ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۷/۱

ارائه یک مدل ترکیبی MCDM جهت ارزیابی پلتفرمهای آموزش الکترونیکی سازمان شهرداری

محبوبه افضلی*

استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تحصیلات تکمیلی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران

چکیده

با توجه به حجم گسترده مسئولیت‌ها و فعالیت‌های هر سازمانی، جز با اتکا به آموزش مستمر کمی و کیفی نیروی انسانی سازمان، نمی‌توان به موفقیت دست یافت. برای انجام مؤثر مأموریت‌ها و خدمات هر سازمان به ویژه سازمان شهرداری، باید آموزش منابع انسانی در سازمان به ویژه در دوران رقابتی کنونی انجام شود. آموزش یکی از حوزه‌هایی است که در فناوری اطلاعات، دستخوش تحولی اساسی شده است. با توجه به همه‌گیری کووید۱۹ و قرنطینه، نقش اولیه فناوری اطلاعات در جنبه‌های مختلف آموزش از جمله آموزش مجازی و بهینه‌سازی امور مختلف آموزشی باید مورد توجه قرار گیرد. بنابراین سازمانها با استفاده از فناوری اطلاعات، فرآیندهای آموزشی مؤثری را برای دستیابی به اهداف سازمان اجرا می‌کنند. با این حال، معیارهای مختلفی بر امکان اجرای روش آموزشی تأثیر می‌گذارند که برای انتخاب مناسب‌ترین پلتفرم آموزش الکترونیکی برای آموزش حرفه‌ای با یکدیگر در تضاد هستند. یک روش کارآمد تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) گروهی برای انتخاب مؤثرترین پلتفرم یادگیری الکترونیکی توسعه داده شده است. هر چند که عدم قطعیت در قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان به عنوان یکی از چالش‌های مطرح شده در روش‌های مبتنی بر تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی می‌باشد. بنابراین، در این مقاله، یک روش ترکیبی مبتنی بر شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS[۲]) گروهی و تئوری خاکستری جهت در نظرگرفتن عدم قطعیت در بین قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان توسعه داده شده است تا مناسب‌ترین بستر برای استفاده از فناوری اطلاعات در آموزش الکترونیکی سازمان شهرداری انتخاب شود. نتایج نشان داد که بستر یادگیری مجازی همزمان بهتر از سایر بسترهای آموزش شغلی سازمان‌های شهرداری عمل می‌کند.

کلمات کلیدی: آموزش الکترونیکی، MCDM، فناوری اطلاعات، تاپسیس، تئوری خاکستری

* نویسنده مسئول: محبوبه افضلی

ایمیل: *m.afzali@kgut.ac.ir*

شماره تماس:+983433776611

DOI: 10.48306/jumee.2024.470100.1054

[۱] Multi Critera Decision Making

[۲] Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱-مقدمه

با ظهور فناوری اطلاعات، تغییرات گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف از جمله آموزش ایجاد شده است. یکی از مهمترین دستاوردهای این دوره، آموزش الکترونیکی است که باعث تغییر قابل توجهی در سیستمهای آموزشی شده است[۱-۴]. استفاده از فناوری اطلاعات و آموزش الکترونیکی مزایای بسیاری دارد که از جمله آنها می‌توان به افزایش کارایی فرآیند آموزشی، بهبود کیفیت یادگیری، افزایش انعطاف‌پذیری دوره‌های طراح و فراگیران، دسترسی سریع به حجم زیادی از اطلاعات در مدت زمان کوتاه و کاهش هزینه ها اشاره کرد [۵-۷]. مراکز آموزشی به دنبال شکلی کارآمد از دوره‌های آموزشی مستمر برای استفاده بهینه از آموزش مبتنی بر فناوری هستند، به گونه‌ای که آموزش الکترونیکی به روند غالب در زمینه ارتقای منابع انسانی در سازمان‌ها تبدیل شده است[۸]

آموزش الکترونیکی، آموزش مبتنی بر فناوری اطلاعات است که طیف گسترده‌ای از کاربردها، از جمله آموزش مبتنی بر وب، آموزش مبتنی بر رایانه، کلاس‌های درس مجازی و همکاری دیجیتالی که توسط انجمن آموزش و توسعه آمریکا (ASTD[1]) تعریف شده است، را پوشش می‌دهد. این سامانه مبتنی بر استفاده از قابلیت‌ها و امکانات ارائه شده توسط اینترنت و فناوری‌های روز با هدف ترویج و توزیع گسترده دانش برای هرکس در هر زمینه در هر زمان و مکان است. به عنوان مثال، پروژه E-Europe که توسط اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۰ انجام شد، جامعه اطلاعاتی را برای همه ترویج می‌کند[۹]. علاوه بر این، پروژه e-Japan که توسط دولت ژاپن انجام شده است، آموزش الکترونیکی را به عنوان یکی از توسعه برنامه‌های کاربردی اصلی فراهم می‌کند. آموزش الکترونیکی به عنوان یک ابزار آموزشی در دانشگاه‌ها و سازمان‌ها مطرح است. در واقع، شرکت‌هایی که با روش دوره‌های آموزش الکترونیکی استفاده می‌کنند، می‌توانند از طریق حذف هزینه‌های سخنرانی مهمان، در هزینه‌های بیشتری صرفه‌جویی کنند [۱]. از سوی دیگر، یک بیماری جدید کرونا ویروس (COVID-19) به عنوان یک بیماری همه‌گیر باعث قرنطینه سراسری در بیش از ۱۸۰ کشور شده است [۱۰]. ایران، یکی از کشورهایی است که تحت تاثیر این بیماری همه‌گیر قرار گرفته است که منجر به تحمیل کنترل رفت‌وآمد و ترافیک توسط دولت شده است. بنابراین، آموزش کارکنان از طریق سیستم یادگیری سنتی با چالش جدی مواجه است که باید از طریق بسترهای یادگیری جایگزین مانند آموزش الکترونیکی مدیریت شود. اخیراً سازمان‌های شهرداری، آموزش را به عنوان یکی از حیاتی‌ترین وظایف خود در ارتقای سازمان در توسعه منابع انسانی، ارائه توانایی حل مسئله کارکنان و ارتقای شایستگی‌های کارکنان می‌دانند. سازمان شهرداری ایران یک دستگاه اجرایی محلی است که توسط شهردار اداره می‌شود. وظیفه این سازمان، مدیریت شهر است که شامل تمیز نگه‌داشتن آن، حمل زباله‌های شهری، صدور پروانه ساختمانی، اخذ عوارض از شهروندان و برقراری نظم در شهر است. سازمان‌های شهرداری با توجه به شرایط شغلی پویا و بدون توجه به نوع و میزان تحصیلات کارکنان خود، دوره‌های آموزشی متنوع و مستمری را برای کارکنان برگزار می‌کنند. سازمان‌های شهرداری از طریق آموزش و همسو کردن عملکرد شغلی آنها با اهداف خود، دانش و مهارت کارکنان را ارتقا می‌دهند. تمامی فعالیت‌های سازمان شهرداری تحت تاثیر آموزش از طریق رشد سریع آموزش الکترونیکی قرار گرفته‌اند.آموزش از طریق یک پلتفرم آموزش الکترونیکی به عنوان ابزاری نوظهور که توسط شرکت‌ها برای ارائه دوره‌های آموزش الکترونیکی خود برای آموزش کارکنان توسعه یافته است، انجام می‌شود. به عنوان مثال، آموزش الکترونیکی که توسط سازمان شهرداری به عنوان یک روش آموزشی جایگزین پذیرفته شده است، بر عملکرد منابع انسانی سازمان تأثیر می‌گذارد.

با توجه به اینکه کلاس مجازی غیرهمزمان (کلاس مجازی غیرهمزمان آنلاین با گردآوری مدرسان و فراگیران به صورت غیرهمزمان با استفاده از فناوری‌های مختلف شبکه و اینترنت)، کلاس مجازی آفلاین (مبتنی بر پلتفرم آفلاین و از طریق فناوری‌های تعاملی مانند سی‌دی)، کلاس های مجازی همزمان (محیط آموزش زنده در مکان‌های فیزیکی مختلف مبتنی بر پلتفرم آنلاین) به عنوان سه بستر آموزش الکترونیکی در سازمان شهرداری انتخاب شده‌اند. اگرچه بسترهای یادگیری الکترونیکی متفاوتی توسط سازمان‌های شهرداری اتخاذ شده است، اما ارزیابی بسترهای مختلف برای انتخاب مناسب‌ترین مدل، اصلی‌ترین موضوعی است که باید به آن پرداخته شود.

مطالعات قبلی در مورد اثربخشی سیستم آموزش الکترونیکی انجام شده است تا بررسی شود که آیا شرکت‌ها باید از سیستم آموزش الکترونیکی استفاده کنند یا خیر. بایستی توجه داشت که اگرچه بسترهای یادگیری الکترونیکی متفاوتی توسط سازمان‌های شهرداری اتخاذ شده است، اما ارزیابی بسترهای مختلف برای انتخاب مناسب‌ترین مدل، اصلی‌ترین موضوعی است که باید به آن پرداخته شود.

[1] American Society for Training & Development

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۲- روش پژوهش و ارزیابی

روش تحلیل محتوای کیفی با رویکرد استقرایی از نوع مقوله‌بندی جهت ارزیابی سیستم یادگیری الکترونیکی آموزش پزشکی (مطالعه موردی دانشکده آموزش پزشکی شهید بهشتی) به کار برده شده است. نتایج جامعه آماری دانشجویان دوره کارشناسی ارشد دوره یادگیری الکترونیکی دانشکده مدیریت و آموزش پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران و اعمال روش تحلیل محتوای استقرایی منجر به طبقه بندی۷ مقوله اصلی شامل محتوا، دانشجو، استاد، برنامه‌ریزی، پشتیبانی، فناورانه، فنی شد [۱۱]. همچنین، ارزیابی کیفیت یادگیری الکترونیکی دانشگاه محقق اردبیلی بر اساس مدل مفهومی شش‌ضلعی پیشنهادی هلم و اوزکان انجام شده است. معیارهای مورد نظر شامل کیفیت سیستم (دسترسی آسان، قابلیت دسترسی از طریق اینترنت، راحتی در استفاده و حمایت سیستم از تعامل بین استاد و دانشجو)، کیفیت خدمات (وجود پشتیبان در دوره‌های آموزشی برای حل مشکلات، ارائه اطلاعات مورد نیاز به صورت آنلاین و وب‌سایت، و خدمات پشتیبانی ارائه شده توسط مؤسسه)، کیفیت محتوا (به‌روز بودن مطالب، محتوای غنی، ارائه دوره به وضوح بیان شده، مدیریت برنامه درسی، انعطاف‌پذیری دوره و محتوای تعاملی)، نگرش یادگیرنده (نگرش یادگیرنده نسبت به سیستم، خودکارآمدی، تجربیات مثبت برای یادگیرنده، و تعامل با سایر همکلاسی‌ها و اساتید)، نگرش به آموزش‌دهنده (پاسخگویی، تعامل، تشویق به تعامل بیشتر بین دانشجویان، کنترل فناوری، مدیریت دوره و توانایی برقراری ارتباط)، و مسائل هماهنگی (رعایت مسائل اخلاقی و قانونی) معرفی شده‌اند. . سپس، داده‌های جمع‌آوری شده از پرسشنامه در حصوص معیارهای مورد بحث در دو سطح شامل آمار توصیفی (شامل فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی (با استفاده از آزمون t برای نمونه‌های مستقل و آزمون فریدمن) با کمک نرم‌افزار SPSS[۱] تحلیل شده‌اند. نتایج نشان داد که تمامی ابعاد مدل ارزیابی هلم (شامل کیفیت محتوا، کیفیت سیستم، کیفیت مدرس، نگرش یادگیرنده، کیفیت خدمات و مسائل پشتیبانی) در دانشگاه اهمیت بالاتری دارا می‌باشند. علاوه بر این، نتایج آزمون رتبه‌بندی فریدمن نشان داد که در میان مؤلفه‌های یادگیری الکترونیکی بر اساس مدل هلم، کیفیت محتوا بالاترین اهمیت و مسائل پشتیبانی کمترین اهمیت را در مورد تأثیر خود بر یادگیری الکترونیکی داشتند [۱۲]. هر چند که تمامی پژوهش های ذکر شده به مشخص نمودن ارتباط معنادار عوامل موثر بر آموزش الکترونیکی اشاره دارند، به انتخاب مناسب‌ترین بستر برای آموزش الکترونیکی اشاره نمی‌کنند.

ارزیابی و اولویت‌بندی جنبه‌های مختلف یادگیری الکترونیکی و معیارهای مرتبط با آنها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP[۲]) با رویکرد تحقیق کتابخانه‌ای و توصیفی ارائه شده است. از پرسشنامه به عنوان ابزار جمع‌آوری داده‌ها جهت جامعه آماری شامل کارشناسان، متخصصان و ذینفعان از مراکز فعال یادگیری الکترونیکی و دانشگاه‌های مجازی در کشور استفاده شد تا عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش در محیط‌های یادگیری الکترونیکی شناسایی شوند. معیارها، بر اساس شباهت‌های آن‌ها در پنج گروه طبقه‌بندی شدند: عوامل مؤسسه‌ای و مدیریتی (با ۶ معیار)، عوامل پداگوژیکی و طراحی آموزشی (با ۶ معیار)، عوامل تکنولوژیکی (با ۵ معیار)، عوامل ارائه آموزش (با ۵ معیار) و عوامل مرتبط با خدمات پشتیبانی (با ۲ معیار). سپس از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای انجام مقایسه‌های زوجی بین عوامل و معیارهای مؤثر در تضمین کیفیت آموزش در محیط‌های یادگیری الکترونیکی و در نهایت اولویت‌بندی آنها به کار گرفته شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسپورت چویس نشان داد که سهم عوامل مؤسسه‌ای و مدیریتی، عوامل پداگوژیکی و طراحی آموزشی، عوامل تکنولوژیکی، عوامل ارائه آموزش و عوامل مرتبط با خدمات پشتیبانی به ترتیب ۲۶ درصد، ۲۴ درصد، ۲۰ درصد، ۱۸ درصد و ۱۲ درصد در کیفیت آموزش در محیط‌های یادگیری الکترونیکی ارزیابی شده است[۱۳]. علاوه بر این، ۸ معیار شامل ویژگی دانشجو، ویژگی مربی، کیفیت محتوا، مدیریت ساختار، فرآیند آموزش، زیرساخت نرم‌افزار، زیرساخت سخت‌افزار، و تصویر دانشگاه جهت ارزیابی اثربخشی یادگیری الکترونیکی در آموزش عالی استخراج و درصدد بررسی رابطه مثبت و معنادار آنها بر یادگیری الکترونیکی از آزمون کولموگروف– اسمیرنوف، از ضریب همبستگی پیرسون، آزمون T و آزمون F محاسبه شد. سپس با استفاده از روش فازی AHP، معیارها رتبه‌بندی شده و در نهایت، ویژگیهای دانشجو به عنوان تأثیرگذارترین عامل یادگیری الکترونیکی در آموزش عالی انتخاب گردید. همچنین، زیرساخت نرم‌افزار، ویژگی‌های مربی، کیفیت محتوا، مدیریت ساختار، زیرساخت سخت‌افزار، فرآیند آموزش و تصویر دانشگاه به ترتیب اهمیت دوم تا اخر را داشته‌اند [۱۴]. تعیین وزن همه معیارهای موثر

[۱] Statistical Package for the Social Sciences

[۲] Analytic Hierarchy Process

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

با ارائه روشی قابل اعتماد مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بازه‌ای نوع ۲ جهت ارزیابی پلتفرم‌های یادگیری الکترونیکی است که در آن ۱۱ معیار و ۱۰۶ زیرمعیار تعیین اهمیت شده‌اند [۱۵]. هر چند مطالعات ذکر شده به میزان اهمیت معیارهای موثر در حوزه آموزش الکترونیکی پرداخته‌اند، به رتبه‌بندی و ارزیابی پلتفرم های موثر در حوزه آموزش الکترونیکی نپرداخته‌اند.

در پژوهش‌های دیگر به ارزیابی سیستم‌های آموزش الکترونیکی اشاره شده است. یک روش مبتنی بر AHP جهت تعیین وزن معیارهای موثر در آموزش الکترونیکی برای سه گروه هدف مبتدی، متوسط و ماهر در حوزه ICT[1] ارائه شده است. سپس، با استفاده از متد مبتنی بر AHP به ارائه ارزیابی پلتفرم های آموزش الکترونیکی در هر گروه هدف پرداخته است [۱۶]. آماده‌سازی استراتژیک برنامه‌های یادگیری الکترونیکی شامل تصمیم‌گیری در مورد مناسب‌ترین نوع یادگیری الکترونیکی در سطوح مختلف در میان کارکنان اداری و آموزشی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در مالزی انجام شده است. بدین ترتیب، اهمیت نسبی پنج معیار ارزیابی یادگیری الکترونیکی با استفاده از تکنیک AHP تحلیل شده و در نهایت، پنج رویکرد شناسایی شده، یادگیری الکترونیکی را تحت هر یک از الزامات ارزیابی شد. علاوه بر این، عملکرد پنج رویکرد شناسایی شده یادگیری الکترونیکی را تحت هر یک از الزامات با استفاده از روش TOPSIS ارزیابی کردند[۱۷]. نقش‌های مفید فناوری در یادگیری معکوس، یادگیری ترکیبی و یادگیری الکترونیکی را ارائه داده است تا با استفاده از روش‌های MCDM، مانند AHP و TOPSIS، امکان مقایسه و رتبه‌بندی سیستم‌های آنلاین مختلف فراهم شده است. در نهایت، مشخص شده است که عملکرد یادگیرنده به طور قابل توجهی به دلیل سیستم آموزشی مدرن مبتنی بر فناوری اطلاعات افزایش یافته است [۱۸]. با اشاره به محبوبیت سیستم‌های مدیریت یادگیری (LMS[2]) و محیط‌های یادگیری مجازی (VLE) در دوره تغییرات اجباری آموزشی ناشی از پاندمی کرونا، به ارزیابی پلتفرم های آنلاین با ویژگی‌ها و امکانات مختلفی مانند Zoom، Google Meet، Google Classroom، Microsoft Teams، Cisco Webex، GoTo Meet، Skype پرداخته است. از روش TOPSIS، برای انتخاب پلتفرم آنلاین مناسب از بین پلتفرم‌های آنلاین موجود با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) استفاده شده است. در نهایت، برای نشان دادن تکنیک پیشنهادی، یک سناریوی واقعی برای انتخاب پلتفرم آنلاین از یک سیستم یادگیری مبتنی بر وب ارائه شده است [۱۹]. همچنین، از تکنیک فازی ویکور برای تعیین اهمیت معیارها و انتخاب بهترین و مناسب‌ترین گزینه پلتفرم‌های آنلاین برای دانشگاه‌های عربستان سعودی ارزیابی شده‌اند[۲۰]. یک روش ترکیبی مبتنی بر سوآرا-واسپاس-کوپراس- ویکور به عنوان یک رویکرد کمّی چند شاخصه برای ارزیابی سیستمهای مدیریت یادگیری (مدیریت محتوا) و انتخاب مناسب‌ترین سیستم جهت استفاده در آینده با توجه به معیارهای تحت بررسی ارائه شده است [۲۱]. در نهایت، Moodle، OpenEdx و Blackboard به ترتیب به عنوان مناسب‌ترین سیستم‌های مدیریت دوره در نظام مدیریت یادگیری انتخاب شدند. اگر چه روش‌های ارائه شده مناسب‌ترین سیستم مدیریت دوره و رویکرد آموزش الکترونیکی را انتخاب کرده است، به چالش عدم قطعیت، در قضاوت تصمیم‌گیرندگان اشاره ننموده است. همچنین، تصمیمات گروهی از طیف‌های مختلف فراگیران، و مدرس در انتخاب مناسب‌ترین سیستم مدیریت دوره در نظر گرفته نشده است.

با توجه به اینکه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مبتنی بر دیدگاه‌ها و نگرش‌های انسانی است، دیدگاه‌ها و قضاوت‌های تصمیم-گیرندگان با عدم قطعیت و اطلاعات ناقص روبرو هستند[۲۲]. تئوری خاکستری روشی موثر برای حل مشکلات در مواجهه با اطلاعات ناقص و عدم قطعیت است. مزیت نظریه خاکستری نسبت به نظریه فازی این است که نظریه خاکستری شرایط فازی بودن را نیز بررسی می‌کند. در واقع، نظریه خاکستری با شرایط فازی نیز انعطاف‌پذیر است. در مقایسه با آمار و احتمالات فازی و ریاضیاتی که با مسائل و عدم قطعیت‌های ساده روبرو هستند، نظریه خاکستری به دلیل مواجهه با مسائل نیمه‌پیچیده و نامشخص از اولویت بیشتری برخوردار است. نظریه خاکستری را می‌توان در ریاضیات غیرخطی به منظور حل مسائل پیچیده در صورت عدم قطعیت به کار برد [۲۳].

با توجه به کاستی‌های پژوهش‌های گذشته، مطالعه حاضر، با توجه به در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی، و تعارض معیارهای متفاوت در انتخاب مناسب‌ترین پلتفرم آموزش الکترونیکی، رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره شباهت به روش ایده آل (TOPSIS) [۲۴] را اتخاذ نموده است. همچنین، با توجه به انتخاب مناسب‌ترین پلتفرم برای سیستم آموزش الکترونیکی، بایستی بر روش تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی شباهت به روش ایده آل (TOPSIS) تاکید داشت تا بتوان برایند طیف مختلف نظرات مدرس و فراگیران را در نظر گرفت. همچنین، روش تصمیم گیری چند معیاره شباهت به روش ایده ال با تئوری خاکستری ادغام شده است تا

[1] Information and Communication Technology

[2] Learning Management System

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

عدم قطعیت را در قضاوت تصمیم گیرندگان مدیریت نماید. به منظور ارزیابی اثربخشی مدل‌های مختلف بسترهای آموزش الکترونیکی برای انتخاب بهترین سناریو اقتباس شده توسط سازمان شهرداری، تکنیک ترتیب اولویت با روش TOPSIS گروهی با تئوری خاکستری تلفیق شده است. بنابراین، یک روش ترکیبی میتنی بر ادغام تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی TOPSIS با تئوری خاکستری توسعه داده شده است تا بتوان مناسب‌ترین پلتفرم آموزش الکترونیکی را در سازمان شهرداری با در نظر گرفتن نظرات گروهی و عدم قطعیت در قضاوت‌های تضمیم‌گیرندگان انتخاب نمود.در ادامه، بقیه مقاله بصورت ذیل سازماندهی شده است. در بخش ۲، چارچوبی برای ارزیابی اثربخشی پلتفرم‌های آموزش الکترونیکی پیشنهاد شده است. پس از معرفی بسترهای کاربردی و ویژگی‌های آنها در سازمان شهرداری و معیارهای مختلف موثر بر بسترهای آموزش الکترونیکی، بسترهای مختلف آموزش الکترونیکی برای انتخاب بهترین روش آموزش الکترونیکی برای آموزش کارکنان در سازمان شهرداری در بخش ۳ مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتیجه‌گیری در بخش ۴ آورده شده است.

چارچوب پیشنهادی در این بخش ، یک متد ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی با تلفیق تئوری خاکستری جهت انتخاب مناسب‌ترین پلتفرم آموزش الکترونیکی با توجه به معیارهای موثر ارائه شده است. با توجه به در نظر گرفتن معیارهای موثر کیفی و کمی و تضاد میان معیارهای مختلف در ارزیابی بسترهای آموزش الکترونیکی، روش تصمیم‌گیری چند معیاره شباهت به روش ایده ال جهت انتخاب مناسب‌ترین گزینه با توجه به معیارهای مختلف ارائه شده است. همچنین، به منظور در نظر گرفتن طیف افراد مختلف در تصمیم‌گیری شامل مدرسان و فراگیران، تاکید بر تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره شده است. با توجه به اینکه روش تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی مبتنی بر قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان است، تئوری خاکستری جهت رفع چالش عدم قطعیت و مبهم بودن نظرات تصمیم‌گیرندگان با روش تصمیم‌گیری چند معیاره شباهت به روش ایده ال تلفیق شده است. بنابراین، تیم ارزیابی تصمیم‌گیرندگان متشکل از k عضو در نظر گرفته می‌شود که به صورت $D = \{D_1, D_2, \dots, D_K\}$ نشان داده شده است. همچنین، m سناریو به عنوان پلتفرم‌های آموزش الکترونیکی (جایگزین) مانند $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ و n معیار به عنوان مجموعه‌ای از $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ، در نظر گرفته شده‌اند. هر یک از اعضا ترجیحات خود را برای هر معیار و همچنین سناریوهای مختلف در رابطه با هر معیار مطابق جدول (۱) [25] ارائه می دهند. بنابراین، هر عضو تیم ارزیابی، بایستی تمامی گزینه‌های پلتفرم‌های آموزش الکترونیکی را با توجه به معیارهای موثر انتخاب شده مورد بررسی قرار دهد که درنهایت، هر عضو از k عضو تیم ارزیاب، به ارزیابی m گزینه با توجه به n معیار موثر انتخاب شده می‌پردازد.

جدول ۱. اصطلاحات زبانی و عدد خاکستری معادل آن

Linguistic term	$\otimes G$
Very Low(VL)	[0,1]
Low(L)	[1,3]
Medium Low(ML)	[3,4]
Medium(M)	[4,5]
Medium High(MH)	[5,6]
High(H)	[6,9]
Very High(VH)	[9,1]

پس از تعیین درجه اهمیت هر یک از معیارها توسط تصمیم‌گیرندگان، میانگین وزن هر معیار به صورت معادله ۱ محاسبه می‌شود:

$$\otimes C_j = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} \otimes C_j^k \qquad (1)$$

که در آن $\otimes C_j^k = \left[C_j^{k^l}, C_j^{k^h}\right]$ وزن معیار j ام را نشان می‌دهد که توسط تصمیم‌گیرنده k ام تعیین می‌شود. همچنین، میانگین درجه اهمیت هر جایگزین با توجه به هر معیار باید بر اساس مقیاس خاکستری محاسبه شود که به دنبال آن:

$$\otimes G_{ij} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} \otimes G_{ij}^k \qquad (2)$$

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

که $\otimes G_{ij}$ هر سلول ماتریس تصمیم را نشان می‌دهد $\otimes G_{ij}^{k} = \left[G_{ij}^{k^l}, G_{ij}^{k^h}\right]$ توسط تصمیم‌گیرنده k ام برای درجه اهمیت سناریوی i ام در رابطه با معیار j ام تخصیص داده می‌شود. بنابراین ماتریس تصمیم به صورت معادله ۳ بدست می‌آید:

$$DM = \begin{bmatrix} \otimes G_{11} & \cdots & \otimes G_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G_{m1} & \cdots & \otimes G_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

پس از بدست آوردن ماتریس تصمیم، باید با توجه به نوع هر معیار اعم از مثبت (منافع) و منفی (هزینه) نرمال‌سازی شود. ماتریس نرمال‌شده به دو دلیل از جمله استفاده از مقیاس یکسان برای همه واحدها و تنظیم متغیرها بین صفر و یک ساخته شده است. بنابراین، برای معیارهای مثبت، نرمال‌سازی سلول‌های مرتبط بر اساس معادله ۴ انجام می‌شود:

$$\otimes G_{ij}^{N} = \left[\frac{G_{ij}^{l}}{max_{i=1}^{m} G_{ij}^{h}}, \frac{G_{ij}^{h}}{max_{i=1}^{m} G_{ij}^{h}}\right] \quad (4)$$

فرآیند نرمال‌سازی برای معیارهای منفی بر اساس معادله ۵ انجام می‌شود:

$$\otimes G_{ij}^{N} = \left[\frac{min_{i=1}^{m} G_{ij}^{l}}{G_{ij}^{h}}, \frac{min_{i=1}^{m} G_{ij}^{l}}{G_{ij}^{l}}\right] \quad (5)$$

که $\otimes G_{ij}^{N} = \left[\otimes G_{ij}^{N^l}, \otimes G_{ij}^{N^h}\right]$ با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده به دست آمده است. در نتیجه، ماتریس تصمیم-گیری نرمال‌شده وزنی از حاصل‌ضرب ماتریس تصمیم در بردار وزنی تشکیل می‌شود که به صورت معادله ۶ ارائه می‌شود

$$\otimes G_{ij}^{w} = \otimes G_{ij}^{N} * \otimes C_j \quad (6)$$

که $\otimes G_{ij}^{w} = \left[\otimes G_{ij}^{w^l}, \otimes G_{ij}^{w^h}\right]$ است. سپس راه‌حل‌های خاکستری مثبت (r^+) و ایده‌آل منفی (r^-) برای هر معیار مطابق معادله ۷ به دست می‌آیند.

$$r_i^+ = \left[max_{i=1}^{m} G_{ij}^{l}, max_{i=1}^{m} G_{ij}^{h}\right] \quad (7)$$

پس از به دست آوردن جواب مثبت برای هر معیار، فاصله هر معیار از هر راه‌حل ایده‌آل مثبت باید محاسبه شود. برای انجام این کار، درجه احتمال $\otimes G_1 <= \otimes G_2$ برای محاسبه فاصله به صورت زیر اعمال می شود.

$$P\{\otimes A_i \leq \otimes r_i^+\} = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{n} P\{\otimes G_{ij}^{w} \leq \otimes r_i^+\} \quad (8)$$

در نهایت سناریوها بر اساس شاخص درجه رتبه‌بندی که از طریق رابطه (8) به‌دست می‌آید، رتبه‌بندی می‌شوند.
هر چه درجه رتبه بالاتر باشد، فاصله کمتری با راه حل ایده آل مثبت دارد که به معنای بهترین گزینه برای روش آموزش الکترونیکی است.

۳-بحث و نتایج

این مطالعه با هدف انتخاب کارآمدترین سیستم آموزش الکترونیکی در شهرداری استان کرمان انجام شده است. برای انجام این کار، یک تیم ارزیابی شامل سه گروه برای قضاوت در مورد درجه اهمیت هر روش یادگیری الکترونیکی با توجه به معیارهای مختلف

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

انتخاب شد. سه گروه از تصمیم‌گیرندگان در این مطالعه دخیل هستند: کارشناسان آموزش وفناوری اطلاعات (D1)، مدرسان (D2) و یادگیرندگان (D3). دسته اول (D1) مجموعه‌ای از ۵ مهندس را که در بخش‌های یادگیری الکترونیکی در سازمان شهرداری فعالیت می‌کنند، نمایندگی می‌کند؛ دسته دوم (D2) شامل مجموعه‌ای از ۲۵ عضو مدرس در سازمان شهرداری است؛ دسته سوم (D3) شامل مجموعه‌ای از ۱۲۳ کارمندان سازمان شهرداری است. در این مطالعه از یک تکنیک تصادفی ساده استفاده شده است که در آن هر فرد (برای هر سه دسته تصمیم‌گیرندگان) در جمعیت مورد نظر، شانس برابر برای انتخاب شدن به عنوان شرکت‌کننده در پژوهش دارد. همچنین سه سناریو برای سیستم آموزش الکترونیکی انتخاب شد. در ادامه سه پلتفرم توضیح داده شده‌اند.

کلاس مجازی غیرهمزمان: کلاس مجازی غیرهمزمان، یک کلاس درس آنلاین است که مدرسان و فراگیران را به صورت غیرهمزمان با استفاده از فناوری‌های مختلف شبکه و اینترنت گردهم می‌آورد. به این ترتیب، فضای آموزشی را در اختیار مدرسان و فراگیران قرار می‌دهد. با این حال، هم مدرسان و هم فراگیران در زمان خود در کلاس حضور می‌یابند و یاد می‌گیرند آنچه را که تاکنون در کلاس اتفاق افتاده است. در واقع، لزومی به حضور همزمان فراگیران و مدرس در کلاس درس نیست. در این شکل از روش آموزشی امکان اتصال به پایگاه‌های داده به منظور استفاده از تصاویر، گرافیک، صوت و متن در آموزش وجود دارد. فراگیران می‌توانند پرسش‌ها و پاسخ‌ها، یادداشت‌های مدرس، گزارش‌های کاری دیگر فراگیران و سایر اطلاعات مفید را مشاهده کنند و سؤالات یا نکاتی را مطرح کنند.

کلاس مجازی آفلاین: کلاس مجازی آفلاین که مبتنی بر پلتفرم آفلاین است و از طریق فناوری های تعاملی مانند سی‌دی انجام می‌شود. علاوه بر این، وبلاگ و ایمیل را برای تعامل، بحث، تبادل اطلاعات و ارتباط بین یادگیرندگان و مدرس، فراهم می‌کند.

کلاس های مجازی همزمان: کلاس مجازی همزمان، یک محیط آموزشی زنده است که در آن مدرسان و فراگیران، به طور همزمان، اما در مکان‌های فیزیکی مختلف با استفاده از شبکه‌های کامپیوتری حضور پیدا می‌کنند. به این معنی که کلاس در زمان واقعی برگزار می‌شود. زمان‌بندی این کلاس‌ها باید به گونه‌ای باشد که همه اعضا بتوانند در یک زمان مشخص، از آن استفاده کنند و این یکی از محدودیت‌ها و معایبی است که سیستم را از نظر فنی پیچیده می‌کند. به عنوان مثال، برنامه سیستم مدیریت یادگیری (LMS) کلاس های مجازی همزمان را فراهم می‌کند.

همچنین با انجام تحقیقات جامع و مشاوره با کارشناسان واحد آموزش سازمان شهرداری و مطالعات گذشته، معیارهای موثر در انتخاب سیستم آموزش الکترونیکی باید استخراج شود. برخی از مطالعات، بر عواملی که برای ارزیابی اثربخشی سیستم آموزش الکترونیکی باید در نظر گرفته شود، تاکید داشتند. معیارهای کارآمد بر اساس مطالعات قبلی در گروه‌های مختلف شامل زیرمعیارهای مختلف استخراج و طبقه‌بندی شدند. معیارهای اصلی نیز در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی شدند که به طور خلاصه به شرح زیر می‌باشد.

فنی و زیرساخت (C_1) شامل معیارهای مختلفی مانند وجود زیرساخت سخت‌افزاری (C_{11}) مانند لپ‌تاپ یا موبایل، وجود زیرساخت نرم‌افزاری (C_{12}) مانند برنامه‌های مورد نیاز، سازگاری با سرعت اینترنت خانگی (C_{13})، وجود پشتیبانی خدمات در سازمان (منابع انسانی) (C_{14}) می‌باشد.

اقتصادی (C_2) شامل وجود منابع مالی در سازمان (C_{21}) از قبیل منابع مالی برای استقرار آموزش الکترونیکی و خدمات پشتیبان، هزینه‌های استراتژیک و مدیریت (C_{22})، هزینه‌های ارتقا و توسعه (C_{23})، پشتیبانی مدیران ارشد از سیستم آموزش الکترونیکی (C_{24}) تشکیل شده است.

محتوای آموزشی (C_3) شامل استفاده از امکانات متنی، صوتی و تصویری مختلف در ارائه محتوای آموزشی (C_{31})، دسترسی آسان به محتوای آموزشی (C_{32})، نظارت و کیفیت آموزش (C_{33})، وابستگی به حضور مدرس دوره (C_{34}) است.

مدیریت دوره (C_4) شامل ارزیابی مستمر فراگیر توسط مدرس (C_{41})، تعامل مستمر بین مدرس و یادگیرنده (C_{42})، امکان همکاری در فعالیت‌های کلاس (C_{43})، سهولت برنامه‌ریزی دوره‌های آموزشی (C_{44})، ارائه زبان آموز با دسترسی به برنامه‌های کاربردی لازم (C_{45}) است.

به منظور ارزیابی سه روش یادگیری الکترونیکی موجود در نظر گرفته شده به عنوان جایگزین، هر یک از اعضای تیم ارزیابی درجه اهمیت هر جایگزین را با توجه به هر معیار ارائه کردند. در واقع، ماتریس تصمیم با استفاده از متغیرهای زبانی نشان داده شده در جدول ۱ برای ارزیابی هر روش یادگیری الکترونیکی با توجه به هر معیاری که توسط تصمیم‌گیرندگان انجام می‌شود، تشکیل شد. نتایج مطابق جدول ۲ به دست آمد. از بین معیارهای کارآمد، هزینه‌های استراتژیک و مدیریت (C_{22})، هزینه‌های ارتقا و توسعه (C_{23}) و وابستگی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

به حضور مدرس دوره (C_{34}) به عنوان معیارهای منفی در نظر گرفته شد. در واقع، به این معنی است که مقدار کمتر معیار منفی به معنی درجه بالاتری از اهمیت است.

بنابراین، ضروری است که وزن موثر معیارها از طریق روش AHP گروهی ادغام شده با تئوری خاکستری محاسبه شود. تا بتوان اولویت هر گزینه را با توجه به معیارهای موثر در نظر گرفت.

در مرحله بعد، ماتریس تصمیم از طریق تجمیع قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان بر اساس رابطه (۲) به اعداد خاکستری تبدیل شد. بنابراین، قضاوت‌های تصمیم گیرندگان (جدول ۳.) بر اساس عدد خاکستری به دست آمده توسط جدول ۱ به دست آمد. لازم به ذکر است که نوع هر متریک، اعم از مثبت و منفی باید در نظر گرفته شود. ماتریس تصمیم، باید برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب بر اساس معادلات (۴) و (۵) نرمال شود. ماتریس تصمیم نرمال شده در جدول ۴ نشان داده شده است. بنابراین، ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده وزنی (جدول ۵.) از طریق ضرب ماتریس تصمیم در بردار وزن طبق رابطه (۶) به دست آمد. خاطرنشان می‌شود که برای سادگی، وزن تمام معیارها با مقدار [۰,۴۰,۵] یکسان در نظر گرفته شد.

جدول ۲. ماتریس تصمیم‌گیری برای سیستم‌های یادگیری الکترونیکی با توجه به معیارهای مختلف تعیین‌شده توسط تصمیم‌گیرندگان

Decision makers	D1			D2			D3		
Criteria	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
C_1									
C_{11}	MH	H	M	VH	H	M	ML	MH	M
C_{12}	MH	ML	H	M	ML	MH	MH	L	H
C_{13}	MH	VH	ML	MH	H	M	M	VH	L
C_{14}	MH	H	M	MH	H	M	MH	H	M
C_2									
C_{21}	MH	H	M	H	H	MH	MH	H	M
C_{22}	M	MH	H	L	H	MH	M	VH	M
C_{23}	MH	M	MH	MH	H	M	MH	MH	MH
C_{24}	MH	M	H	H	L	VH	H	L	VH
C_3									
C_{31}	H	M	VH	H	MH	H	H	M	H
C_{32}	H	H	MH	H	MH	MH	MH	H	H
C_{33}	MH	L	VH	M	VL	VH	M	VL	VH
C_{34}	VL	VL	MH	L	VL	MH	ML	ML	H
C_4									
C_{41}	L	VL	VH	ML	VL	VH	L	VL	VH
C_{42}	ML	VL	VH	L	VL	H	ML	VL	VH
C_{43}	M	VL	VH	MH	L	VH	MH	VL	VH
C_{44}	H	H	M	MH	MH	M	MH	M	MH
C_{45}	H	VL	VH	H	ML	H	MH	L	H

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۳. ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری برای سیستم‌های مختلف آموزش الکترونیکی با توجه به معیارهای مختلف

	Criteria	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{21}	C_{22}
Alternatives	A_1	[5.67,6.67]	[4.67,5.67]	[4.67,5.67]	[5.6]	[5.33,7]	[3,4.33]
	A_2	[5.67,8]	[2.33,3.67]	[8,9.67]	[6,9]	[6,9]	[6.67,8.33]
	A_3	[4,5]	[5.67,8]	[2.67,4]	[4,5]	[4.33,5.33]	[5,6.67]
	Criteria	C_{23}	C_{24}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}
Alternatives	A_1	[5,6]	[0.53,0.70]	[6,9]	[5.67,8]	[4.33,5.33]	[1.33,2.67]
	A_2	[5,6.67]	[0.40,0.50]	[4.33,5.33]	[5.67,8]	[0.33,1.67]	[1,2]
	A_3	[4.67,5.67]	[0.60,0.90]	[7,9.33]	[5.33,7]	[9,10]	[5.33,7]
	Criteria	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}	
Alternative	A_1	[1.67,3.33]	[2.33,3.67]	[4.67,5.67]	[5.33,7]	[5.67,8]	
	A_2	[0,1]	[0,1]	[0.33,1.67]	[5,6.67]	[1.67,3.33]	
	A_3	[9,10]	[8,9.67]	[9,10]	[4.33,5.33]	[7,9.33]	

جدول ۴. ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده خاکستری برای سیستم‌های آموزش الکترونیکی با توجه به معیارهای مختلف

	Criteria	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{21}	C_{22}
Alternatives	A_1	[0.71,0.83]	[0.58,0.71]	[0.48,0.59]	[0.56,0.67]	[0.59,0.78]	[0.69,1]
	A_2	[0.71,1]	[0.29,0.46]	[0.83,1]	[0.67,1]	[0.67,1]	[0.36,0.45]
	A_3	[0.50,0.63]	[0.71,1]	[0.28,0.41]	[0.44,0.56]	[0.48,0.59]	[0.45,0.60]
	Criteria	C_{23}	C_{24}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}
Alternatives	A_1	[0.78,0.93]	[0.59,0.83]	[0.64,0.96]	[0.71,1]	[0.43,0.53]	[0.38,0.75]
	A_2	[0.70,0.93]	[0.21,0.38]	[0.46,0.57]	[0.71,1]	[0.03,0.17]	[0.5,1]
	A_3	[0.82,1]	[0.83,1]	[0.75,1]	[0.67,0.88]	[0.90,1]	[0.14,0.19]
	Criteria	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}	
Alternative	A_1	[0.17,0.33]	[0.24,0.38]	[0.47,0.57]	[0.76,1]	[0.61,0.86]	
	A_2	[0,0.1]	[0,0.1]	[0.03,0.17]	[0.71,0.95]	[0.18,0.36]	
	A_3	[0.9,1]	[0.83,1]	[0.9,1]	[0.62,0.76]	[0.75,1]	

جدول ۵. ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده با وزن خاکستری برای سیستم‌های آموزش الکترونیکی با توجه به معیارهای مختلف

	Criteria	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{21}	C_{22}
Alternatives	A_1	[0.28,0.42]	[0.23,0.35]	[0.19,0.29]	[0.22,0.33]	[0.24,0.39]	[0.28,0.50]
	A_2	[0.28,0.50]	[0.12,0.23]	[0.33,0.50]	[0.27,0.50]	[0.27,0.50]	[0.14,0.23]
	A_3	[0.20,0.31]	[0.28,0.50]	[0.11,0.21]	[0.18,0.28]	[0.19,0.30]	[0.18,0.30]
	Criteria	C_{23}	C_{24}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}
Alternatives	A_1	[0.31,0.47]	[0.23,0.41]	[0.26,0.48]	[0.28,050]	[0.17,0.27]	[0.15,0.38]
	A_2	[0.28,0.47]	[0.08,0.19]	[0.19,0.29]	[0.28,0.50]	[0.01,0.08]	[0.20,0.50]
	A_3	[0.33,0.50]	[0.33,0.50]	[0.30,0.50]	[0.27,0.44]	[0.36,0.50]	[0.06,0.09]
	Criteria	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}	
Alternative	A_1	[0.07,0.17]	[0.10,0.19]	[0.19,0.28]	[0.30,0.50]	[0.24,0.43]	
	A_2	[0,0.05]	[0,0.05]	[0.01,0.08]	[0.29,0.48]	[0.07,0.18]	
	A_3	[0.36,0.50]	[0.33,0.50]	[0.36,0.50]	[0.25,0.38]	[0.30,0.50]	

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

علاوه بر این، راه‌حل مثبت ایده‌آل باید برای هر معیار بر اساس رابطه (۷) که در جدول ۶ نشان داده شده است، محاسبه شود.

جدول ۶. راه‌حل خاکستری ایده‌آل برای هر معیار

Criteria	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{21}	C_{22}
R^+	[0.28,0.50]	[0.28,0.50]	[0.33,0.50]	[0.27,0.50]	[0.27,0.50]	[0.28,0.50]
Criteria	C_{23}	C_{24}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}
R^+	[0.33,0.50]	[0.33,0.50]	[0.30,0.50]	[0.28,0.50]	[0.36,0.50]	[0.20,0.50]
Criteria	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}	
R^+	[0.36,0.50]	[0.33,0.50]	[0.36,0.50]	[0.30,0.50]	[0.30,0.50]	

سپس فاصله هر جایگزین از راه‌حل ایده آل از طریق رابطه (۸) محاسبه شد (جدول ۷).

جدول ۷. فاصله هر جایگزین از راه‌حل ایده‌آل

Alternatives	A_1	A_2	A_3
Distance from R^+	0.74	0.77	0.68

بنابراین، احتمال کوچکتر بودن هر جایگزین از راه‌حل ایده‌آل (نزدیک به راه‌حل ایده‌آل) در رابطه (۹) نوشته شد.

$$P\{\otimes A_1 \leq \otimes r_i^+\} = 0.74 \quad (9)$$
$$P\{\otimes A_2 \leq \otimes r_i^+\} = 0.77$$
$$P\{\otimes A_3 \leq \otimes r_i^+\} = 0.68$$

بنابراین A_3 (روش آموزش مجازی همزمان) مانند اپلیکیشن LMS به عنوان بهترین روش آموزش الکترونیکی برای آموزش در سازمان شهرداری انتخاب شد. آموزش مجازی غیرهمزمان، در رتبه دوم انتخاب روش آموزش الکترونیکی مناسب قرار گرفت. در نهایت، روش آفلاین ادغام شده با وبلاگ، به عنوان آخرین روش در نظر گرفته شد.

روش آموزش مجازی همزمان، به عنوان بهترین بستر آموزش الکترونیکی برای سازمان شهرداری رتبه‌بندی شد. به این دلیل که ارتباط مستمر معلم و یادگیرنده (C_{42}) با درجه [۰,۸۳،۱]، امکان همکاری در فعالیت های کلاسی (C_{43}) با درجه [۰,۹۰،۱] با درجه بالایی فراهم شده است. در روش یادگیری آموزش مجازی همزمان،در مقایسه با سایر روش‌های آموزش الکترونیکی، فراگیران تا حدودی جنبه های اجتماعی محیط آموزشی را در نظر دارند و تعامل و ارتباط بین کارکنان و مربی به طور کامل فراهم می‌شود. همچنین، در این آموزش، امکان ارزیابی یادگیری کاربر و امکان دسترسی مدیران و مربیان مراکز آموزشی به امتیازات کاربر با درجه بالای [۰,۹۰،۱] فراهم شد. به طور کلی، معیارهای مدیریت دوره در پلتفرم آموزش الکترونیکی مجازی همزمان بسیار برآورده شده است. علاوه بر این، استفاده از امکانات متنی، صوتی و تصویری مختلف در ارائه محتوای آموزشی (C_{31}) [۰,۷۵،۱]، نظارت و کیفیت آموزش (C_{33}) [۰,۹۰،۱] از محتوای آموزشی (C_3) نقش مهمی را برای همزمان بودن ایفا کرد. روش آموزش مجازی همزمان، با استفاده از عناصر گرافیکی مانند نمودار یا عکس، فرآیند یادگیری تصویر را با قابلیت‌ها و کیفیت بیشتری ارائه می‌کرد. با این حال، این بستر، وابستگی زیادی به حضور مدرس دوره دارد. خاطرنشان می‌شود که اگرچه مدیران ارشد از پلتفرم مجازی همزمان (C_{24}) با

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

درجه [۰,۸۳،۱] پشتیبانی می‌کند، معیارهای اقتصادی مانند منابع مالی (C_{21}) و هزینه استراتژیک و مدیریت (C_{22}) به عنوان معیارهای محدود توسعه آن بودند. در نهایت، این پلتفرم نیاز زیرساختی سخت‌افزار، نرم‌افزار و سازگاری با سرعت اینترنت خانگی را برآورده نکرده است.

خاطرنشان می‌شود که اگرچه روش آفلاین، نقش خوبی در معیارهای فنی و زیرساختی و همچنین منابع مالی خوب و هزینه کم داشت، اما بر سایر معیارها تأثیر معنی‌داری نداشت. علاوه بر این، مشکل وابستگی به مدرس دوره را به طور کامل حل کرد.

علاوه بر این، درجه ترجیح پلتفرم یادگیری غیرهمزمان، بین روش یادگیری مجازی آفلاین و همزمان قرار گرفت. پلتفرم یادگیری غیرهمزمان، می‌تواند زمان‌بندی تضاد (C_{44}) پلتفرم مجازی همزمان مجازی با درجه [۰,۷۶،۱] و همچنین امکانات مختلف یادگیری مانند ویدیو (C_{31}) و دسترسی آسان به محتوا (C_{32}) را با درجه [۰,۷۱،۱] را مدیریت کند. در واقع، امکان بحث، تبادل اطلاعات، ایجاد تالار گفتگو از طریق وب نیز وجود داشت. این شکل از آموزش در شرایطی که تعداد زیادی از دانش آموزان در یک دوره در مقایسه با کلاس مجازی همزمان، شرکت می‌کنند مفید بود. با این حال، پلتفرم یادگیری ناهمزمان نیز به دلیل تکیه بر فناوری مبتنی بر وب، از کمبود زیرساخت برای آموزش الکترونیکی رنج می‌برد.

نتایج به دست آمده منطبق بر نتایج حاصل از ارزیابی پلتفرم‌های الکترونیکی مبتنی بر روش AHP می‌باشد که پلتفرم Docent به عنوان یک پلتفرم آموزش مجازی همزمان در هر سه گروه هدف مبتدی، متوسط و ماهر در حوزه ICT به عنوان مناسب‌ترین گزینه انتخاب شده است. همچنین، در ادامه IWT، و Running Platform به عنوان گزینه‌های آموزش مجازی غیر همزمان در اولویت‌های بعدی انتخاب شده‌اند که با نتایج به دست آمده از متد ارائه شده مطابقت دارد [۱۶]. همچنین، نتایج برتری کلاس مجازی همزمان نسبت به غیر همزمان، با نتایج اولویت‌بندی رویکردهای آموزش الکترونیکی انتخاب شده [۱۷, ۱۸] مطابقت دارد که به دلیل امکان تعامل مستمر فراگیر و مدرس دوره در دوره آموزش مجازی همزمان می باشد. . همچنین، نتایج نشان داده که Moodle به عنوان گزینه کلاس آموزشی همزمان آنلاین، جهت بهترین راه‌حل در مقایسه با BlackBoard و D2L به عنوان گزینه‌های آموزشی مجازی غیر همزمان در دانشگاه‌های عربستان برتری دارد [۲۰]. هر چند که این پژوهش، نتوانسته است حوزه صنعت ۴ مبتنی بر اینترنت اشیا و رایانش ابری در سازمان شهرداری را بپوشاند و معیارهای موثر در حوزه های فوق‌الذکر را در امر آموزش الکترونیکی در سازمان شهرداری را در نظر بگیرد. هر چند، سازمان‌ها در ایران بایستی گام مهمی در راستای استفاده از خدمات ابری مبتنی بر اینترنت اشیا را مدنظر قرار دهند و بنابراین، سازمان شهرداری باید پلتفرم مناسب آموزش الکترونیکی را با توجه به شرایط پیش‌رو مورد بررسی قرار دهد.

۴-نتیجه‌گیری

در سازمان شهرداری، قبل از کووید-۱۹، از آموزش های شغلی سنتی منابع انسانی استفاده می‌شد. پلتفرم سنتی برای ارائه سخنرانی‌ها، تکالیف و امتحانات به صورت سیستماتیک و یکپارچه در نظر گرفته شده بود. با این حال، COVID-19 و قرنطینه باعث شد که ارائه آموزش از طریق آموزش الکترونیکی را متقاعد کند. یافتن مناسب‌ترین فناوری آموزشی در ارائه آموزش الکترونیکی بسیار مهم بود زیرا آموزش الکترونیکی یکی از روش‌های آموزشی است که به روش‌های مختلف ارائه می‌شود. هدف از این پژوهش مقایسه تأثیر بسترهای کلاس درس مجازی غیرهمزمان، آفلاین، و بسترهای آموزش الکترونیکی مجازی همزمان بر آگاهی کارکنان از مسئولیت-های مختلف شهرداری بود. بنابراین، یک روش ارزیابی مبتنی بر تصمیم‌گیری گروهی روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل TOPSIS با ادغام با سیستم خاکستری برای ارزیابی هر پلتفرم با توجه به معیارهای موثر پیشنهاد شد. علاوه بر این، سیستم خاکستری قادر به ثبت ابهام و عدم دقت در بین قضاوت‌های کارشناسان بود. نتایج نشان داد که کلاس مجازی همزمان، مناسب‌ترین هدف یادگیری الکترونیکی را فراهم می‌کند زیرا به اهداف یادگیری مانند تعامل مستمر بین مربیان و فراگیران و همچنین ارزیابی مستمر مربیان از فرآیند یادگیری می‌پردازد. لازم به ذکر است که اگرچه این روش قابلیت شبیه‌سازی روش یادگیری سنتی را داشت، اما هزینه بالایی برای تخصیص استراتژی و منابع مالی و زیرساخت‌های سخت‌افزاری و فناوری اطلاعات متحمل شد. در واقع، در مورد فراهم کردن زیرساخت برای کلاس‌های مجازی همزمان، به دلیل هزینه توسعه پایین و مزایای دیگر، می تواند در آینده ترجیح داده و قابل گسترش باشد. اما روش آفلاین، برعکس عمل کرد. علیرغم هزینه کم و منابع مالی بالا و زیرساخت های موجود برای سازمان شهرداری، نتوانسته اهداف یادگیری و جذب نیروی کار را در شرکت در کلاس‌های آموزش الکترونیکی، همسو با سیاستگذاری سازمان تامین کند. علاوه

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بر این، در نظر گرفته شد که در حالی که پلت‌فرم‌های یادگیری مجازی ناهمزمان بهتر از روش آفلاین در اهداف یادگیری عمل می‌کنند، عملکرد آن نسبت به شکل پلت‌فرم یادگیری مجازی همزمان ضعیف‌تر است. مطالعه حاضر می‌تواند در سازمان‌های دیگر که بسترهای فناوری اطلاعات و بودجه مشابه با سازمان شهرداری داشته باشند، قابل تعمیم باشد. هر چند که چارچوب پیشنهادی برای سازمان‌های دیگربا بررسی نظرات کارشناسان، مدرسان، و فراگیران می‌تواند قابل انجام باشد.

۵-منابع و مراجع

1-Chen, C.-M. and S.-T. Lin, *Assessing effects of information architecture of digital libraries on supporting E-learning: A case study on the Digital Library of Nature & Culture.* Computers & Education, 2014. **75**: p. 92-102.

2-Wang, T.-H., *Developing an assessment-centered e-Learning system for improving student learning effectiveness.* Computers & Education, 2014. **73**: p. 189-203.

3-Lara, J., et al., *A system for knowledge discovery in e-learning environments within the European Higher Education Area – Application to student data from Open University of Madrid, UDIMA.* Computers & Education, 2014. **72**: p. 23–36.

4-McDonald, E.W., J.L. Boulton, and J.L. Davis, *E-learning and nursing assessment skills and knowledge – An integrative review.* Nurse Education Today, 2018. **66**: p. 166-174.

5-Coll, C., M. Rochera, and I. Gispert, *Supporting online collaborative learning in small groups: Teacher feedback on learning content, academic task and social participation.* Computers & Education, 2014. **75**: p. 53-64.

6-Ekwunife-Orakwue, K.C.V. and T.-L. Teng, *The impact of transactional distance dialogic interactions on student learning outcomes in online and blended environments.* Computers & Education, 2014. **78**: p. 414-427.

7-Esteban-Millat, I. and F.J. Martinez-Lopez, *Modelling students' flow experiences in an online learning environment.* Computers & Education, 2014. **71**: p. 111-123.

8-Alavi, S.S. and M.R. Sarmadi, *Employees' opinion in Tehran University of Medical Sciences (TUMS) on usability of in-service electronic training courses.* Iranian Journal of Medical Education, 2011. **10**(4.(

9-*The eContent programme: Stimulating the production of digital content and promoting linguistic diversity*.

10-*Johns Hopkins Coronavirus Resource Center*.

11-Ghasemi, M., et al., *Evaluation of the Electronic Learning System of Medical Education (Case Study of Shahid Beheshti Medical School).* Bimonthly of Education Strategies in Medical Sciences, 2018. **11**(4): p. 39-52.

۱۲-زاهد بابلان، ع.، و دیگران.، ارزشیابی کیفیت آموزش الکترونیکی نظام آموزش عالی با استفاده از مدل ارزشیابی هلم در دوران پاندومی کرونا. پژوهش در آموزش علوم پزشکی، ۱۴۰۲. ۱۵(۱): ص.۱۳-۲۱.

۱۳-رضازاده، ا.، و دیگران.، ارزیابی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر کیفیت آموزش در محیط های یادگیری الکترونیکی با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. آموزش و ارزشیابی (علوم تربیتی)، ۱۳۹۷. ۴۱(۱۱): ص.۱۱۵-۱۳۴.

۱۴-رحمانی، ف.، و دیگران.، مکانسنجی و رتبه بندی عوامل مؤثر بر توسعه یادگیری الکترونیکی در آموزش عالی با رویکرد تصمیم گیری چند معیاره فازی. فناوری آموزش، ۱۳۹۸. ۱۳(۳): ص.۴۲۵-۴۴۰.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

15-Atıcı, U ,.et al., *A comprehensive decision framework with interval valued type-2 fuzzy AHP for evaluating all critical success factors of e-learning platforms.* Education and Information Technologies, 2022. **27**(5): p. 5989-6014.

16-Francesco, C., D.S. Massimo, and P. Antonio, *Evaluation Models for E-Learning Platform: an AHP approach*, in *36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. 2006. p. 1-6.

17-Mohammed, H.J., M. Mat Kasim, and I.N. Mohd Shaharanee, *Evaluation of E-Learning Approaches Using AHP-TOPSIS Technique.* Journal of Telecommunication, 2018. **10**: p. 7-10.

18-Ma, J., Z. Zhu, and X. Liu, *Assessing the impact of information technology on modern learning approaches: AHP and TOPSIS analysis of blended, flipped, and E-learning.* Soft Computing, 2023.

19-Maitra, S., et al., *Multi-criteria Decision Making and Its Application to Online Learning Platform Selection During the COVID-19 Pandemic Based on TOPSIS Method*, in *Real Life Applications of Multiple Criteria Decision Making Techniques in Fuzzy Domain*, L .Sahoo, T. Senapati, and R.R. Yager, Editors. 2023, Springer Nature Singapore: Singapore. p. 507-519.

20-Ayouni, S., et al., *Fuzzy Vikor Application for Learning Management Systems Evaluation in Higher Education.* International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE), 2021. **17**(2): p. 17-35.

۲۱-نیک پور، ا.، م. همایون فر، و ا. دانشور، بررسی تحلیلی سیستم‌های مدیریت دوره در نظام آموزش الکترونیک. فناوری های آموزشی در یادگیری، ۲۰۲۲. ۵(۱۶): ص.۵۱-۷۷.

22-Gong, J.-W., et al., *An integrated multi-criteria decision making approach with linguistic hesitant fuzzy sets for E-learning website evaluation and selection.* Applied Soft Computing, 2021. **102**: p. 107118.

23-Deng, J., *Introduction to Grey System Theory* The Journal of Grey System, 1989. **1**(1): p. 1-24.

24-Hwang, C.L. and K.P. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications.* Springer-Verlag, 1981: p. 58-191.

25-Guo-Dong, L., Y. Daisuke, and N. Masatake, *A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem.* An International Journal Mathematical and Computer Modelling, 2007. **46**(3): p. 573-581.

Archive of SID.ir