Journal of Urban Management & Environmental Engineering

Journal homepage: https://jumee.kgut.ac.ir
Vol.1, No.3; 2023.pp: 32-50

Research paper

(Received Oct. 9, 2023 Accepted Nov. 8, 2023)

Investigating distance education methods of citizenship in the field of waste management for district 16 of Tehran municipality based on the Khan model

Nasim Eghbal [*1]

[1] *Department of environmental engineering, Faculty of Technical and engineering, Science and research Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Abstract

The requirement to reduce production from the source of urban waste is to increase the participation of citizens. The method of educating citizens should be comprehensive and have a high penetration rate at the level of society as well as be economical. Distance education methods as one of the citizenship education methods can be taken into consideration by municipalities to promote the culture of waste reduction. In this study, an attempt is made to select the most appropriate and efficient distance education method for the use of Tehran municipality. In this regard, Khan's conceptual model has been used along with the Fuzzy Analytical Hierarchy Process. In this study, 100 questionnaires of paired comparisons, which were randomly collected from the 16th district of Tehran municipality, were used. The results of the prioritization model show the use and development of mobile educational applications as the most preferred option. Based on the interviews conducted with the citizens of District 16 of Tehran municipality, the strengths and reasons for choosing this option have been explained. In order to compare different types of remote education methods, 25 criteria in 8 proposed categories were used in the form of Khan's conceptual model, which was able to integrate the concepts and basis of a standard and successful remote education system in the fuzzy decision model.

Keywords: Citizenship Education, Distance Education, Tehran Municipality, Municipal Waste, Khan Model, Fuzzy Analytical Hierarchy Process

[*] *Corresponding Author: Nasim Eghbal*
Email: n.eghbal@yahoo.com
Phone: +989389830909

Doi: 10.48306/jumee.2023.420058.1020

نشریه علمی مدیریت شهری و مهندسی محیط زیست

آدرس نشریه:https://jumee.kgut.ac.ir

سال اول/شماره سوم/پاییز ۱۴۰۲/صفحه ۳۲-۵۰

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۲ /۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۱۷ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۸/۱۸

بررسی روش‌های آموزش از دور شهروندی در حوزه مدیریت پسماند برای منطقه ۱۶ شهرداری تهران بر اساس مدل خان

نسیم اقبال*[۱]

۱- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

لازمه کاهش تولید از مبدأ پسماند شهری افزایش مشارکت شهروندان است. روش آموزش شهروندان بایستی فراگیر باشد و دارای ضریب نفوذ بالا در سطح جامعه و همچنین صرفه اقتصادی باشد. روش‌های آموزش از دور به‌عنوان یکی از روش‌های آموزش شهروندی می‌تواند به‌منظور ترویج فرهنگ کاهش از مبدأ پسماند توسط شهرداری‌ها موردتوجه قرار گیرند. در این مطالعه سعی بر آن است تا مناسب‌ترین و کارآمدترین روش آموزشی از راه دور جهت استفاده شهرداری تهران انتخاب شود. در این راستا، از مدل مفهومی خان به همراه تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده‌شده است. در این مطالعه از ۱۰۰ پرسشنامه مقایسات زوجی که از سطح منطقه ۱۶ شهرداری تهران به‌صورت تصادفی جمع‌آوری‌شده، استفاده‌شده است. نتایج مدل ارجحیت بندی استفاده و توسعه اپلیکیشن های آموزشی موبایل را ارجح‌ترین گزینه نشان می‌دهند. بر اساس مصاحبه‌های انجام‌شده از شهروندان منطقه ۱۶ شهرداری تهران، نقاط قوت و دلایل انتخاب این گزینه تشریح شده است. برای مقایسه بین انواع روش‌های آموزش از دور ۲۵ معیار در ۸ دسته‌بندی پیشنهادی در قالب مدل مفهومی خان استفاده‌شده که توانست مفاهیم و مبنای یک سیستم آموزش از دور استاندارد و موفق را در مدل تصمیم‌گیری فازی ادغام کند.

کلمات کلیدی: آموزش شهروندی، آموزش از دور، شهرداری تهران، پسماند، مدل خان، تحلیل سلسله مراتبی فازی

* نویسنده مسئول: نسیم اقبال

ایمیل:n.eghbal@yahoo.com

شماره تماس: ۰۹۳۸۹۸۳۰۹۰۹

Doi: 10.48306/jumee.2023.420058.1020

۱-مقدمه

آموزش محیط‌زیست یکی از موضوعات موردتوجه دولت‌ها و محققین در ترویج فرهنگ محیط‌زیست و توسعه پایدار برای جامعه است. بدین منظور تاکنون، راهکارهای بسیاری موردمطالعه قرارگرفته است. یکی از راهکارهایی که در کشورهای پیشرفته توجه زیادی به آن شده، آموزش‌های از دور[1]است. آموزش از دور به‌عنوان ابزاری نوین جهت آموزش سال‌هاست که در کشورهای توسعه‌یافته مورداستفاده قرار می‌گیرد.

با توجه به این‌که توسعه هر جامعه‌ای در سرمایه‌های انسانی آن نهفته است، ضروری است که در مدیریت بهینه پسماند نیز به این موردتوجه نمود. در آموزش‌های شهروندی مباحثی چون فهم و شناخت جامعه، آشنایی با حقوق و مسئولیت‌های شهروندی، آشنایی با فعالیت‌های اجتماعی و چگونگی مشارکت فعال در یک برنامه اجتماعی به شهروندان آموزش داده می‌شود و طی آن آگاهی، دانش و مهارت‌ها ارتقاءیافته و منجر به درک، تعهد، تصمیمات آگاهانه و فعالیت‌های سازنده برای مدیریت کلیه اجزاء به هم‌آمیخته محیط‌زیست می‌شود [۱]. برنامه‌ریزی مناسب و به‌کارگیری ابزارهای مختلف و رسانه‌های متناسب با نوع مخاطبان و انجام آموزش‌ها به‌طور مستمر از ضرورت‌های انجام آموزش‌های شهروندی است. با توجه به این‌که مدیریت بهینه پسماند در مبدأ تولید آغاز می‌شود و شهروندان به‌عنوان تولیدکنندگان پسماند نقش مهمی در مدیریت پسماند دارند، ضروری است که با به‌کارگیری شیوه‌های نوین و مناسب ارتباطی، آموزش‌های لازم به آن‌ها ارائه‌شده و با دخالت دادن آن‌ها در برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌ها، شاهد مشارکت حداکثری آن‌ها در برنامه‌ها و درنتیجه مدیریت بهینه پسماند باشیم.

شهر تهران به‌عنوان پایتخت کشور با تولید روزانه بیش از ۸۰۰۰ تن پسماند شهری جزو بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های زباله در بین شهرهای دنیاست [۲]. این در حالی است که تقریباً هیچ‌گونه تفکیک از مبدأ پسماند در شهر و خصوصاً در مناطق مسکونی صورت نمی‌گیرد که یکی از دلایل آن نیز عدم آموزش صحیح مردم به‌منظور تفکیک از مبدأ پسماندها و مزیت‌های این سیستم است. شهرداری تهران در سال‌های اخیر هزینه، سرمایه و منابع بسیاری بر آموزش شهروندان اختصاص داده است و متأسفانه نتوانسته بازخورد و نتیجه مطلوبی از نوع و سبک آموزشی کنونی در راستای برطرف شدن نیاز جذب همکاری شهروندان در مدیریت شهری کسب کند. نوع آموزش‌های اتخاذشده جوابگو نبوده و نیاز است تا بازنگری اساسی در متدهای آموزش شهروندی به‌منظور افزایش ضریب مشارکت مردمی و همچنین کاهش هزینه‌های مصرفی اتخاذ شود [۳].

بهینه‌سازی فرایند سیستم مدیریت یکپارچه مواد زائد جامد یکی از چالش‌های عمده در سیستم‌های مدیریتی کشورها هست. دلیل این نگرانی این است که سیستم‌های مدیریت محیط‌زیست فعلی، هزینه‌های جمع‌آوری و حمل‌ونقل پسماند را در حدود ۸۰-۹۰٪ و ۵۰-۸۰٪ را به ترتیب در کشورهای کم‌درآمد و با درآمد بالا به خود اختصاص می دهند و در نتیجه کاهش میزان پسماند تولیدی و نیز تفکیک صحیح از مبدأ می‌تواند منجر به کاهش قابل ملاحضه ای در هزینه‌ها شود [۴]. به‌طورکلی، در مناطق شهری، منابع تولید زباله‌های مختلف در سراسر مناطق به‌صورت غیر یکپارچه پراکنده‌شده‌اند و با توجه به تولیدکنندگان متفاوت و نیز تنوع پسماند تولیدی علاوه برافزایش هزینه جمع‌آوری و حمل‌ونقل، می‌تواند باعث تغییر برنامه‌های مدیریت پسماند طراحی‌شده شود [۵]. تفکیک از مبدأ علاوه بر اینکه می‌تواند به کاهش میزان پسماند جمع‌آوری‌شده منجر شود، باعث افزایش بهره‌وری در اثر مکانیسم‌های بازیافت و بازیابی و بازچرخش شود؛ بنابراین، اجرای راهبردی مؤثر برای افزایش نرخ تفکیک از مبدأ می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های آژانس‌های متولی امور مرتبط با پسماند و نیز افزایش بهره‌وری از پسماند گردد.

استفاده از آموزش از دور با توجه به مزایای گفته‌شده، می‌تواند با هزینه و سرمایه‌گذاری اولیه ثابت به‌منظور افزایش تفکیک از مبدأ نسبت به دیگر روش‌های موجود، با بهره‌وری بیشتری مورداستفاده قرار گیرد. نتایج این طرح می‌تواند به‌عنوان بستر اولیه عملیاتی شدن طرح تفکیک از مبدأ پسماندهای منازل مسکونی باشد. فرهنگ‌سازی و آموزش‌های مداوم از دور می‌تواند حلقه اصلی یک طرح موفق تفکیک از مبدأ پسماند شهری در تهران باشد. موضوعی که تاکنون به آن توجه نشده است. آموزش از دور می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان ممکن، بیشترین ضریب نفوذ در بین مردم را نسبت به سایر روش‌های مشابه داشته باشد. امکانات کم و هزینه پایین این سیستم از

[1] Distance Learning

مزیت‌های مهم آن است. آموزش در کنار اجرا و نظارت بر نحوه پیاده‌سازی مطالب آموزش داده‌شده در منازل از دیگر مزایای این سیستم است که تضمین نتایج عملیاتی شدن را دل خود جای‌داده است [۶، ۷].

تاکنون مطالعات زیادی بر روی آموزش از دور بر اساس روش‌های آماری[۲]به‌منظور ارزیابی موفقیت یا استقبال انجام‌شده است که می‌توان به مهم‌ترین آن‌ها [۸-۱۰] اشاره کرد. تفاوتی که این مقاله با مطالعات قبلی دارد در ارائه راهکار و سناریوهای اجرایی در هنگام نظرسنجی بر اساس مدل مفهومی خان است. به همین دلیل است که در این مطالعه از ترکیب روش تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره به همراه شاخص‌های دسته‌بندی‌شده طبق مدل خان استفاده‌شده است. در ادامه به معرفی هر یک از اجرای این مطالعه پرداخته‌شده است.

در مقاله‌ای که توسط ویلسون[۳]و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد، از یک مطالعه موردی که توسط دانشگاه آفریقای جنوبی (Unisa) و یک تأمین‌کننده اصلی آموزش باز و از راه دور در آفریقای جنوبی ارائه‌شده است، استفاده شد [۱۱]. آن‌ها ذکر کردند که آموزش یکپارچه کار به گستره‌ای از فعالیت‌های فوق‌برنامه، آموزشی و ارزیابی بر روی ترکیب یادگیری رسمی با نگرانی‌های کاری اشاره دارد.

باستولا[۴]و همکاران (۲۰۱۷) چارچوبی مفهومی را برای افزایش ادغام آموزش الکترونیکی و آموزش از راه دور در نپال پیشنهاد می‌کنند [۱۲]. این تحقیق نشان داد که برای انجام تحقیقات عمیق برای شناسایی عوامل مشترک آموزش الکترونیکی و آموزش از راه دور، آگاهی از سیاست / عملکرد و رضایت ذی‌نفعان، حیاتی است. همچنین، ارزشیابی تأثیر آموزش الکترونیکی و آموزش از راه دور بر میزان رضایتمندی مشتریان، عملکرد سیاست‌گذاری و رضایت مشتریان از طریق خط‌مشی / عملکرد به‌عنوان متغیر واسطه، می‌تواند مفید باشد. اهمیت این امر در ارائه یک مدل برای آموزش الکترونیکی و آموزش از راه دور در نپال با توجه ویژه به نفوذ کیفیت مدیریت دانش است.

المرشده[۵](۲۰۱۶) یک چارچوب دقیق برای ارزیابی رضایت مدرسین نسبت به استفاده از سیستم مدیریت آموزشی و همسویی آن با آموزش از دور ارائه دادند [۱۳]. یافته‌ها ثابت می‌کنند که کارایی درک شده و کیفیت خدمات، بیشترین سهم را در تأثیر رضایتمندتر مربیان به دست می‌آورند. این مطالعه به مربیان تحصیلات عالی محدودشده و برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه استفاده‌شده است. ازاین‌رو، با استفاده از آخرین فنّاوری‌ها، سیستم مدیریت آموزشی باید بر اساس نیاز مدرسان و همچنین دانش آموزان طراحی شود. برعکس، ساخت سیستم مدیریت آموزشی بدون در نظر گرفتن رضایت مدرسان، نتیجه نهایی آموزش از راه دور را به‌صورت منفی تحت تأثیر قرار خواهد داد.

مابوئه[۶](۲۰۱۷) در تحقیقی تعیین نحوه استفاده از انجمن گفتگو به‌عنوان یک ابزار تعاملی آنلاین در مؤسسات آموزش از دور برای ارتقاء تعاملات دانش آموزان باهم و نیز با مدرس به صورت آنلاین را موردبررسی قرارداد [۱۴]. نتایج نشان داد که مدرسین، به‌عنوان یک عضو فعال در یک بحث آنلاین، به‌عنوان راهی برای حمایت از دانش آموزان، اساسی برای آموزش و یادگیری کارآمد هستند. همچنین دانشگاه باید نظارت فشرده دانشجویان را در نظر بگیرد تا آن‌ها بتوانند از فن‌آوری‌های موجود به‌طور بهینه استفاده کنند.

تحقیقی توسط آندرونیک و همکاران (۲۰۱۲) باهدف بررسی نظرات متقاضیان رومانیایی در مورد آموزش از دور و ایجاد دوره‌های آموزشی برای همبستگی بهتر بین آموزش از دور و الزامات بازار کار و جامعه مبتنی بر دانش انجام شد [۱۵]. نتایج نشان داد که دانشجویان و فارغ‌التحصیلان این نوع آموزش، خودشان را در گروه افرادی که از سایر اشکال تحصیلات فارغ‌التحصیل شده‌اند، در نظر نمی‌گیرند. همچنین تأثیر آموزش از دور برای کارفرمایان رومانیایی مثبت است؛ آن‌ها از آموزش باز و از دور تمجید می‌کنند و پیشنهادهای مفیدی برای توسعه این نوع آموزش می‌دهند. تأثیر آموزش از دور برای تمام افراد دست اندرکار مثبت است: دانش آموزان، فارغ‌التحصیلان

---

[۲] Survey Method

[۳] Wilson

[۴] Bastola

[۵] Almarashdeh

[۶] Maboe

و کارفرمایان. نتایج نشان داد که اولویت اصلی در سال‌های بعدی، افزایش کیفیت این نوع آموزش، به‌ویژه با تأکید بر جنبه‌های عملی آن و ارتباط با واقعیت‌های اقتصادی و بازار کار است.

زکایی و شاکریان (۲۰۲۲) تأثیر آموزش سنتی و آموزش الکترونیکی (یادگیری از راه دور) بر کارکنان بهداشتی و درمانی شهرستان نور در حوزه مدیریت پسماند را با مدل کرک پاتریک بررسی کردند [۱۶]. ۸۰ مرکز بهداشتی درمانی شهرستان نور در این مطالعه شرکت کردند و ۱۰۰ شرکت‌کننده به‌طور تصادفی در دو گروه آموزش سنتی و آموزش از راه دور آموزش مدیریت پسماند قرار گرفتند. طبق نتایج، روش‌های آموزش سنتی و الکترونیکی تأثیر مشابهی بر یادگیری کارکنان بهداشتی در زمینه مدیریت پسماند داشتند. ایشان پیشنهاد کردند که در برنامه‌های آموزشی ضمن خدمت کارکنان بهداشت و درمان جامعه، از روش‌های آموزش الکترونیکی همراه با سایر روش‌ها برای ارتقای حرفه‌ای آن‌ها استفاده شود.

شفیعی و همکاران (۱۴۰۲) میزان تاثیرگذاری آموزش گروهی و فردی شهروندان در زمینه تفکیک پسماند در مبدأ در شهر شیراز را بررسی کردند [۱۷]. این مطالعه هدف مقایسه نحوه دریافت آموزش جمعی (صداوسیما) و فردی (چهره به چهره) شهروندان در خصوص مدیریت پسماند در مبدأ و میزان اقبال شهروندان در این خصوص انجام‌شده است. به‌وسیله آزمون‌های آماری میزان روایی و پایایی پرسشنامه جهت اطمینان از نتایج به‌دست‌آمده سنجیده شده و تجزیه‌وتحلیل داده‌های پرسشنامه با نرم‌افزار spss و انجام آزمون‌های ناپارامتریک انجام گردیده است. طبق نتایج رسانه‌های عمومی و فردی هر دو از سطح اقبال بالایی توسط شهروندان برای دریافت مفاهیم مرتبط با تفکیک پسماندها در مبدأ برخوردارند اما درعین‌حال میزان اثرگذاری آموزش جمعی از طریق صداوسیما در مقایسه با آموزش چهره به چهره در زمینه تفکیک پسماندها در مبدأ بیشتر است. از طرفی می‌بایست توجه داشت بزرگ‌ترین مزیت آموزش‌های چهره به چهره امکان انتخاب مخاطب و کم‌هزینه‌تر بودن آن نسبت به سایر گزینه‌های موردبررسی است.

همان‌طور که از مرور بر مقالات و مطالعات می‌توان نتیجه گرفت، مطالعات بسیاری در خصوص ارزیابی و بررسی روش‌های آموزش از راه دور انجام‌شده است ولی در خصوص حوزه کاربرد آن در راستای مدیریت شهری و خصوصاً مدیریت پسماند، مطالعات اندکی در دسترس است. شهرداری‌ها تاکنون توجه کمی به استفاده از زیرساخت‌های آنلاین در آموزش شهروندی داشته‌اند و تاکنون هزینه‌های زیادی برای بهبود وضعیت‌آگاهی شهروندان صرف کردند که متأسفانه به دلایل مختلف از کارآمدی مناسب برخوردار نبوده است. از طرفی استفاده از سیستم‌های آموزش از دور تاکنون توسط شهرداری‌ها موردتوجه قرار نگرفته است و با توجه به چالش‌هایی که روش‌های سنتی داشته‌اند این روش می‌تواند فرصت جدید برای توسعه آگاهی و جذب مشارکت بیشتر شهروندان در خصوص حوزه خدمات شهر و خصوصاً مدیریت پسماند باشد. در این مطالعه سعی بر آن است با مقایسه و ارزیابی روش‌های نوین آموزش از راه دور سعی در پیشنهاد مناسب‌ترین روش برای توسعه در شهرداری تهران و منطقه موردمطالعه (منطقه ۱۶) شود.

۲-مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ترکیب دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تئوری فازی‌ها برای مدل ترکیبی تصمیم‌گیری در فضای فازی استفاده‌شده است. استفاده از تئوری فازی‌ها در مدل‌های تصمیم‌گیری باعث بهبود عدم قطعیت در تصمیم‌های انسانی و انعطاف‌پذیرتر کردن نتایج مدل می‌شود [۱۸]. به‌منظور انجام این مدل ترکیبی، ابتدا پرسشنامه‌های مقایسات زوجی بر اساس استاندارد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP[۷]) تهیه و توسط کارشناسان و خبرگان تکمیل می‌گردد [۱۹]. در این مطالعه با توجه به حوزه آموزش‌های از دور تعداد 100 پرسشنامه مقایسات زوجی طبق گزینه‌ها و معیارها پیشنهادی تهیه و توسط مراجعه حضوری و ارائه توضیحات نحوه تکمیل آن و ارائه راهنمایی‌های لازم، توسط خبرگان تکمیل گردید.

در مرحله بعد، محاسبات تحلیل سلسله مراتبی بر نتایج پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ExpertChoice 11 انجام شد و ماتریس‌های امتیازدهی به همراه ضرایب ناسازگاری آن‌ها محاسبه و ارائه گردید. در ادامه، ماتریس‌ها به فضای فازی انتقال داده می‌شوند و در هر یک از ماتریس‌ها، مجموع اعداد فازی هر ستون با استفاده از روابط ذکرشده محاسبه می‌گردد. سپس، نسبت هر یک از اعداد فازی با مقدار مجموع اعداد فازی ستون مربوطه، با استفاده از روش رتبه‌بندی اعداد فازی پیشنهادشده به دست آورده می‌شود. در ادامه،

[۷] Analytic Hierarchy Process

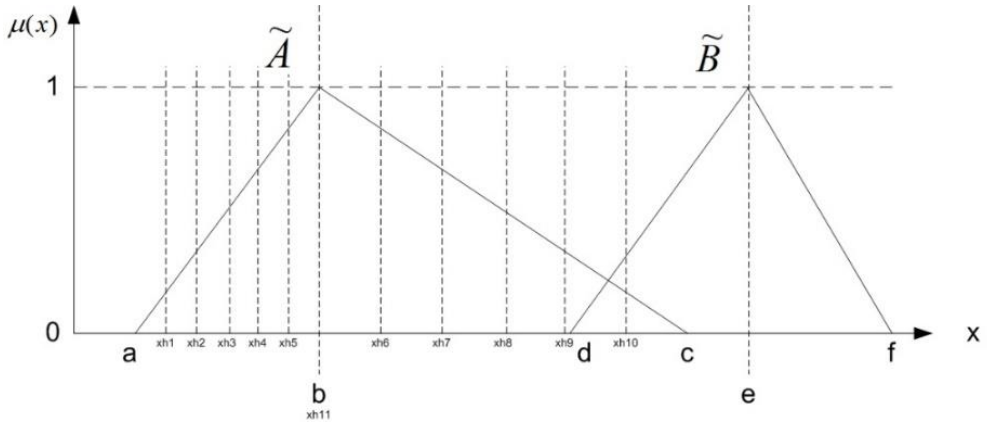
برای محاسبهٔ وزن هر گزینه نسبت به یک معیار، میانگین حسابی نسبت‌های به‌دست‌آمده برای آن گزینه محاسبه می‌گردد. درنهایت، برای محاسبه‌ی وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها، وزن آن گزینه نسبت به هر یک از معیارها در وزن معیار مربوطه ضرب شده و سپس آن‌ها با یکدیگر جمع می‌گردند. در ادامه به توضیح هر یک از اجزا پرداخته‌شده است.

۲-۱-روش ارجحیت اعداد فازی مورداستفاده

فتاحی و خلیل زاده (۲۰۱۸) رتبه‌بندی جدیدی از اعداد فازی را ارائه دادند که از آن می‌توان درروش AHP به‌منظور افزایش دقت مدل تصمیم‌گیری استفاده نمود [۲۰]. جزئیات این مدل رتبه‌بندی اعداد فازی به شرح زیر است:

دو عدد مثلثی فازی $\widetilde{A}=(a, b,c)$ و $\widetilde{B}=(d, e,f)$ که در شکل ۱ نشان داده‌شده‌اند، با اعداد نظیر غیر فازی خود مقایسه شده‌اند. پرسش مهمی که در اینجا مطرح می‌شود، چگونگی حفظ ویژگی‌های اعداد فازی در زمان تبدیل به اعداد غیر فازی است. در ادامه، روش نوینی موردبحث قرار می‌گیرد. در این روش، سه حالت ممکن برای یک عدد فازی مثلثی در نظر گرفته می‌شوند:

۱) عدد مثلثی بدون ضلع قائم $(a \neq b \neq c)$ (شکل ۱):



شکل ۱- مقایسه دو عدد فازی مثلثی بدون ضلع قائم $(a \neq b \neq c)$

در ابتدا، پنج $\alpha - cuts$ با فواصل یکسان بین a و b رسم می‌شود

$$xh_i = a + i(\frac{b-a}{6}) \ , \ i= 1, 2, 3, 4, 5 \qquad (۱)$$

در مرحله بعد، محل قرارگیری $\alpha - cut$ برای قرارگیری با ضلع ab محاسبه می‌گردد:

$$yh_i = (\frac{1}{b-a})*(xh_i - a) \ , \ i = \ 1, 2, 3, 4, 5 \qquad (۲)$$

این عمل برای ضلع bc نیز انجام می‌گیرد.

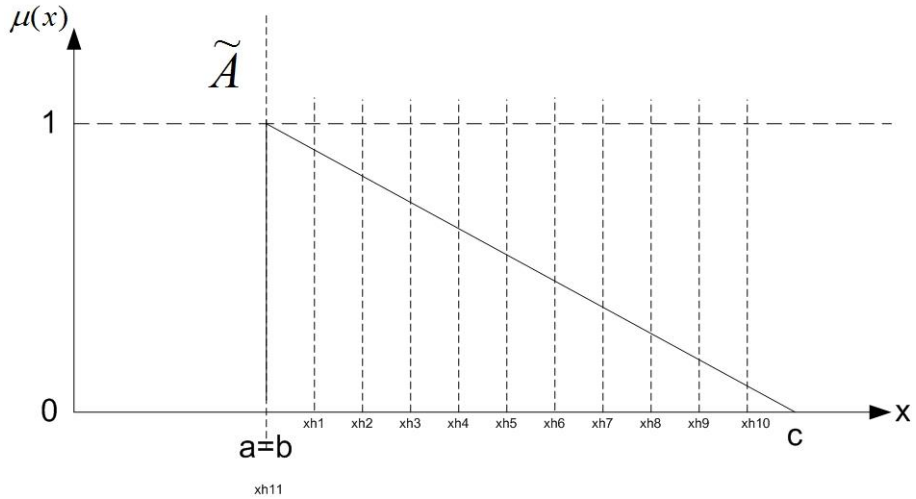
$$xh_i = a + i(\frac{c-b}{6}) \ , \ i = \ 6, 7, 8, 9, 10 \qquad (۳)$$

$$yh_i = (\frac{-1}{c-b})*(xh_i - b) + 1, \ i = \ 6, 7, 8, 9, 10 \qquad (۴)$$

همچنین، $xh_{11} = b$ و $yh_{11} = 1$ فرض می‌شوند. درنهایت، عدد غیر فازی معادل عدد فازی مثلثی، $\tilde{A}$، به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_{\tilde{A}} = \sum_{i=1}^{10}(xh_i * yh_i^{0.01}) + b \quad (۵)$$

۲) عدد مثلثی با ضلع قائم $(a = b\,, b < c)$ (شکل ۲):



شکل ۲- عدد فازی مثلثی با ضلع قائم $(a = b\,, b < c)$

در ابتدا، ده $\alpha - cuts$ با فواصل یکسان بین a و c رسم می‌شود.

$$xh_i = a + i(\frac{c-a}{11}), \quad i = 1, 2, 3, ..., 10 \quad (۶)$$

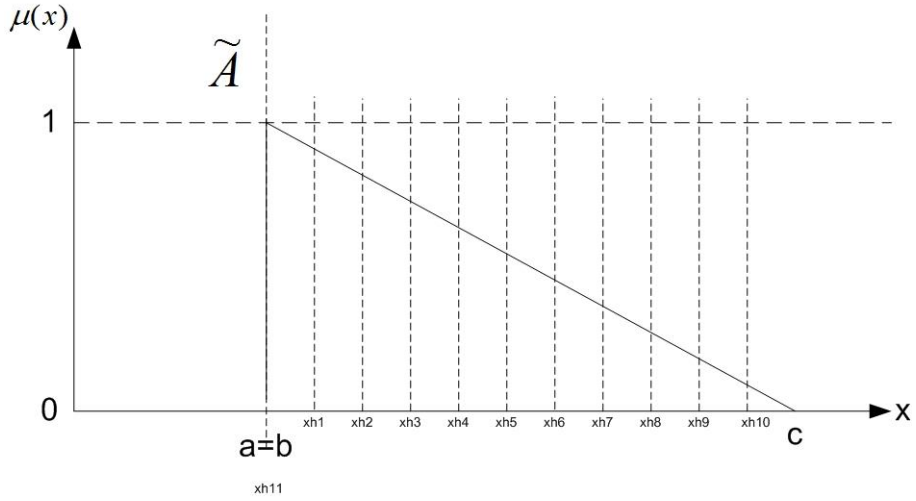
در مرحله بعد، محل قرارگیری $\alpha - cut$ برای قرارگیری با ضلع bc محاسبه می‌گردد:

$$yh_i = (\frac{-1}{c-b}) * (xh_i - b) + 1, \quad i = 1, 2, 3, ... 10 \quad (۷)$$

همچنین، $xh_{11} = a$ و $yh_{11} = 1$ فرض می‌شوند. درنهایت، عدد غیر فازی معادل عدد فازی مثلثی، $\tilde{A}$، به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_{\tilde{A}} = \sum_{i=1}^{10}(xh_i * yh_i^{0.01}) + a \quad (۸)$$

۳) عدد مثلثی با ضلع قائم $(b = \mathrm{c}\,,\mathrm{a} < b)$ (شکل ۳):



شکل ۳- عدد مثلثی با ضلع قائم $(b = \mathrm{c}\,,\mathrm{a} < b)$

در ابتدا، ده $\alpha - cuts$ با فواصل یکسان بین a و c رسم می‌شود

$$xh_i = a + i(\frac{c-a}{11}), \quad i = 1, 2, 3, \ldots 10 \qquad (۹)$$

در مرحله بعد، محل قرارگیری $\alpha - cut$ برای قرارگیری با ضلع bc محاسبه می‌گردد:

$$yh_i = (\frac{1}{b-a}) * (xh_i - a), \quad i = 1, 2, 3, \ldots 10 \qquad (۱۰)$$

همچنین، $xh_{11} = b$ و $yh_{11} = 1$ فرض می‌شوند. درنهایت، عدد غیر فازی معادل عدد فازی مثلثی، $\widetilde{A}$، به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_{\tilde{A}} = \sum_{i=1}^{10} (xh_i * yh_i^{0.01}) + b \qquad (۱۱)$$

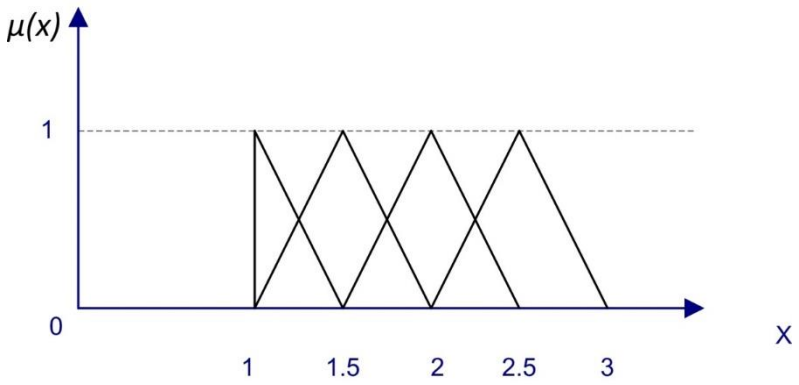
با روشی مشابه با آنچه در بالا توضیح داده شد، عدد غیر فازی معادل با عدد فازی مثلثی $\widetilde{B}$ به‌عنوان $R_{\tilde{B}}$ محاسبه می‌گردد. درنهایت، نسبت عدد غیر فازی $R_{\tilde{A}}$ و $R_{\tilde{B}}$ به‌عنوان نسبت دو عدد فازی $\widetilde{A}$ و $\widetilde{B}$ در نظر گرفته می‌شود. بایستی ذکر شود که اگرچه ده $\alpha - cuts$ در این روش ایجادشده است، اما استفاده از تعداد بیشتری $\alpha - cuts$ منجر به‌دقت بالاتری از محاسبات عدد غیر فازی معادل عدد فازی می‌گردد. بعلاوه، هر دو ابعاد افقی و قائم عدد فازی بایستی همراه با یکدیگر مورداستفاده قرار گیرد. به‌هرحال، مقدار بعد افقی باید از بعد قائم بیشتر باشد. این نکته اساسی‌ترین دلیل برای توان ۰،۰۱ yh_i در زمان محاسبه $R_{\tilde{A}}$ و $R_{\tilde{B}}$ است. توان ۰،۰۱ نتیجه آزمون‌وخطاهای بسیاری است که به بالاترین دقت منجر شده است. برای دیفازی کردن اعداد فازی در انتهای محاسبات از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^{k} A_i \times \bar{x_i}}{\sum_{i=1}^{k} A_i} \qquad (۱۲)$$

۲-۲-تحلیل سلسله مراتبی فازی

این روش شامل گام‌های زیر است [۲۰, ۲۱]:
گام ۱- ابتدا بایستی ساختار سلسله مراتبی مسئله را ترسیم شود.

گام ۲- در این قسمت، ماتریس فازی مقایسات زوجی را برای گزینه‌ها تشکیل می‌دهیم. در این تحقیق، این ماتریس با توجه به جدول ۱ و با استفاده از نظرات متخصصان مربوطه تشکیل می‌شود. لازم به ذکر است که در این تحقیق، از محیط فازی موجود در شکل ۴ استفاده می‌شود. همچنین در این تحقیق، ارزش‌گذاری شاخص‌های AHP نسبت به هم در محیط فازی به‌صورت جدول ۱ است. لازم به ذکر است که اعداد فازی در این تحقیق به‌صورت اعداد فازی مثلثی به شکل (a,b,c) در نظر گرفته‌شده‌اند.



شکل ۴- محیط فازی استفاده‌شده در این تحقیق

جدول ۱- ارزش‌گذاری شاخص‌های AHP نسبت به هم در محیط فازی

متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی	اعداد فازی مثلثی معکوس
اهمیت برابر	(1,1,1)	(1,1,1)
نسبتاً مهم‌تر	(1,1,1.5)	(2/3,1,1)
مهم‌تر	(1,1.5,2)	(1/2,2/3,1)
خیلی مهم‌تر	(1.5,2,2.5)	(2/5,1/2,2/3)
کاملاً مهم	(2,2.5,3)	(1/3,2/5,1/2)

گام ۳- اکنون بایستی ماتریس فازی مقایسات زوجی را برای به دست آوردن وزن هر یک از گزینه‌ها، تبدیل به یک ماتریس غیر فازی کنیم. برای این کار ابتدا بایستی اعداد فازی موجود در هر ستون رو با یکدیگر جمع کنیم. سپس، نسبت هر یک از اعداد فازی با مقدار مجموع اعداد فازی ستون مربوطه، با استفاده از روش رتبه‌بندی اعداد فازی پیشنهادشده به دست آورده می‌شود.

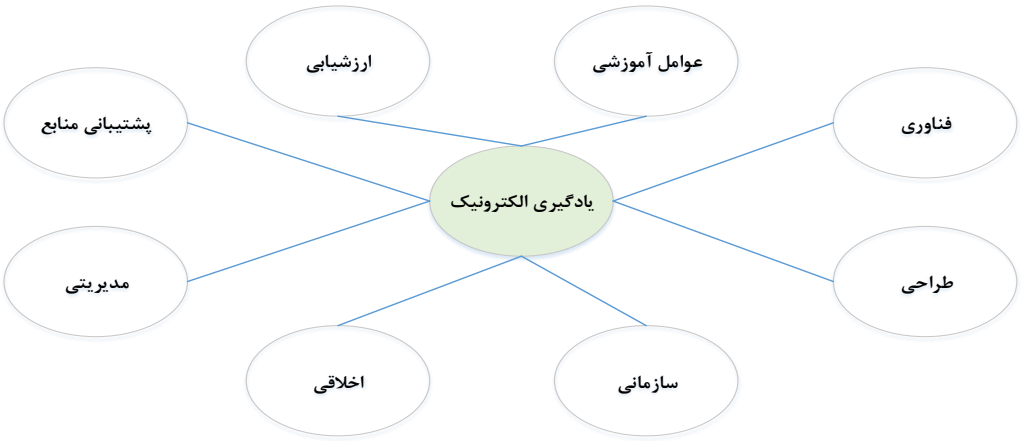
گام ۴- در این گام، برای محاسبهٔ وزن هر گزینه نسبت به یک معیار، میانگین حسابی نسبت‌های به‌دست‌آمده برای آن گزینه محاسبه می‌گردد.

گام ۵- درنهایت، برای محاسبه‌ی وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها، وزن آن گزینه نسبت به هر یک از معیارها در وزن معیار مربوطه ضرب شده و سپس آن‌ها با یکدیگر جمع می‌گردند.

۲-۳-مدل خان

خان (۲۰۰۵) بیان می‌کند که مدل‌های آموزش از دور با در نظر گرفتن یک چهارچوب هشت مرحله‌ای سعی در لحاظ نمودن موارد لازم در طراحی یک دوره الکترونیکی جامع و کارآمد را دارد. حسن این چارچوب این است که می‌توان اطمینان داشت که هیچ عامل مهمی فراموش یا حذف نمی‌گردد. ولی همان‌طور که مشخص است این چارچوب بیشتر شبیه یک دستورالعمل و فهرستی از کارها است و فاقد نکات لازم در طراحی یک نظام آموزش و یادگیری الکترونیکی است [۲۲].

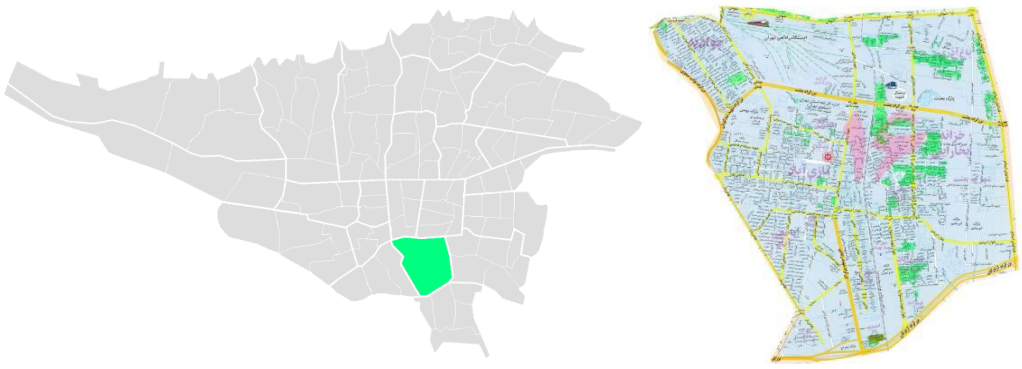
در مطالعه‌ای که توسط عباسی و همکاران (۲۰۱۸) انجام شد یک پژوهش کیفی با رویکرد تحلیل محتوا برای بررسی جامعه آماری پژوهش (اساتید و کارشناسان بخش یادگیری الکترونیکی) دانشگاه‌های علوم پزشکی سطح شهر تهران صورت گرفت. در این مطالعه از مدل خان به‌منظور بررسی و مقوله‌بندی آسیب‌های نظام یادگیری الکترونیکی دانشگاه‌ها استفاده شد [۲۳]. شکل ۵ مدل مفهومی مورداستفاده در این مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۵- چارچوب یادگیری الکترونیکی خان [۲۳]

۲-۴-منطقه موردمطالعه

منطقه ۱۶ شهرداری تهران در این مطالعه انتخاب‌شده است. این منطقه یکی از مناطق موردبررسی در مطالعات مدیریت پسماند شهر تهران است. بافت شهری و کاربری اراضی در این منطقه از تنوع بالا و نسبتاً مناسبی برای تعمیم نتایج مطالعات شهری به سایر مناطق و کل شهر تهران را دارد. قابل‌ذکر است که شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر تهران با بیش از ۸,۶۹۳,۷۰۶ نفر جمعیت شهری و با بیش از ۵۷۴ کیلومترمربع مساحت شهری روزانه بیش از ۸۰۰۰ تن پسماند شهری تولید می‌کند [۲۴]. با توجه به درصد قابل بازیافت پسماند شهر تهران مقدار پسماند جمع‌آوری‌شده توسط تفکیک از مبدأ بسیار اندک بوده و شهرداری نتوانسته تاکنون مشارکت مردمی را جهت بهبود جداسازی پسماند از مبدأ به دست آورد.



شکل ۶- محدوده منطقه ۱۶ شهرداری تهران

۳-بحث و نتایج

در این مطالعه به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین و کارآمدترین روش آموزش از دور تفکیک از مبدأ پسماند شهری در شهر تهران از تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده‌شده است. برای این منظور ابتدا بایستی ساختار سلسله‌مراتب تصمیم را ایجاد کرد. این موضوع در ۳ فاز انجام می‌شود فاز اول تعیین هدف که در قسمت‌های قبل توضیح داده شد. فاز دوم تعیین سناریوها و گزینه‌های قابل انتخاب تصمیم و در فاز سوم معیارها و شاخص‌های تصمیم‌گیری.

۳-۱-سناریوهای مدل تصمیم

ابتدا گزینه‌های مورد مقایسه را بایستی معرفی کرد. لذا، با توجه به ماهیت موضوع و نظرات شهروندان و ساختارهای امکان‌پذیر برای شهرداری گزینه‌های زیر پیشنهاد می‌شوند:

۱) تبلیغات رادیو و تلویزیون (A1)
۲) آموزش‌های اینتراکتیو اینترنتی (A2)
۳) موبایل و اپلیکیشن (A3)
۴) آموزش‌های آفلاین مانند CD های تبلیغاتی و آموزشی (A4)

❖ تبلیغات رادیو و تلویزیون [۲۵]:

این روش آموزش، در دهه ۱۹۵۰ توسط برنامه‌هایی مانند "ترم طلوع" محبوب شد که در ایستگاه‌های تلویزیونی تجاری پخش شد. در حال حاضر، بیشتر رویکردهای پخش برای آموزش از راه دور توسط ایستگاه‌های تلویزیونی عمومی ارائه می‌شوند و یا در ساعات اولیه صبح توسط ایستگاه‌های تجاری پخش می‌شوند. برنامه‌ها به‌صورت چندقسمتی در طول ۱۲ تا ۱۵ هفته پخش می‌شوند. غالباً، هر برنامه حدود ۶۰ دقیقه بوده و با بسته‌هایی از مطالب نوشتاری همراه است. گاهی اوقات، مربیان برای ساعات اداری توسط تلفن در دسترس هستند، اما اغلب دانش پذیران برنامه‌های تلویزیون را تماشا می‌کنند و به تکالیفی که دربسته‌های آموزشی برنامه داده می‌شوند، پاسخ می‌دهند. پاسخ به تکالیف به تماشای هر برنامه تلویزیونی بستگی دارد که اغلب چندین بار پخش می‌شود. برای آن دسته از دانش‌پذیرانی که برنامه اصلی را از دست می‌دهند، نسخه‌های نوار ویدئویی موجود هستند و یا دانش پذیران می‌توانند برنامه را با دستگاه‌های ضبط خودشان ضبط کنند. یکی از مزایای این روش، کیفیت نسبتاً بالای پخش ویدیویی است. ایستگاه‌های تلویزیونی دولتی تولیدات بسیار خوبی از رویدادهای مهم تاریخی، سیاسی و اجتماعی ارائه می‌دهند. مؤسسات آموزشی از این برنامه‌ها به‌عنوان مبنای اصلی در دبیرستان و دوره‌های دانشگاهی مرتبط با موضوعات برنامه‌های تلویزیونی استفاده می‌کنند.

❖ آموزش‌های اینتراکتیو اینترنتی [۲۶]:

اخیراً، به‌ویژه در ایالات‌متحده، آموزش از راه دور به‌طور گسترده با استفاده از اینترنت با استفاده از چندین تکنولوژی مختلف انجام می‌شود. تکنولوژی رایج آموزش‌های اینتراکتیو اینترنتی نامیده می‌شود. این رویکرد معمولاً در آموزش شرکت‌ها و نیز دانشگاه‌ها به کار می‌رود و از خطوط اینترنتی برای ارسال و دریافت داده‌های صوتی و تصویری استفاده می‌کند. در این روش می‌توان از فایل‌های ویدیویی تا ویدیو کنفرانس و نیز وبینار به‌منظور آموزش افراد استفاده نمود. مزیت این روش در دنیای امروزه، سرعت‌بالای انتقال و نیز دسترسی همگانی با توجه به ارزان بودن تجهیزات موردنیاز است. همچنین ذخیره شدن داده‌های آموزشی بر بستر وب، می‌تواند باعث مرور چندباره موارد آموزشی توسط دانش پذیران گردد.

یکی از مزایای عمده آموزش‌های اینتراکتیو اینترنتی قابلیت حمل آن‌ها است. بسیاری از سیستم‌ها در دستگاه‌های قابل‌حمل کامپیوتری قابل‌نصب بوده که تقریباً در هر کلاس یا محل آموزشی که در آن‌یک ارتباط اینترنتی وجود دارد قابل‌استفاده است. اخیراً، سیستم‌های کامپیوتری با ظرفیت ذخیره‌سازی بالاتر در دسترس عوام بوده که منجر به همگانی‌تر شدن این روش می‌شود. سیستم‌های موردنیاز جهت وبینار و تله‌کنفرانس شامل یک دوربین، میکروفن و لوازم الکترونیکی لازم برای فشرده‌سازی و باز کردن فایلهای ارسالی

می‌شود. سیستم‌های ذکرشده با هزینه کم‌تر از ۲۵٪ سیستم‌های ویدیویی سنتی، دارای کیفیت مشابه و اخیراً بهتر هستند. سرعت‌های بالاتر اتصال اینترنتی و نیز پردازنده‌های گرافیکی و محاسباتی قوی‌تری که اخیراً در کامپیوترها و لپ‌تاپ‌های شخصی مورداستفاده قرار می‌گیرند باعث پیشرفت بیشتر این روش نسبت به روش‌های دیگر شده است. در دهه اول قرن بیست و یکم نفوذ این سیستم آموزشی نرخ بالاتری را نسبت به سایر سیستم‌ها داشته است.

❖ موبایل و اپلیکیشن [۲۷]:

در طول دهه گذشته، تعداد خطوط تلفن همراه در جهان به میزان قابل‌توجهی افزایش‌یافته است. در حقیقت، با توجه به آخرین گزارش واحد مخابرات بین‌المللی بیش از ۷،۰۰۰ میلیون کاربر در جهان دارای یک خط تلفن همراه تا پایان سال ۲۰۱۵ وجود دارند. در اروپا، تخمین زده می‌شود که نفوذ تلفن همراه حدود ۱۲۵٪ و نرخ نفوذ اینترنت تا پایان سال ۲۰۱۴ به ۷۵ درصد می‌رسد. این آمار نشان‌دهنده اهمیت این فن‌آوری‌های جدید در جامعه است. نرخ نفوذ بالای این دسته از تکنولوژی، بخش‌های مختلف را به‌عنوان آموزش و ارتباطات تحت تأثیر قرارداده است. روش تعامل افراد و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر و ترکیب ابزارهای موبایل و تکنولوژی‌های موبایل به‌عنوان بخشی از آن‌ها، روزبه‌روز بیشتر تکامل پیدا می‌کند. به همین دلیل، تحقیقات درباره استفاده از فن‌آوری موبایل در آموزش و یادگیری موردتوجه قرارگرفته است. در مقالات بسیاری اهمیت این تکنولوژی را در فرآیند یادگیری گزارش داده و ادعا می‌کنند که بسیاری از دانشگاه‌ها در حال اجرای یادگیری از طریق موبایل برای ارائه سیستم آموزشی انعطاف‌پذیری و یا حتی آماده‌سازی دانش آموزان و معلمان برای توسعه در حوزه دیجیتال هستند. سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) دولت‌ها را برای کسب اطمینان از دسترسی برابر به ارتباطات موبایل توصیه کرده‌اند تا به دانش آموزان اجازه دسترسی به طیف وسیعی از امکانات را بدهد. این سازمان تائید کرده است که یادگیری توسط موبایل دارای پتانسیل خوبی در کیفیت یادگیری و افزایش نتایج دانش‌آموز است.

به دلیل کوچک و قابل‌حمل بودن دستگاه‌های موبایل، قابلیت نفوذ این دستگاه‌ها از سیستم‌های کامپیوتر رومیزی و لپ‌تاپ‌ها بیشتر بوده و با توجه به سیستم‌های پیشرفته دریافت اینترنتی که در موبایل‌ها وجود دارد قابلیت استفاده از امکانات بر بستر وب توسط این دستگاه ها فراهم شده است. همچنین، اپلیکیشن های ساخته‌شده برای این دستگاه‌ها می‌تواند قابلیت استفاده آفلاین از امکانات آموزشی را علاوه بر امکانات آنلاین ایجاد نماید. این اپلیکیشن ها با هزینه بسیار پایین و در موارد بسیاری به‌صورت رایگان در دسترس افراد بوده و می‌تواند آموزش مطالب را با سرعت و کیفیت بالاتری ارائه نماید.

❖ آموزش‌های آفلاین مانند CD های تبلیغاتی و آموزشی [۲۸]:

در این روش با استفاده از قابلیت ذخیره‌سازی سی‌دی‌ها، می‌توان فیلم‌ها و نیز نرم‌افزارهای مرتبط با مبحث آموزشی مدنظر را ایجاد نمود و به‌صورت رایگان و یا دریافت مبلغ پایینی در اختیار افراد در سطح جامعه قرارداد. مزیت این روش، قابلیت حمل آسان و استفاده بر روی سیستم‌های کامپیوتری مختلف و یا استفاده در دستگاه‌های پخش صوتی و تصویری در منازل، ادارات و خودروها است. به‌تازگی دستگاه‌های ذخیره‌ساز کوچک به‌صورت فلش و هارد اکسترنال باقابلیت ذخیره‌سازی به‌مراتب بالاتری از سی دی و دی‌وی‌دی در دسترس همگان قرارگرفته است که می‌تواند حجم عظیمی از داده‌ها را در خود ذخیره نماید.

۳-۲-معیارهای تصمیم

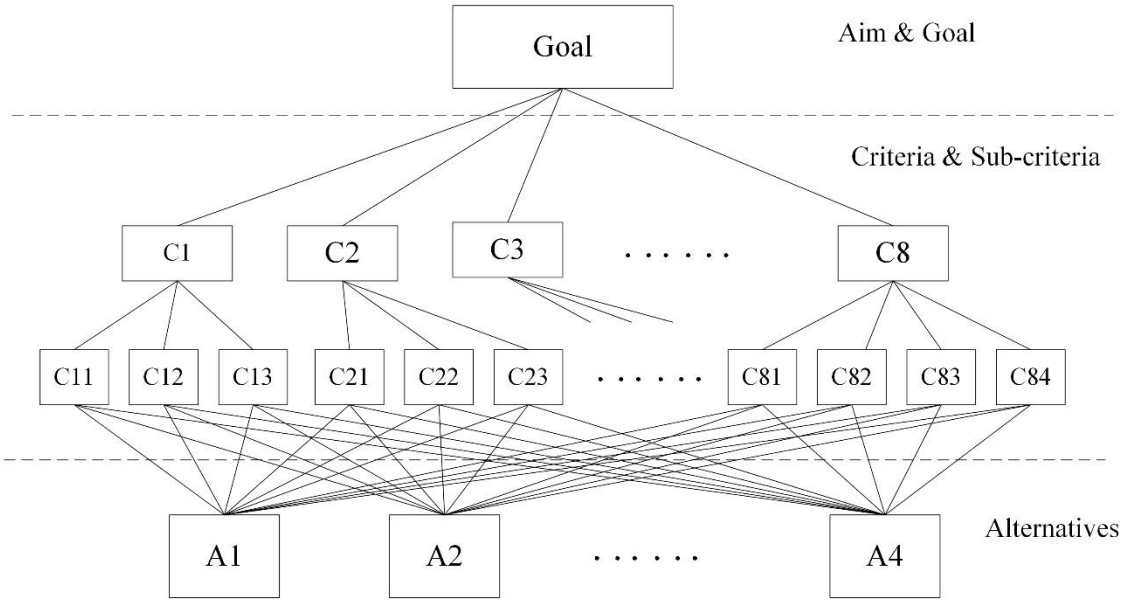
در گام بعد نیاز به مشخص کردن معیارهای مقایسه است. این معیارها باید به‌صورت مشترک و اثرگذار بر کلیه گزینه‌ها باشد. با توجه به نتایج و نظرات پرسشنامه‌ها معیارهای زیر جهت مقایسات زوجی انتخاب می‌شوند. در ادامه (جدول ۲) معیارها و زیر معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس مدل مفهومی خان مشخص‌شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید در قسمت معیارها ۸ شاخص اصلی در مدل مفهومی خان ارائه‌شده است و سپس برای هر معیار، زیرمعیارهایی بر اساس هدف تصمیم‌گیری و ویژگی‌های سناریوهای تصمیم‌گیری مشخص شده که مجموعاً ۲۵ شاخص را شامل می‌شود. این معیارها و زیرمعیارها بر تمامی گزینه‌های تصمیم اثرگذار هستند و سعی شده تا تمامی عوامل اصلی و مهم که بر روی مدل تصمیم‌گیری اثر می‌گذارند در جدول ۲ به صورت جامع و کامل گردآوری و ارائه‌شود.

و نیز سعی شده تا معیارهای پیشنهادی جنبه‌های مختلف موضوع در هر دو سوی آموزش یعنی مردم و شهرداری را در برگیرد و شرایط محلی و منطقه‌ای و همچنین فرهنگی مردم و زیرساختی و سازمانی شهرداری را نیز در نظر بگیرد.

جدول ۲- معیارها و زیر معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس مدل مفهومی خان

معیار	زیر معیار	شماره معیار	
فن‌آوری	سازگاری با زیرساخت‌های شهرداری	C11	1
	سهولت بارگذاری ارائه محتوای جدید	C12	2
	سازگاری با تکنولوژی و زیرساخت ارتباطی شهروندان	C13	3
طراحی	ضریب نفوذ در جامعه	C21	4
	انعطاف‌پذیری در طراحی و به‌روزرسانی	C22	5
	تنوع انواع رده‌های سنی مخاطبین	C23	6
سازمانی	امکان به اشتراک‌گذاری تجارب مخاطبین	C31	7
	نیاز به نیروی متخصص	C32	8
	هماهنگی واحدهای خدمات شهری با آموزش‌های داده‌شده	C33	9
اخلاقی	برنامه‌ریزی و مدیریت محتوای آموزشی	C41	10
	نظارت و بررسی کارشناسی محتوا	C42	11
مدیریتی	مدیریت کاربران و مخاطبین	C51	12
	مدیریت پیمانکاران خدمات شهر	C52	13
	امکان پیاده‌سازی سیستم‌های تشویقی و حمایتی مخاطبین برگزیده	C53	14
	مدیریت تیم مجری طرح	C54	15
پشتیبانی منابع	هزینه توسعه آتی طرح	C61	16
	هزینه راهبری طرح	C62	17
	هزینه استفاده کاربران	C63	18
	هزینه راه‌اندازی طرح	C64	19
ارزشیابی	امکان آمارگیری	C71	20
	امکان مستندسازی و گزارش‌گیری	C72	21
عوامل آموزشی	امکان آموزش اینتر اکتیو	C81	22
	تنظیم زمان و تواتر دوره‌های آموزشی	C82	23
	تأمین محتوای تخصصی	C83	24
	انعطاف در دسترسی زمانی مخاطبین به آموزش‌ها	C84	25

در ادامه ساختار سلسله مراتبی جهت مقایسات زوجی گزینه‌ها برحسب ۸ معیارهای و ۲۵ زیر معیار در شکل ۷ نشان داده‌شده است.



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی مدل انتخاب مناسب‌ترین آموزش D-LEARNING

۳-۳-ماتریس مقایسات زوجی

پرسشنامه‌های مقایسات زوجی که توسط خبرگان تکمیل شد و توسط تکنیک AHP به‌صورت ماتریس‌های وزن‌دار تبدیل شد. در این ماتریس‌ها ضریب ناسازگاری تصمیم‌ها محاسبه شد که همگی زیر مقادیر ۰,۱ بود. برخی از پرسشنامه‌ها که ضرایب ناسازگاری بالای ۰,۱ داشتند از محاسبات حذف شدند. همان‌طور که در مفاهیم روش تحلیل سلسله مراتبی ذکرشده است ضرایب ناسازگاری بالای ۰,۱ نشان‌دهنده خطای غیرقابل‌قبول در تصمیم‌گیری‌ها و امتیازات داده‌شده در پرسشنامه‌های مقایسات زوجی است که ترجیحاً به‌منظور افزایش دقت نتایج بایستی از محاسبات حذف شوند [۲۹]. در ادامه نمونه‌ای از ماتریس‌های مقایسات زوجی ارائه‌شده است. ازآنجاکه تعداد ماتریس‌ها زیاد است به نمونه‌ای از آنها اکتفا شده است. این ماتریس‌ها برای ۲۵ معیار پیشنهادی و برای مقایسه دوبه‌دو گزینه‌ها نسبت به یکدیگر و همچنین مقایسه ۲۵ معیار نسبت به یکدیگر استفاده شدند. البته ازآنجاکه در این مطالعه تعداد معیارها زیاد است به دلیل تأثیرپذیری غیر متعادل نمی‌توان به معیارها، وزن متفاوت داد [۱۸]. امتیاز دادن به ماتریس مقایسه معیارها با یکدیگر باعث می‌شود که معیارهایی که وزن بیشتری دارند تأثیرپذیری بسیار بیشتری از معیارهایی با وزن کمتر در مدل تصمیم‌گیری داشته باشند تا حدی که تأثیرگذاری معیارهایی با وزن کمتر بسیار ناچیز و قابل‌چشم‌پوشی است که این موضوع ازنظر مفهومی نادرست است. ازاین‌رو، در این مطالعه وزنی یکسان برای معیارها نسبت به یکدیگر در نظر گرفته‌شده است، به‌عبارت‌دیگر امتیازات داده‌شده در ماتریس‌های مقایسات زوجی معیارها نسبت به یکدیگر به‌صورت مساوی پخش‌شده است.

جدول ۳- نمونه ماتریس مقایسات زوجی به‌دست‌آمده از نرم‌افزار Expert Choice 11

Compare the relative preference with respect to: Criteria 1 \ C11 (Incon: 0.09)				
	TV & Radio Ads	Interactive Website	Mobile app	Offline CD education
TV & Radio Ads	1	5	7	7
Interactive Website	0.2	1	3	5
Mobile app	0.143	0.333	1	3
Offline CD education	0.143	0.2	0.333	1

جدول ۴ - خلاصه نتایج میزان اثرگذاری هر معیار بر گزینه‌ها در مرحله قبل فازی شدن

	وب‌سایت تعاملی	اپلیکیشن موبایل	آموزش CD (آفلاین)	تبلیغات رادیو و تلویزیون	مجموع
Criteria 1 (L:.125)	0.037	0.026	0.011	0.051	0.125
Criteria 2 (L:.125)	0.028	0.051	0.01	0.035	0.124
Criteria 3 (L:.125)	0.044	0.037	0.014	0.029	0.124
Criteria 4 (L:.125)	0.047	0.047	0.018	0.012	0.124
Criteria 5 (L:.125)	0.041	0.061	0.016	0.008	0.126
Criteria 6 (L:.125)	0.047	0.035	0.02	0.024	0.126
Criteria 7 (L:.125)	0.033	0.072	0.011	0.008	0.124
Criteria 8 (L:.125)	0.031	0.05	0.029	0.015	0.125
مجموع	0.308	0.379	0.129	0.182	0.998

۳-۴-محاسبات فازی و وزن نهایی گزینه‌ها

پس‌ازآنکه ماتریس‌های مقایسات زوجی مانند جدول ۴ به دست آمدند و ضرایب ناسازگاری آن‌ها کنترل شد، اعداد این ماتریس‌ها بر اساس فضای فازی پیشنهادی، از فضای crisp به فضای فازی مثلثی انتقال داده شدند. سپس در هر یک از ماتریس‌ها، مجموع اعداد فازی هر ستون با استفاده از رابطه‌ی ۱۶ محاسبه می‌گردد. در ادامه، نسبت هر یک از اعداد فازی با مقدار مجموع اعداد فازی ستون مربوطه، با استفاده از روش رتبه‌بندی اعداد فازی پیشنهادشده به دست آورده می‌شود. سپس برای محاسبهٔ وزن هر گزینه نسبت به یک معیار، میانگین حسابی نسبت‌های به‌دست‌آمده برای آن گزینه محاسبه می‌گردد. جدول ۵، وزن گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۵- وزن گزینه‌ها نسبت به هر معیار

آموزش CD (آفلاین)	اپلیکیشن موبایل	وب‌سایت تعاملی	تبلیغات رادیو و تلویزیون	گزینه‌ها
0.180	0.202	0.247	0.371	C11
0.242	0.278	0.278	0.201	C12
0.201	0.241	0.272	0.285	C13
0.184	0.268	0.222	0.326	C21
0.225	0.298	0.277	0.200	C22
0.217	0.287	0.248	0.248	C23
0.202	0.317	0.294	0.187	C31
0.243	0.217	0.254	0.287	C32
0.239	0.262	0.262	0.239	C33
0.242	0.278	0.278	0.202	C41
0.239	0.262	0.262	0.239	C42
0.222	0.326	0.268	0.184	C51
0.222	0.326	0.268	0.184	C52
0.206	0.313	0.313	0.168	C53
0.242	0.278	0.278	0.202	C54
0.206	0.313	0.313	0.168	C61
0.242	0.278	0.278	0.202	C62
0.268	0.184	0.222	0.326	C63
0.222	0.268	0.326	0.184	C64
0.208	0.328	0.251	0.214	C71
0.185	0.346	0.286	0.185	C72
0.220	0.308	0.253	0.220	C81
0.242	0.278	0.278	0.202	C82
0.308	0.220	0.220	0.253	C83
0.222	0.326	0.268	0.184	C84

درنهایت، برای محاسبه‌ی وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها، وزن آن گزینه نسبت به هر یک از معیارها در وزن معیار مربوطه ضرب شده و سپس آن‌ها با یکدیگر جمع می‌گردند. جدول ۶ وزن‌های نهایی هر یک از گزینه‌ها را نشان می‌دهد. طبق نتایج این مدل استفاده از آموزش از دور در قالب اپلیکیشن های موبایل به‌عنوان مناسب‌ترین و بهترین گزینه آموزش‌های شهروندی شهرداری از دیدگاه شهروندان انتخاب‌شده است. در جایگاه بعد آموزش‌های اینتراکتیو اینترنتی و بر پایه وب به‌عنوان راهکار دوم و تبلیغات رادیو و تلویزیونی در جایگاه سوم قرار گرفتند. همچنین در آن‌ها، آموزش‌های آفلاین در قالب سی‌دی‌های آموزشی پیشنهاد شدند.

استفاده از تئوری فازی در این مطالعه موجب شد تا امتیازات مقایسات زوجی از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به مدل‌های کریسپ[۸] برخوردار شود که این موضوع باعث افزایش دقت مدل و نتایج خواهد شد. همچنین، انتخاب معیارها و زیر معیارها بر اساس دسته‌بندی پیشنهادی مدل خوان توانست مفاهیم جامع سیستم‌های موفق آموزشی را در این مدل بگنجاند و زیربنای آموزش استاندارد را در مدل تدوین کند.

جدول ۶- وزن نهایی گزینه‌ها

گزینه‌ها	وزن نهایی	اولویت
تبلیغات رادیو و تلویزیون	0.227	3
وب‌سایت تعاملی	0.268	2
اپلیکیشن موبایل	0.281	1
آموزش CD (آفلاین)	0.223	4
وزن نهایی	0.999	

طبق نتایج می‌توان نفوذ زیاد تکنولوژی را در نظرات شهروندان مشاهده کرد. راحتی، سهولت، در دسترس بودن، ارزانی و وجود زیرساخت‌های مناسب در کشور از مهم‌ترین دلایل گرایش شهروندان به آموزش‌های اپلیکیشن است. طبق مصاحبه‌های انجام‌شده، استقبال بیشتر رده‌های سنی، امکان مدیریت زمان در آموزش‌ها و همچنین امکان تعامل دوطرفه از دیگر نقاط قوت این روش آموزشی است. بسیار از شهروندان به این نکته اشاره کردند که ازآنجاکه موبایل همیشه و در بیشتر زمان‌ها در دسترس آن‌هاست علاقه بیشتری به استفاده از این سیستم آموزشی دارند. وجود ابزارهایی مانند دوربین، میکروفن، GPS و ... در تلفن‌های هوشمند نیز دلیل دیگری برای سهولت مشارکت مردم در طرح‌های تعاملی شهرداری تهران به‌منظور ایجاد ارتباط بین پیمانکاران بازیافت و مدیریت پسماند است. برای مثال، شهروندان می‌توانند مستندات پسماندهای تفکیک‌شده و زمان درخواست و مکان تحویل پسماندهای خود را با پیمانکاران جمع‌آوری پسماند تفکیک‌شده به اشتراک گذاشته و پیمانکار مربوطه ناوگان خود را بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده برنامه‌ریزی و هماهنگ کند. بدین منظور در وقت و هزینه و منابع انسانی صرفه‌جویی زیادی نتیجه خواهد شد.

توسعه این سیستم می‌تواند به‌عنوان استارت آپ نیز دیده شود. هم‌اکنون، صنعت بازیافت و تفکیک از مبدأ پسماندهای خانگی یکی از فعال‌ترین حوزه‌های صنعت غیررسمی در کشور ایران است. شهرداری تهران ا کنون نتوانسته است با شهروندان به‌منظور ساماندهی و بهبود سیستم غیررسمی بازیافت پسماند تعامل داشته باشد. عمده‌ترین دلایل این عدم تعامل، آموزش ناکافی شهروندان و عدم اطمینان مردم از ثمربخشی و تداوم خدمات شهرداری در این حوزه است. به نظر می‌رسد که توسعه زیرساخت اپلیکیشن در این حوزه هم نیاز آموزشی را برطرف کرده و هم در کنار آموزش ایجاد ارتباطی تعاملی با شهروندان را می‌توان شکل داد و گام‌به‌گام مشارکت مردم را در مدیریت پسماند افزایش داد.

پیمانکاران بازیافت اکنون به‌صورت تجربی سعی در تفکیک از مخزن نموده و تقریباً می‌توان گفت که مراجعه به درب منزل و جمع‌آوری پسماند تفکیک شده از مبدأ را ندارند. چندین طرح پایلوت در تهران برای ایجاد ارتباط پیمانکاران با شهروندان انجام‌شده که موفق نبودند. تفکیک از مخزن ایرادات بسیاری در چرخه مدیریت پسماند دارد که می‌توان به آلوده شدن پسماندهای قابل بازیافت، کاهش توان بازیافت در سوله‌های بازیافت، پخش شدن آلودگی‌های محیط زیستی در اطراف مخازن به دلیل عدم رعایت اصول بهداشتی

[۸] Crisp

کارگران، ایجاد مناظر بسیار نامطلوب شهری و کاهش عمر مفید مخازن اشاره کرد. ازاین‌رو، هوشمند سازی شهروندان و پیمانکاران می‌تواند نقش زیادی در بهبود وضعیت مدیریت پسماند شهر تهران گذاشته و باعث صرفه‌جویی‌های مالی شده و از انتشار آلودگی‌های محیط زیستی جلوگیری کرد.

۴-نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه تصمیم‌گیری چند معیاره در فضای فازی و بر اساس چیدمان مدل مفهومی خان اقدامی برای مشخص کردن بهترین راهکار آموزش از دور به‌منظور جذب بیشینه همکاری مردمی است. طبق نتایج به‌دست‌آمده شهروندان به‌منظور مشارکت در آموزش توأم با ایجاد ارتباط سازنده با واحد خدمات شهری شهرداری به سمت ارتباطات نوین مانند اپلیکیشن های موبایلی تمایل نشان دادند که بسیاری از آن‌ها امکان مدیریت زمان و هیجان استفاده از آموزش‌های مشارکتی را از انگیزه‌های تداوم همکاری خود در این طرح اعلام کردند.

امتیازات مقایسات زوجی به‌دست‌آمده نشان‌دهنده گرایش شهروندان به مشارکت مداوم با شهرداری در صورت تطبیق خدمات شهرداری با سبک ارتباطی و تعاملی آنلاین و از راه دور است. استفاده از سیستم‌های اپلیکیشن موبایل ازنظر زیرساخت و منابع مالی نیز از قابلیت بالایی نسبت به سایر گزینه‌های پیشنهادی برخوردار است. همچنین، سرعت اطلاع‌رسانی، برنامه‌ریزی و انعطاف‌پذیری بالای این سیستم برای سهولت کار پیمانکاران بازیافتی و تفکیک از مبدأ فرصتی است که تاکنون در شهر تهران در اختیار آن‌ها قرار نگرفته و استفاده از این امکانات می‌تواند هوشمند سازی سیستم ناوبری و جمع‌آوری پسماند بازیافتی را سرعت بخشیده و راندمان آن را بسیار افزایش دهند.

توسعه سیستم‌های آموزش از دور و تعامل بین شهرداری و مردم، زیرساخت بسیار مهمی برای سوق به شهر هوشمند خواهد بود که جای خالی آن در کلان‌شهر تهران بسیار به چشم می‌خورد. مطمئناً شهرداری تهران با نزدیک‌تر شدن به مردم می‌تواند نفوذ خود را چه از جنبه آموزشی و چه از دیدگاه جذب همکاری شهروندان به‌منظور رشد توسعه پایدار و حل بحران‌های شهری مانند مدیریت پسماند خانگی روزبه‌روز بیشتر کند.

۵-منابع

۱. صمیمی، س. م. ابجدیان، نگاهی بر نقش و اهمیت آموزش های شهروندی در مدیریت بهینه پسماند شهری، پنجمین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی عمران، معماری، هنر و طراحی شهری. ۱۴۰۲.

2. Jamial ahmadi, N., M. Hashemi, and M. Jalili Ghazizade, Assessment of the current municipal solid waste management system in Tehran, Iran: challenges and opportunities for sustainable development. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2022. 24(5): p. 2054-2067.
3. Ansari, M., H.R. Youshanlouei, and M.M. Mood, A Conceptual model for success in implementing knowledge management: A case study in Tehran municipality. 2012.
4. Vahidi, H., et al., Analyzing material flow in Alborz industrial estate, Ghazvin, Iran. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2017: p.1-11.
5. Aslani, H. and H.J.J.o.A.i.E.H.R. Taghipour, Seasonal characterization and quantification of municipal solid waste: Energy content and statistical analysis. 2018. 6(1): p. 34-43.
6. Khetriwal, D.S., P. Kraeuchi, and R. Widmer, Producer responsibility for e-waste management: key issues for consideration–learning from the Swiss experience. Journal of environmental management, 2009. 90(1): p. 153-165.
7. Noori, R., et al., Solid waste generation predicting by hybrid of artificial neural network and wavelet transform. Journal of Environmental Studies, 2009. 35(49): p. 25-30.

8. Baratian, M., et al., Assessment of Electronic Education Student's Perception of Effective Distance Education Components to Explain Satisfaction of Electronic Education .Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences, 2018(In Press).
9. ABEDI, S., et al., The Structural Model of Relationships of the Epistemological Beliefs and Self-Regulatory Learning Strategies: The Mediating Role of Educational Self-efficacy and Achievement Goals. 2017.
10. Azizi, S.M., et al., Synthesis Research on the Effectiveness of E-Learning in Medical Sciences Education and Its Design and Implementation Requirements. Iranian Journal of Medical Education, 2017. 17: p. 270-287.
11. Wilson, G. and R.W. Pretorius, Utilising Work-Integrated Learning to enhance student participation and engagement in sustainability issues in open and distance learning. Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education: Volume 2, 2017: p. 245-257.
12. Bastola, P., et al. Proposing Conceptual Framework for Enhancing Integrating of E-learning and Distance Education in Nepal. in ICMHS 2017 1 st International Conference on Management and Human Science. 2017.
13. Almarashdeh, I ,.Sharing instructors experience of learning management system: A technology perspective of user satisfaction in distance learning course. Computers in Human Behavior, 2016. 63: p. 249-255.
14. Maboe, K.A., Use of online interactive tools in an open distance learning context: Health studies students' perspective. health sa gesondheid, 2017. 22: p. 221-227.
15. Andronic, R.-L., et al., Opinions about distance learning in Romania–a comparative research. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012. 69: p.2151-2155.
16. Zokaei, M. and S. Shakerian, Investigating the effect of traditional education and e-learning on community health workers in noor city regarding waste management based on kirk patrick model. Iranian Journal of Health Education and Health Promotion, 2022. 10(3): p. 275-284.
18. Vahidi, H., et al., Fuzzy Analytical Hierarchy Process Disposal Method Selection for an Industrial State; Case Study Charmshahr. Arabian Journal for Science & Engineering (Springer Science & Business Media BV), 2014. 39(2).
19. Goepel, K.D. Implementing the analytic hierarchy process as a standard method for multi-criteria decision making in corporate enterprises–a new AHP excel template with multiple inputs. in Proceedings of the international symposium on the analytic hierarchy process. 2013. Creative Decisions Foundation Kuala Lumpur.
20. Fattahi, R. and M. Khalilzadeh, Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment. Safety science, 2018. 102: p. 290-300.
21. Fattahi, R., et al., A novel FMEA model based on fuzzy multiple-criteria decision-making methods for risk assessment. Journal of Enterprise Information Management, 2020. 33(5): p. 881-904.

22. Khan, B.H., Managing e-learning: Design, delivery, implementation, and evaluation, 2005 : IGI Global.
23. abbasikasani, h., m. haji zeynalgabedini, and a. raisi, Pathology of University of Medical Sciences E-learning System based on Khan Model. The Journal of Medical Education and Development, 2018. 12(4): p. 227-239
24. Akhavan Limoodehi, F., et al., Life Cycle Assessment of Municipal Solid Waste Management in Tehran. Environmental Energy and Economic Research, 2017. 1(2): p. 207-218.
25. Chu, G. and W. Schramm, Learning from television: What the research says: 2004.
26. Gikas, J. and M.M. Grant, Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. The Internet and Higher Education, 2013. 19: p. 18-26.
27. Qureshi, M.I., et al., A systematic review of past decade of mobile learning: What we learned and where to go. Int. J. Interact. Mob. Technol., 2020. 14(6): p. 67-81.
28. Yu, T., et al., Conservative data sharing for multi-task offline reinforcement learning. Advances in Neural Information Processing Systems, 2021. 34: p. 11501-11516.
29. Erdogan, S.A., J. Šaparauskas, and Z. Turskis, Decision making in construction management: AHP and expert choice approach. Procedia engineering, 2017. 172: p. 270-276.