KNO-1103-4503

ارائه مدلی هوشمند برای افزایش انگیزش دانش‌آموز و معلم در دوران کرونا، براساس عوامل موثر بر کارایی روند آموزش با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

مجید جنگی زهی * فریبا ریگی **

* هنرآموز رشته نرم‌افزار و شبکه، هنرستان فنی شهید رمضانی، آموزش و پرورش خاش، خاش، ایران

m.jangizehi@eng.ui.ac.ir

** هنرآموز رشته تصویرسازی و جلوه های ویژه رایانه ای، هنرستان کاردانش سمیه، آموزش و پرورش خاش، خاش، ایران

rigi.fariba91@gmail.com

چکیده

بسیاری از محققین انگیزش را به عنوان عامل اصلی حرکت به سوی هدف معرفی کرده‌اند؛ این پژوهش مدلی را برای افزایش انگیزش معلم و دانش‌آموز در دوران شیوع بیماری کرونا معرفی کرده است. این بیماری باعث اختلال در فرآیند عادی آموزش در جهان شده است؛ به همین دلیل نیاز به توجه به راهکارهای جایگزین و تغییر در شرایط آموزشی احساس می‌گردد. عوامل متعددی بر کارایی فرآیند آموزش تاثیر دارند؛ به همین دلیل لازم است تا راهکارهای مختلفی برای افزایش انگیزش معلم و دانش‌آموز به مراکز آموزشی پیشنهاد داده شود. در این پژوهش با استفاده از روشی مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، مدلی برای افزایش انگیزش دانش‌آموز و معلم در دوران کرونا بر اساس عوامل موثر بر کارایی فرآیند آموزش پیشنهاد شده است. ابتدا با توجه به جدول مورگان تعداد ۵۰ نفر به عنوان نمونه از جامعه آماری خبرگان سازمان‌های آموزشی، معلمان و دانش‌آموزان برای پاسخ گویی به پرسش‌نامه‌های مسئله انتخاب شدند. سپس داده‌های به دست آمده از فرم های نظرسنجی به عنوان عوامل موثر بر کارایی فرآیند آموزش و راهکارهای افزایش انگیزش دانش‌آموز و معلم ، تحت عنوان فرم های مقایسات زوجی در اختیار نمونه آماری قرار گرفته و با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی و با کمک روش توسعه‌ای چانگ مورد تحلیل و رفع ابهام قرار گرفته است. خروجی مدل شامل مهم‌ترین عوامل افزایش کارایی در آموزش و راهکارهای افزایش انگیزش در مراکز آموزشی به انضمام اولویت آنها است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد مهم‌ترین عوامل موثر بر کارایی در آموزش، آشنایی معلم با هنرجوی خود و توجه به اصول معنوی و مهم‌ترین راهکارهای افزایش انگیزش در معلم و دانش‌آموز انعطاف در تدریس و تاکید بر اصل یادگیری محوری به جای نمره محوری می‌باشند. هم چنین خروجی مدل نشان می‌دهد به دلیل استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، ارتباطات داخلی عوامل کارایی آموزش به خوبی در نظر گرفته شده و به همین دلیل راهکارهای افزایش انگیزش با واقعیت جامعه تناسب قابل قبولی دارد.

واژگان کلیدی: مدل، انگیزش، دانش‌آموز، معلم، کرونا، کارایی، آموزش، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

۱. مقدمه

امروزه آموزش[۲۶] جزء جدایی ناپذیری از اصول فرهنگی جوامع شده است؛ این اهمیت باعث گردیده که دولت ها از یک سمت و سازمان‌های خصوصی از سمت دیگر سرمایه گذاری قابل توجه ای برای ارتقاء سطح آموزش در جامعه انجام دهند. در مراجع مختلف، آموزش به معنی تحریک و راهنمایی برای یادگیری، هنر کمک کردن به یادگیری در دیگران و ...، آورده شده است [۱]. با این همه طیف وسیعی از مشکلات می‌توانند باعث اختلال در فرآیند آموزش گردند. در بسیاری از موارد این مشکلات اجتناب ناپذیر هستند اما در عین حال کنترل، هدایت و مدیریت آنها باعث ادامه یافتن فرآیند آموزش می‌گردد. یکی از این راهکارها استفاده از فرآیند آموزش مجازی[۲۷] می‌باشد. آموزش مجازی، یادگیری با استفاده از تکنولوژی های الکترونیکی برای دسترسی به برنامه درسی در خارج از یک کلاس سنتی است [۲]. شیوع بیماری کرونا[۲۸] یکی از عوامل اختلال در روند آموزش در کشورهای مختلف شناخته شده است. طبق اعلام یونسکو بیش از ۹۰ درصد دانش‌آموزان دنیا تحت تاثیر قرارگرفته و آموزش‌های رسمی آنها تعطیل شده است [۳]. این شرایط به گونه ای است که از جنگ جهانی دوم به این سمت، نظیر چنین حادثه ای رخ نداده است. تاثیر این بیماری در کشورهای مختلف، متفاوت است؛ به عنوان مثال در ایران آمار بازماندگان از تحصیل در دوران شیوع کرونا بیش از ۲۰ درصد افزایش یافته است [۴]. این آمار در کشورهای توسعه نیافته و محروم به مراتب بیشتر است. بررسی‌ها نشان می‌دهد، استفاده از آموزش مجازی باعث کاهش تعداد بازماندگان از تحصیل شده است، هرچند که این نوع آموزش نیز معایب خاص خود را دارد [۵]. برخی کشورها آموزش های مجازی را از گذشته به صورت جدی دنبال و بسترهای آن را فراهم کرده‌اند و در نتیجه آمادگی بیشتری برای چنین شرایطی دارند؛ اما در برخی دیگر، آموزش‌های مجازی به صورت جدی دنبال نشده و به همین دلیل معایب این نوع آموزش در این کشورها بیشتر احساس می‌گردد [۶]. در هنگام اختلال در فرآیند آموزش، نکته اصلی شناسایی علل اختلال و ارائه راهکارهای جایگزین برای ادامه فرآیند آموزش است. دقت به این موضوع و اجرایی کردن آن باعث افزایش انگیزش[۲۹] دانش‌آموز و معلم به عنوان دو عنصر اساسی فرآیند آموزش می‌گردد [۷].

به همین دلیل مدیران آموزشی خود را ملزم به شناسایی علل اختلال در فرآیند آموزش، ارائه راهکارهای جایگزین برای کاهش ضریب تاثیرپذیری آموزش از اختلال پیش آمده و افزایش سطح انگیزش اعضای سازمان آموزشی می دانند. این شناسایی به عنوان یک مسئله تصمیم گیری[۳۰] با توجه به حجم عوامل موثر بر اختلال در آموزش، فرآیندی پیچیده است [۸]. در این مطالعه، روشی برای شناسایی عوامل موثر بر افزایش انگیزش دانش‌آموز و معلم در دوران کرونا توسط یک مدل رایانه ای[۳۱] معرفی شده است. ابتدا مهم‌ترین عوامل افزایش انگیزش دانش‌آموز و معلم با تاکید بر فضای کرونایی جامعه و آموزش مجازی با استفاده از فرم های نظرسنجی و مصاحبه با تعدادی از دانش‌آموزان و معلمان شناسایی شده و در نهایت اولویت هرکدام از معیارها و گزینه‌های تصمیم با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی[۳۲] به دست آمده و در نهایت، مهم‌ترین معیارها و گزینه‌های تصمیم پیش رو معرفی شده است. بیشتر افراد میزان تاثیر معیارهای اختلال و اولویت گزینه‌های تصمیم را با عبارات کلامی[۳۳] مانند، زیاد، کم و ...، بیان می‌کنند. عبارات کلامی در ذات خود به دلیل ارزش ها و معیارهای فردی دارای ابهام هستند [۹]؛ این موضوع باعث می‌شود که فرآیند رتبه بندی در چنین شرایطی مبهم و تصمیمات اتخاذ شده متناقض بوده و یا با شرایط، منطبق نباشند؛ به همین دلیل در این پژوهش برای رتبه بندی معیارها و تصمیم های پیش رو از روشی تلفیقی مبتنی بر تصمیم گیری چند معیاره فازی[۳۴] استفاده می‌گردد. این نوع تصمیم گیری به دلیل استفاده از مفاهیم تئوری فازی[۳۵] روشی کارآمد جهت اولویت بندی گزینه‌های پیش رو و رتبه بندی بدون ابهام براساس شرایط است [۱۰].

---

2 Education
2 Virtual Training
2 Coronavirus
2 Motivation
3 Decision Making
3 Computer Model
3 Fuzzy Network Analysis Process
3 Verbal Expressions
3 Fuzzy Multi-Criteria Decision Making
3 Fuzzy Theory

6
7
8
9
0
1
2
3
4
5

۱،۱. پیشینه پژوهش

ویروس کرونا به عنوان پدیده ای که به سرعت در حال رشد بوده و به شکل مهار ناپذیری جهش می یابد، باعث وقوع بحران‌های مختلفی در جامعه جهانی شده است. این بحران‌ها در ظاهر جنبه پزشکی داشته و سلامت جامعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد اما در واقع این ویروس به شکل مرموزی جنبه‌های متعددی از زندگی بشر را مورد حمله قرار داده و باعث وقوع تغییرات مختلفی در شیوه زندگی افراد شده است. پژوهش‌های متعددی در مورد این تغییرات پس از شیوع کرونا انجام شده است؛ از این میان می‌توان به بررسی تاثیر پدیده کرونا بر تغییرات سبک زندگی[۳۶] و الگوی مصرف فرهنگی[۳۷] [۴] و شناسایی مهم‌ترین پیامدهای اجتماعی شیوع ویروس کرونا در ایران [۳] اشاره کرد.

یکی از مهم‌ترین این پیامدهای فرهنگی و اجتماعی تغییر در سبک آموزش است. شیوع کرونا باعث ایجاد محدودیت‌های بسیاری در مراکز آموزشی شده است. در چنین شرایطی، تغییر شیوه آموزش از حضوری به مجازی در بیشتر کشورها مورد توجه قرار گرفته است. چنین تغییری نیاز به نگاهی نو و فراتر از نگاه فعلی به آموزش حضوری و سنتی دارد.

شیوع ویروس کرونا باعث انجام پژوهش‌های متعددی در ایران در مورد چیستی و چرایی آموزش مجازی و چگونگی انجام آن شده است. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به مرور انواع آموزش های مجازی و فواید آنها [۱۱]، بررسی نگرش معلمان مقطع ابتدایی شهر زاهدان دربارهٔ فرصت‌ها و چالش‌های ویروس کرونا برای آموزش مجازی در مدارس [۱۲] و عملکرد آموزش در فضای مجازی بر تعاملات یاددهی و یادگیری[۳۸] [۱۳] اشاره کرد. هم چنین از پژوهش‌های انجام شده در سایر کشورها می‌توان به بررسی وضعیت آموزش الکترونیکی در دوران همه گیری بیماری کرونا [۱۴]، تاثیر اپیدمی کوئید ۱۹ بر تقویت زیرساخت‌های آموزش الکترونیکی در دانشگاه‌های اتریش [۵]، شناسایی چالش‌های مهم و عوامل موثر بر استفاده از سیستم یادگیری الکترونیکی[۳۹] در طی بیماری کرونا [۲] و میزان اثربخشی اجرای آموزش الکترونیکی به عنوان یک استراتژی یادگیری از راه دور[۴۰] در طی بیماری کرونا [۱۵]، اشاره کرد. آموزش مجازی در دوران کرونا مانند هر پدیده نو ظهور دیگری باعث تغییر در نگرش معلمین و دانش‌آموزان شده است. در مطالعاتی، درک دانش‌آموزان یکی از مدارس متوسطه اول اندونزی در مورد آموزش الکترونیکی [۸] و دیدگاه معلمان ریاضی متوسطه در مورد موانع اجرای آموزش الکترونیکی در طی شیوع کرونا [۱۶]، بررسی شده است. این تغییرات باعث شده است که نیاز به بررسی نحوه آموزش و یادگیری کودکان با نیازهای ویژه،[۴۱] بیشتر از گذشته احساس شود. پژوهش‌گران متعددی نقش آموزش مجازی در ارتقاء کیفیت یادگیری در فراگیران دارای نیازهای ویژه در دوران شیوع کرونا و اثرات این نوع آموزش را بر کاهش اضطراب[۴۲] ناشی از درگیری با آن بیماری و افزایش انگیزه و پیشرفت تحصیلی تشریح نموده اند [۱۷]. امروزه ایجاد و ارتقاء سطح انگیزش در دانش‌آموزان و معلمین به عنوان عامل ایجاد حرکت و جهت دهنده به فعالیت‌های آنان بیش از پیش مورد توجه مسئولان و محققان سازمان‌های آموزشی قرار گرفته است. با وجود اهمیت این موضوع، پدیده‌هایی مانند شیوع بیماری های همه گیر باعث ایجاد مشکلات و چالش‌هایی در این امر می‌گردد. پژوهش‌های متعددی برای واکاوی این موضوع انجام شده است؛ از این میان می‌توان به بررسی نقش مولفه های آموزش و پرورش انسان گرایانه[۴۳] بر افزایش انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ابتدایی شهر تهران [۱]، تاثیر یادگیری دیجیتال[۴۴] بر سطح انگیزش دانش‌آموزان در دوره همه گیری بیماری کرونا [۱۸] و شناسایی میزان

3 life Style
3 Cultural Consumption Pattern
3 Teaching and Learning Interactions
3 E-learning System
4 Distance Learning Strategy
4 Learning Children with Special Needs
4 Anxiety
4 Humanistic Education
4 Digital Learning

6
7
8
9
0
1
2
3
4

همبستگی و ارتباط مابین استراتژی های یاد دهی یک معلم زیست شناسی با سطح انگیزش دانش‌آموزان در دوره همه گیری بیماری کرونا [۱۹] اشاره کرد.

در مجموع آموزش مجازی را می‌توان به شیوه‌های همزمان[۴۵]،غیر همزمان[۴۶] و ترکیبی[۴۷]اجرا کرد. توجه به چگونگی استفاده از این شیوه‌ها در زمان، مکان و شرایط مناسب باعث تداوم یادگیری بدون نیاز به حضور فیزیکی دانش‌آموزان، ورود فناوری‌های نوین به آموزش، آمادگی برای ارتقا آموزش نسل‌های آینده، اعطا فرصت تفکر مجدد به معلمان و بروز رسانی دانش آنها می‌گردد [۱۴]. مشخص است استفاده مناسب از آموزش مجازی در شرایط ویروس کرونا علاوه بر این مزایا سبب کمک به جامعه برای جلوگیری از سرایت ویروس می‌گردد. بدیهی است اگر آموزش مجازی در چهار چوب صحیح و به شکل دقیق اجرا نشود، تعاملات آموزشی یاددهی و یادگیری، کارایی[۴۸]لازم را نخواهد داشت و بهره‌وری[۴۹]آموزشی افت خواهد کرد [۲].

بررسی پژوهش‌های پیشین نشان دهنده اهمیت اولویت بندی معیارهای موثر بر کارایی آموزش مجازی در دوران شیوع ویروس کرونا می‌باشد. برای انجام این اولویت بندی روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از روش‌های مناسب، استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای[۵۰]است. بسیاری از پژوهش‌گران از روش تحلیل شبکه‌ای برای رتبه بندی اولویت های مسائل استفاده کرده‌اند؛ از این میان می‌توان به تحلیل پیامدهای همه گیری بیماری کرونا در عربستان سعودی [۷]، ارائه مدلی مبتنی بر معیارهای مردمان بومی اندونزی برای تعیین سطح خطر ویروس کرونا [۶]، کنترل کیفیت مبلمان شهری در چین [۲۰] و ارائه مدلی برای انتخاب فرآیند بهینه به هنگام اختلال در برنامه پروازی [۲۱]، اشاره کرد.

با وجود این که اساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای بر اساس مقایسات زوجی[۵۱] و قضاوت‌های ذهنی[۵۲]تصمیم گیرندگان است، قادر به در نظر گرفتن عدم قطعیت در متغیرهای زبانی و قضاوت‌های ذهنی افراد نیست؛ به همین دلیل، تصمیم‌گیری و رتبه بندی پارامترها در شرایط عدم اطمینان در بسیاری از موارد با پیچیدگی ها و دشواری هایی مواجه است؛ برای حل این مشکل می‌توان از تئوری فازی به دلیل توانایی تقابل با عدم اطمینان استفاده کرد [۹]. چنین روشی با نام فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی شناخته می‌شود. بسیاری از پژوهش‌گران برای رتبه بندی پارامترهای مسئله از این روش استفاده کرده‌اند. از این میان می‌توان به ارائه یک چارچوب تصمیم گیری ترکیبی مبتنی بر دیدگاه فازی برای بررسی عوامل خطر ایمنی کارکنان مراقبت‌های بهداشتی در طی شیوع ویروس کرونا [۲۲]، ارزیابی میزان انتشار خطر در زنجیره تأمین بهداشت و درمان [۲۳]، معرفی یک رویکرد تصمیم گیری چند معیاره یکپارچه برای ارزیابی و انتخاب وب سایت یادگیری الکترونیکی [۲۴]، مدل سازی انتخاب فرآیند مناسب در هنگام اختلال در برنامه پروازی شرکت‌های هواپیمایی [۲۵] و خبره سازی این نوع از تصمیم گیری [۲۶]، اشاره کرد.

۲,۱. مبانی فازی

ریاضیات[۵۳]یکی از علومی است که برای توسعه فناوری‌های مختلف در جهت پیشبرد اهداف و خواسته‌های بشر به کار گرفته شده است. اساس ریاضیات بر پایه ی دقت[۵۴]استوار است. با توجه به این که روش‌های مبتنی بر ریاضیات دقیق و صریح هستند، انسان سعی دارد که تا حد امکان مسائل خود را با روش‌های ریاضی حل نماید؛ با این همه در بسیاری از مسائل، عوامل و متغیرهای مسئله به صورت مبهم و غیر صریح بیان می‌شوند.

4 Synchronous
4 Asynchronous
4 Hybrid
4 Performance
4 Efficiency
5 ANP
5 Paired Comparisons
5 Mental Judgments
5 Mathematics
5 Accuracy
5
6
7
8
9
0
1
2
3
4

این ابهام مانع صراحت مدل پیشنهادی برای حل مسئله می‌گردد [۲۷]. اشکال عمده در حل چنین مسائلی را می‌توان، ضعف منطق کلاسیک صفر و یک یا بولی[۵۵]در درک متغیرهای زبان طبیعی به دلیل ابهام این زبان دانست. در سال ۱۹۶۵، پرفسور لطفی زاده،[۵۶] مجموعه‌های فازی را به جامعه علوم معرفی نمود. وی بیان داشت، ضعف در بیان و مدل‌سازی مسائل دنیای واقعی از وابسته بودن مدل‌های ریاضی به منطق دودویی بوده و به همین علت، تئوری فازی را برای برطرف کردن این نقیصه و شبیه‌سازی رفتار انسان و عمق بخشیدن به توانایی درک استنتاج‌های انسانی[۵۷]و توسعه علم، معرفی کرد [۲۸]. پرفسور لطفی زاده معتقد بود، با پیچیده‌تر شدن یک سیستم نیاز به توصیف دقیق آن اهمیت کمتری می‌یابد. منطق فازی به کمک عدم دقت از این تفکر به اندازه کافی خوب بهره برده و برخلاف منطق بولی باعث ایجاد یک فضای پیوسته می‌گردد [۲۹].

۳,۱. مبانی فرآیند تحلیل شبکه‌ای

توماس ساعتی[۵۸]در سال ۱۹۹۶، روشی را برای تصمیم گیری چند معیاره با عنوان فرآیند تحلیل شبکه‌ای معرفی کرد. این فرآیند یک قالب کلی را ایجاد می‌کند که در آن به وابستگی بین عناصر بالاتر به پایین و وابستگی عناصر بین خودشان تاکید می‌کند. این مدل برای حل مشکل عدم لحاظ نمودن ارتباطات بین عناصر و معیارها در مدل سلسله مراتبی به وجود آمده و اساس آن شکل دهی یک شبکه‌ای از ارتباطات، وابستگی‌ها و پیوندها، بین عناصر و خوشه‌ها است [۳۰].

چهار گام اصلی این فرآیند شامل، ساختن و سازماندهی مدل، ساخت ماتریس‌های مقایسه و بردارهای اولویت، تشکیل ابرماتریس یا ماتریس تصمیم و محاسبه بردار وزن نهایی می‌باشند [۲۱]. علیرغم مزایایی که روش تحلیل شبکه‌ای برای اولویت بندی معیارها و تصمیم های مسائل بر اساس مقایسات زوجی و قضاوت‌های ذهنی تصمیم گیرندگان دارد، قادر به در نظر گرفتن عدم قطعیت در متغیرهای زبانی و قضاوت‌های ذهنی آنها نیست. مجموعه‌های فازی به دلیل توانایی تقابل با عدم اطمینان یکی از مناسب‌ترین راهکارهای تصمیم‌گیری در چنین شرایطی است [۲۶].

۲. روش پژوهش

در پژوهش حاضر از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی که خود از تغییراتی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی[۵۹]به دست آمده، استفاده شده است. نظر به روش‌های جمع آوری داده‌های موجود، در این پژوهش برای شناسایی عوامل موثر بر کارایی فرآیند آموزش و افزایش سطح انگیزش از یک پرسش‌نامه باز (الف) و برای تعیین میزان وزن تاثیر این عوامل بر یک دیگر از مجموعه ای از پرسش‌نامه مقایسه زوجی (ب) استفاده شده است. در مورد هر پرسش‌نامه‌ای باید دو گزینه روایی و پایایی[۶۰]را سنجید. منظور از روایی پرسش‌نامه این است که آیا ابزار اندازه‌گیری مورد نظر می‌تواند ویژگی و خصوصیتی که ابزار برای آن طراحی شده است را اندازه‌گیری کند یا خیر [۳۱]؟ برای اطمینان از روایی پرسش‌نامه از دانش خبرگان سازمان‌های آموزشی، معلمین، دانش‌آموزان و مطالعه منابع معتبر پیشین، استفاده می‌گردد. هم چنین پایایی پرسش‌نامه معین می‌کند که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد در شرایط یکسان، نتایج یکسان تولید می‌کند [۳۲]. ماهیت این پژوهش و پرسش‌نامه مقایسات زوجی به شکلی است که استفاده از روش‌هایی مانند آلفای کرونباخ[۶۱]برای تعیین و اندازه‌گیری پایایی پرسش‌نامه ممکن نیست. در بیشتر پژوهش‌های این چنینی صحبتی از پایایی پرسش‌نامه نشده است. دلیل این امر این است که چنین پژوهشی به دلیل ماهیت و هم چنین استفاده از روش‌ها و نرم‌افزارهای از پیش تائید شده، در تکرارهای متعدد با داده‌های یکسان، نتایج یکسان تولید خواهد کرد. با این همه نظر به این که ماهیت پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی

---

5 Boolean Logic
5 Professor Lotfizadeh (Prof-Zade)
5 Human Inferences
5 Thomas Saati
5 Fuzzy Hierarchical Analysis Process
6 Reliability and Validity
6 Cronbach's Alpha Method

از قوانین ماتریس‌ها پیروی می‌کند، می‌توان استدلال کرد، در صورتی که میزان ضریب و یا نرخ ناسازگاری[۲] هریک از ماتریس‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ها از ۰,۱ کمتر باشد، پایایی پرسش‌نامه‌ها در حد قابل قبول قرار دارد [۳۳]. هنگامی که از اعداد قطعی در ارزیابی استفاده می‌شود، تکنیک‌های زیادی جهت به دست آوردن وزن گزینه‌ها از ماتریس مقایسات زوجی وجود دارد. اما هنگامی که از اعداد فازی در ارزیابی استفاده می‌شود، باید از روش‌های مبتنی بر منطق فازی استفاده نمود. در جدول (یک) به برخی از این روش‌ها اشاره شده است.

جدول ۱، انواع تکنیک‌های ارائه شده جهت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی [۲۶]

توضیحات	ارائه دهنده / ارائه - دهندگان
استفاده از اعداد مثلثی فازی و روش حداقل مجذورات لگاریتمی	Laarhoven & Pedrycz (1983)
تعیین ترجیحات فازی با توابع عضویت ذوزنقه‌ای	Buckley (1985)
استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در تعیین یا تخمین نسبت ترجیحات	Stam et al. (1996)
استفاده از اعداد فازی مثلثی برای مقایسات زوجی بی‌مقیاس و استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای[۳] برای مقادیر توسعه مصنوعی[۴] محاسبات زوجی	Da-Yong Chang (1996)
ارائه الگوریتم جدید برای ارزیابی سیستم موشک‌های جنگی ناوهای دریایی با تحلیل سلسله مراتبی و مبتنی بر مقدار تعلق تابع عضویت	Cheng (1997)
تحصیل وزن ها از روش AHP و انجام ارزیابی موزون فازی	Kahraman et al. (1998)
مطالعه و بحث در مورد روش تحلیل توسعه‌ای و کاربردهای FAHP	Zhu et al. (1999)
ارائه مدل ترکیبی به نام AHP-GP برای سیستم‌های کنترل کیفیت	Badri (2001)
ارائه روش اندازه‌گیری شبه-گشتالت از طریق ترکیب نمودن قوانین گروه‌بندی گشتالت و آنتروپی فازی	Hsiao & Chou (2006)

در پژوهش حاضر جهت تعیین وزن معیارها از روش تحلیل توسعه‌ای چانگ[۵] استفاده شده است. کلیات این روش به شرح زیر است:

اگر $X=\{x_1,x_2,...,x_n\}$ مجموعه شاخص‌ها و $U=\{u_1,u_2,...,u_m\}$ مجموعه اهداف باشند، بر اساس روش تحلیل توسعه‌ای چانگ، برای هر شاخص، تحلیل توسعه‌ای برای تمامی اهداف g_i، انجام می‌گیرد. بنابراین m مقدار برای تحلیل توسعه‌ای برای هر شاخص به دست می‌آید که به این صورت نشان داده می‌شوند؛ $M_{gi}^1,M_{gi}^2,...,M_{gi}^m$ که $i=1,2,...,n$ و همگی اعداد فازی مثلثی هستند. روش تحلیل توسعه‌ای چانگ را می‌توان در قالب چهار گام زیر تشریح نمود:

2 Incompatibility Rate
3 Extent Analysis Method
4 Synthetic Extent Values
5 Extended Analysis

- گام اول: محاسبه مقدار توسعه مصنوعی فازی (S_i) با توجه به i امین هدف برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی از طریق رابطه ی زیر:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1}$$

برای محاسبه $\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ ، عملیات جمع اعداد فازی برای m مقدار تحلیل توسعه‌ای برای ماتریس مربوطه طبق رابطه زیر انجام می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_i , \sum_{j=1}^{m} m_i , \sum_{j=1}^{m} u_i \right)$$

جهت محاسبه $\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1}$، عملیات جمع اعداد فازی برای $M_{gi}^{j} (j = 1, 2, ..., m)$ بر اساس رابطه زیر صورت می‌گیرد:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i , \sum_{i=1}^{n} m_i , \sum_{i=1}^{n} u_i \right)$$

سپس معکوس بردار حاصل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \right)$$

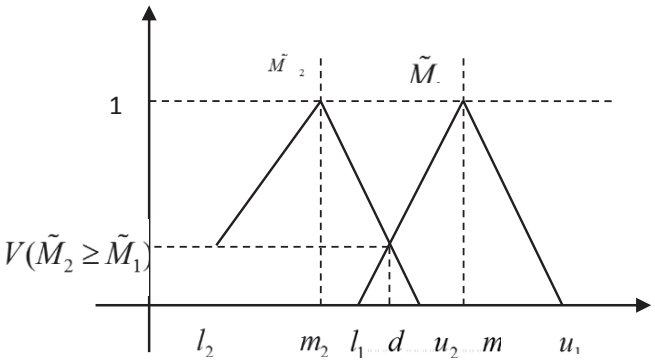
- گام دوم: پس از محاسبه S_iها بایستی درجه بزرگی یا درجه ی امکان آنها را نسبت به هم به دست آورد. اگر $\tilde{M}_1$ و $\tilde{M}_2$ دو عدد فازی مثلثی باشند به گونه‌ای که $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ، درجه بزرگی $\tilde{M}_2$ بر $\tilde{M}_1$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = Sup\left[\min(\mu_{M1}(x), \mu_{M2}(y)) \right]$$

که این رابطه را می‌توان به صورت رابطه زیر نوشت:

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = hgt(\tilde{M}_1 \cap \tilde{M}_2) = \mu_{M2}(d) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & otherwise \end{cases}$$

در این رابطه، مطابق (شکل یک)، d ارتفاع بلندترین نقطه تقاطع بین μ_{M_1} و μ_{M_2} می‌باشد.



تصویر ۱- نمایش نقطه d ارتفاع بلندترین نقطه تقاطع بین μ_{M_1} و μ_{M_2} [۳۴]

- گام سوم: میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی محدب نسبت به k عدد فازی مثلثی محدب دیگر از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_1, \tilde{M}_2, ..., \tilde{M}_k) = V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_1) \; and \; V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_2) \; and ... and \; V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_k)$$
$$= \min\left[V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_i)\right] \quad , i = 1, 2, ..., k$$

برای محاسبه وزن معیارها در ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌نماییم:

$$d'(A_i) = \min\left[V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_k)\right] \qquad k = 1, 2, ..., n \;\; , k \neq i$$

بنابراین بردار وزن معیارها به صورت رابطه زیر خواهد بود:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), ..., d'(A_n))^T$$

- گام چهارم: از طریق نرمال‌سازی، بردار وزن نرمال شده طبق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$W = (d(A_1), d(A_2), ..., d(A_n))^T$$

در این رابطه، بردار W شامل اعداد غیر فازی خواهد بود [۲۶] و [۳۴].

۳. تجزیه و تحلیل

در این بخش ابتدا معیارهای موثر بر کارایی فرآیند آموزش و افزایش سطح انگیزش به انضمام زیر معیارها، با کمک مطالعات کتاب‌خانه‌ای، نظرات خبرگان آموزش، معلمین و دانش‌آموزان و با استفاده از پرسش‌نامه (الف) به دست آمده است. سپس معیارهای به دست آمده از مرحله قبل با استفاده از پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی (ب) و با کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت مهم‌ترین معیارهای موثر بر کارایی فرآیند آموزش جهت افزایش سطح انگیزش پیشنهاد شده است.

۱،۳. طراحی مدل

با کمک اطلاعات به دست آمده از پرسش‌نامه شماره یک، مهم‌ترین معیارهای موثر بر کارایی فرآیند آموزش و افزایش سطح انگیزش در نرم‌افزار سوپردسیشن[۶۶] مدل سازی شده است (شکل دو).

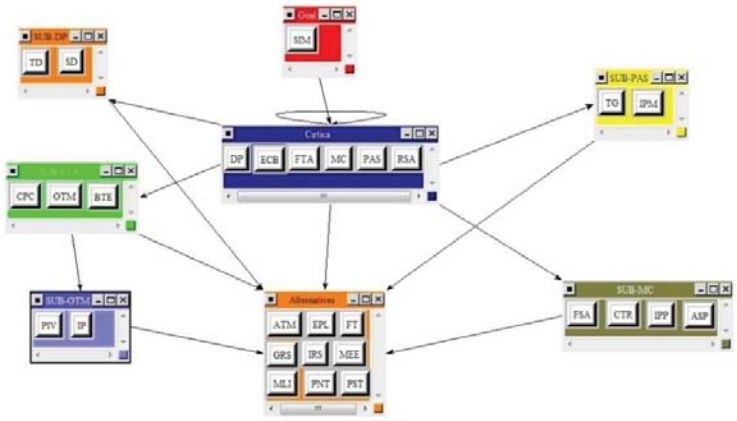
طبق اطلاعات به دست آمده از خبرگان آموزش و فرم نظرسنجی (الف)، این مسئله رتبه بندی به دلیل وجود ارتباطات داخلی شامل، تاثیر معیارهای:

- آشنایی معلم با هنر معلمی و آموزش، توجه به اصول معنوی و ارتباط متقابل معلم، دانش‌آموز و اولیاء بر معیار نظم و وقت شناسی

- توجه به اصول معنوی و سهم آموزش از بودجه کشور بر معیار آشنایی معلم با هنر معلمی و آموزش

- آشنایی معلم با هنر معلمی و آموزش، توجه به اصول معنوی و ضریب دسترسی دانش‌آموزان به امکانات مجازی بر معیار ارتباط متقابل معلم، دانش‌آموز و اولیاء،

از حالت سلسله مراتبی به شبکه‌ای تبدیل می‌شود.



تصویر ۲، مدل طراحی شده در نرم‌افزار سوپردسیشن [یافته‌های مطالعه]

معیارهای موثر بر کارایی فرآیند آموزش به انضمام توضیحات در جدول (دو) و راهکارهای افزایش سطح انگیزش به انضمام توضیحات در جدول (سه) آورده شده است.

6 Superdecision

6

جدول ۲، معیارهای موثر بر کارایی فرآیند آموزش [فرضیات مطالعه]

پارامترهای کارآمدی آموزش	عبارت اختصاری	پارامترهای کارآمدی آموزش	عبارت اختصاری
نظم و وقت شناسی	DP	توجه به اصول معنوی	PAS
نظم معلم در برگزاری کلاس	TD	توکل و اعتقاد به حضور خداوند در تمام جنبه‌های تدریس	TG
نظم دانش‌آموز برای حضور در کلاس	SD	بالا بردن روحیه صبر و شکیبایی	IPM
آشنایی معلم با هنر معلمی و آموزش	FTA	ضریب دسترسی دانش‌آموزان به امکانات آموزش مجازی	RSA
برنامه ریزی مدون بر اساس شرایط	CPC	ارتباط متقابل معلم، دانش‌آموز و اولیاء	MC
استفاده از روش‌های متنوع تدریس	OTM	دادن بازخورد به تکالیف دانش‌آموزان توسط معلم	FSA
استفاده از تصاویر و فیلم آموزشی کوتاه در تدریس	PIV	توجه معلم به شرایط زندگی و تفاوتهای فردی دانش‌آموزان	CTR
استفاده از اپلیکیشن‌های آموزشی	IP	مشارکت غیرمستقیم اولیاء در فرآیند آموزش	IPP
استفاده از تجربیات برتر تدریس	BTE	مشارکت فعال دانش‌آموز در کلاس درس	ASP
سهم آموزش از بودجه کشور	ECB		

جدول ۳، راهکارهای افزایش سطح انگیزش در معلم و دانش‌آموز [یافته‌های مطالعه]

راهکارهای افزایش سطح انگیزش	عبارت اختصاری	راهکارهای افزایش سطح انگیزش	عبارت اختصاری
انعطاف در تدریس	FT	تامین و آماده سازی امکانات مورد نیاز برای تدریس	PNT
تقدیر از دانش‌آموزان و معلمان فعال	PST	توجه به نیازهای مادی و معنوی معلم و دانش‌آموز	ATM
تعاملی نمودن فرآیند آموزش	MLI	زیبا و مناسب سازی محیط و فضای آموزشی	MEE
افزایش ضریب دسترسی دانش‌آموزان به امکانات آموزش مجازی	IRS	تاکید بر اصل یادگیری محوری به جای نمره محوری	EPL
محول کردن مسئولیت به دانش‌آموزان در محیط کلاس	GRS		

۲،۳. به کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی معرفی شده، با ترکیب نگرش فازی با فرآیند تحلیل شبکه‌ای شامل گام‌های زیر است:

گام اول: تعیین عوامل و ملاک‌هایی که در رتبه بندی نهایی موثر هستند.

گام دوم: تجزیه مسئله به شبکه‌ای که در سطح بالای آن افزایش انگیزش به عنوان هدف اصلی و در سطح زیرین آن معیارهای اصلی و در زیر هر معیار اصلی، زیرمعیارها قرار می‌گیرند.

گام سوم: طراحی پرسش‌نامه مقایسات زوجی بر اساس شبکه ساخته شده و تکمیل آن بر اساس مقیاس نه گانه ساعتی توسط خبرگان.

گام چهارم: تبدیل مقادیر به دست آمده از پرسش‌نامه‌ها به اعداد فازی مثلثی و اجرای مدل.

۱،۲،۳. تدوین پرسش‌نامه مقایسات زوجی بین معیارها

برای انجام این بخش از هریک از خبرگان خواسته شد که براساس مقیاس ساعتی (جدول چهار) و طبق جداول پرسش‌نامه‌های (ب)، هریک از موارد زیر را با متغیرهای کلامی بیان کنند:

- میزان تاثیر هر معیار بر هدف که باعث مشخص شدن وزن هریک از معیارها برای رسیدن به هدف می‌شود.
- میزان تاثیر هر زیرمعیار بر معیار مربوطه که باعث مشخص شدن وزن هریک از زیرمعیارها بر معیار مربوطه می‌شود.
- مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارها که باعث مشخص شدن تاثیر و درجه اهمیت هر معیار بر گزینه‌ها می‌شود.

جدول ۴، مقیاس ساعتی برای متغیرهای کلامی [۳۵]

ترجیح یکسان	بینابین	کمی مرجح	بینابین	بهتر	بینابین	خیلی بهتر	بینابین	کاملا بهتر
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
ترجیح یکسان	بینابین	کمی بدتر	بینابین	بدتر	بینابین	خیلی بدتر	بینابین	کاملا بدتر
۱	۰،۵	۰،۳۳۳	۰،۲۵	۰،۲	۰،۱۶۷	۰،۱۴۳	۰،۱۲۵	۰،۱۱۱

به عنوان مثال ماتریس نظر یکی از خبرگان در مورد میزان تاثیر هریک از معیارها بر هدف در جدول (پنج) آورده شده است.

جدول ۵، تاثیر هریک از معیارها بر هدف از نظر یکی از خبرگان [یافته‌های مطالعه]

G	DP	FTA	PAS	RSA	MC	ECB
DP	۱	۵	۵	۶	۶	۷
FTA	۰،۲	۱	۶	۷	۸	۶
PAS	۰،۲	۰،۱۶۷	۱	۶	۷	۸
RSA	۰،۱۶۷	۰،۱۴۳	۰،۱۶۷	۱	۷	۸
MC	۰،۱۶۷	۰،۱۲۵	۰،۱۴۳	۰،۱۴۳	۱	۶
ECB	۰،۱۴۳	۰،۱۶۷	۰،۱۲۵	۰،۱۲۵	۰،۱۶۷	۱

در این ماتریس به دلیل اینکه ارجحیت هر معیار نسبت به خودش یکسان است، درایه‌های روی قطر اصلی یک هستند و از طرفی با توجه به اینکه اگر ارجحیت معیار (الف) نسبت به معیار (ب) عددی مانند a باشد بدیهی است که ارجحیت معیار (ب) نسبت به معیار (الف) را می‌توان مقدار ۱/a در نظر گرفت؛ لذا برای تکمیل ماتریس مقایسات کافیست درایه‌های بالای قطر اصلی توسط خبرگان تکمیل گردد و پس از آن درایه‌های روی قطر اصلی عدد یک و درایه‌های زیر قطر اصلی معکوس درایه‌های بالای قطر اصلی در نظر گرفته شود.

۲،۲،۳. فازی سازی نظرات خبرگان

در این بخش اعداد به دست آمده از فرم های مقایسات زوجی با استفاده از اعداد فازی مثلثی، طبق جدول (شش) به فرم فازی تبدیل شده‌اند. هم چنین، هر اهمیتی، حالت عکسی هم دارد، جدول (هفت) نشان دهنده اعداد معکوس قطعی و معادل فازی آنها است.

جدول ۶، ترجیحات مقایسات زبانی [۲۹]

انواع ترجیحات (متغیرهای زبانی)	معادل عددی کریسپ	معادل عدد فازی مثلثی
کاملاً مرجّح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹	(۹،۹،۹)
خیلی مرجّح یا خیلی مهم‌تر یا خیلی مطلوب‌تر	۷	(۶،۷،۸)
مرجّح یا مهم‌تر یا مطلوب‌تر	۵	(۴،۵،۶)
ترجیح متوسط یا به طور متوسط مهم‌تر یا به طور متوسط مطلوب‌تر	۳	(۴،۳،۲)
ترجیح یکسان یا اهمیت یکسان یا مطلوبیت یکسان	۱	(۱،۱،۱)
ترجیحات بین فواصل فوق	۲ و ۴ و ۶ و ۸	(۳،۲،۱) (۵،۴،۳) (۷،۶،۵) (۹،۸،۷)

جدول ۷، حالت عکس ترجیحات مقایسات زبانی [۲۷]

عدد قطعی	معادل عدد فازی مثلثی	عدد قطعی	معادل عدد فازی مثلثی
۰,۵	(۱,۰۰۰،۰,۵۰۰،۰,۳۳۳)	۰,۱۶۷	(۰,۲۰۰،۰,۱۶۷،۰,۱۴۳)
۰,۳۳۳	(۰,۵۰۰،۰,۳۳۳،۰,۲۵۰)	۰,۱۴۳	(۰,۱۶۷،۰,۱۴۳،۰,۱۲۵)
۰,۲۵	(۰,۳۳۳،۰,۲۵۰،۰,۲۰۰)	۰,۱۲۵	(۰,۱۴۳،۰,۱۲۵،۰,۱۱۱)
۰,۲	(۰,۲۵۰،۰,۲۰۰،۰,۱۶۷)	۰,۱۱۱	(۰,۱۱۱،۰,۱۱۱،۰,۱۱۱)

بعد از کسب نظرات افراد با کمک پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی، اعداد فازی طبق جداول (شش و هفت)، جایگزین نظرات افراد که طبق طیف ساعتی تنظیم شده‌اند، می‌گردد. با این کار پرسش‌نامه مقایسات زوجی هر یک از خبرگان به فرم فازی تبدیل می‌گردد. به عنوان مثال ماتریس فازی نظر یکی از خبرگان در جدول (هشت) آورده شده است.

جدول ۸، مقایسات زوجی تاثیر معیارها بر هدف به روش فازی (نظر یکی از خبرگان) [یافته‌های مطالعه]

G	DP			FTA			PAS			RSA			MC			ECB		
DP	۱	۱	۱	۴	۵	۶	۴	۵	۶	۵	۶	۷	۵	۶	۷	۶	۷	۸
FTA	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۱	۱	۱	۵	۶	۷	۶	۷	۸	۷	۸	۹	۵	۶	۷
PAS	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۱	۱	۱	۵	۶	۷	۶	۷	۸	۷	۸	۹
RSA	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۱	۱	۱	۶	۷	۸	۷	۸	۹
MC	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۱	۱	۱	۵	۶	۷
ECB	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۱	۱	۱

۳,۲,۳. ترکیب نظرات خبرگان

در ادامه لازم است نظرات خبرگان با هم ترکیب و یکپارچه سازی گردد. در این پژوهش از روش میانگین هندسی[۶۷]برای ترکیب نظر خبرگان استفاده شده است. به عنوان مثال برای جدول مقایسات زوجی تاثیر معیارها بر هدف، ماتریس مقایسات زوجی نهایی فازی شده در جدول (نه) آورده شده است.

6 Geometric Mean

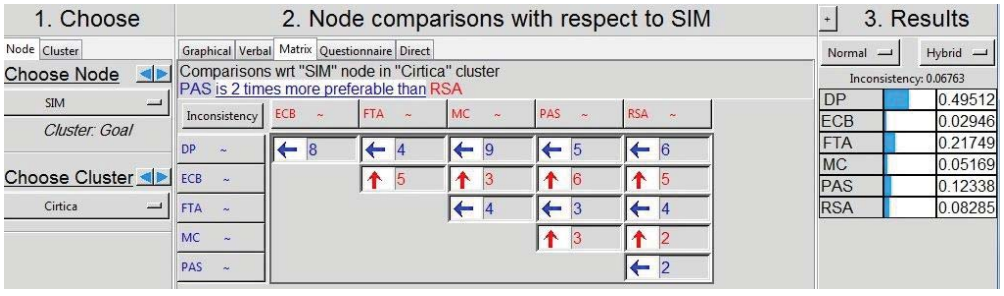
7

جدول ۹ ، مقایسات زوجی تاثیر معیارها بر هدف به روش فازی (نظر کلی خبرگان) [یافته‌های مطالعه]

G	DP			FTA			PAS			RSA			MC			ECB		
DP	۱	۱	۱	۳,۴۶۴	۴,۴۷۲	۵,۴۷۷	۴	۵	۶	۵,۹۱۶	۶,۹۲۸	۷,۹۳۷	۵	۶	۷	۲,۴۴۹	۳,۷۴۲	۴,۸۹۹
FTA	۰,۱۸۳	۰,۲۲۴	۰,۲۸۹	۱	۱	۱	۲,۲۳۶	۳,۴۶۴	۴,۵۸۳	۶	۷	۸	۷	۸	۹	۳,۸۷۳	۴,۸۹۹	۵,۹۱۶
PAS	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۲۵	۰,۲۱۸	۰,۲۸۹	۰,۴۴۷	۱	۱	۱	۳,۱۶۲	۴,۲۴۳	۵,۲۹۲	۶	۷	۸	۳,۷۴۲	۴,۸۹۹	۶
RSA	۰,۱۲۶	۰,۱۴۴	۰,۱۶۹	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۱	۱	۱	۶	۷	۸	۳,۷۴۲	۴,۸۹۹	۶
MC	۰,۱۴۳	۰,۱۶۷	۰,۲	۰,۱۱۱	۰,۱۲۵	۰,۱۴۳	۰,۱۱۸	۰,۱۳۴	۰,۱۵۵	۰,۱۱۸	۰,۱۳۴	۰,۱۵۵	۱	۱	۱	۵,۹۱۶	۶,۹۲۸	۷,۹۳۷
ECB	۰,۲۰۴	۰,۲۶۷	۰,۴۰۹	۰,۱۶۹	۰,۲۰۴	۰,۲۵۸	۰,۱۶۷	۰,۲۰۴	۰,۲۶۷	۰,۱۶۷	۰,۲۰۴	۰,۲۶۷	۰,۱۲۶	۰,۱۴۴	۰,۱۶۹	۱	۱	۱

۴,۲,۳. اطمینان از سازگاری نظرات خبرگان

بعد از تشکیل ماتریس نهایی مقایسات زوجی فازی باید از میزان سازگاری نظرات افراد مطلع شد. یکی از روش‌های کارآمد برای تشخیص میزان سازگاری نظرات، بررسی میزان سازگاری ماتریس اعداد میانی حاصل از ماتریس مقایسات زوجی است. به عبارتی اگر شاخص ناسازگاری ماتریس اعداد میانی کمتر از ۰,۱ باشد، ماتریس اصلی نیز سازگاری لازم را خواهد داشت. با توجه به تعدد ماتریس‌های مقایسه‌ای در این پژوهش، فرآیند اطمینان از سازگاری تمامی نظرات زمان بر می‌باشد، به همین دلیل در ادامه برای اطمینان از سازگاری نظرات خبرگان از امکانات نرم‌افزار سوپردسیشن استفاده شده است. شکل (سه) بررسی نظرات یکی از خبرگان در مورد معیارهای موثر بر کارایی فرآیند آموزش است که در آن درجه ی هریک از معیارها به همراه سازگاری نظرات آورده شده است. بر این اساس سازگاری نظرات به صورت تقریبی ۰,۰۶۷ است؛ نظر به اینکه این مقدار کمتر از ۰,۱ می‌باشد، سازگاری نظرات قابل قبول بوده و می‌توان به مرحله ی بعد رفت.



تصویر ۳، مقایسات زوجی در نرم‌افزار سوپردسیشن [یافته‌های مطالعه]

با استفاده از این روش، سازگاری نظرات به دست آمده از تمام فرم های نظرسنجی بررسی شده است. نظر به اینکه نرخ ناسازگاری کلیه ی ماتریس‌های مقایسات زوجی و هم چنین سلسله مراتب کمتر از ۰,۱ می‌باشد، نیازی به بررسی مجدد و تغییر بر روی مقایسات وجود ندارد. با توجه این موضوع می‌توان گام‌های بعدی را براساس روش آنالیز توسعه‌ای چانگ برای ابهام زدایی از نظرات خبرگان و تعیین وزن معیارها برداشت.

۵,۲,۳. به کارگیری روش توسعه‌ای چانگ

روش توسعه‌ای چانگ یکی از روش‌های ارائه شده برای به دست آوردن وزن معیارهای مسائل تصمیم گیری با روش تحلیل سلسله مراتبی / شبکه‌ای فازی است. به این منظور برای هریک از ماتریس‌های مقایسات زوجی مراحل زیر طی شده است:

- جمع سلول های متناظر برای هریک از جداول (ماتریس‌ها)

- جمع سلول های هر ستون

- معکوس سازی سلول های پاسخ

- ضرب حاصل معکوس هر سلول در ماتریس مجموع سطرها

- به دست آوردن میزان ارجحیت هریک از اعداد فازی به دست آمده نسبت به دیگر اعداد

- کمینه گیری از مقادیر ارجحیت به دست آمده برای هر معیار و نرمال سازی آن [۳۴] و [۳۵].

با توجه به زمان‌بر بودن انجام این مراحل برای تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی، از پیاده‌سازی این روش در نرم‌افزار متلب[6] استفاده شده است. وضعیت نهایی معیارهای کارایی در آموزش و تاثیر آنها بر هریک از راهکارهای افزایش انگیزش معلم و دانش‌آموز با استفاده از روش آنالیز توسعه‌ای چانگ و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی در جدول (ده) آورده شده است.

جدول ۱۰، جمع بندی مقایسات زوجی تاثیر هریک از معیارها بر گزینه‌های تصمیم [یافته‌های مطالعه]

اولویت معیارها	۰,۱۷۸۶	۰,۳۲۹۸	۰,۲۵۰۸	۰,۱۰۰۷	۰,۰۷۲	۰,۰۶۸
نام معیارها	DP	FTA	PAS	RSA	MC	ECB
راهکارها						
FT	۰,۱۶۵۳	۰,۱۴۷	۰,۱۵۴۵	۰,۲۷۵۲	۰,۱۳۳۵	۰
PST	۰,۳۹۳۲	۰	۰	۰	۰,۰۶۷۹	۰
MLI	۰,۲۱۱۶	۰,۱۹۳۹	۰	۰,۲۸۷۱	۰,۱۰۰۲	۰
IRS	۰	۰,۱۱۷۱	۰,۱۹۴۲	۰	۰	۰,۴۰۶۳
PNT	۰	۰,۱۳۸۲	۰,۱۰۹۹	۰	۰,۰۳۳۹	۰,۳۴۶۵
ATM	۰	۰,۱۰۳	۰,۲۸۵۶	۰	۰,۲۹۷۳	۰,۲۴۷۲
MEE	۰,۱۳۷۵	۰	۰	۰	۰	۰
EPL	۰,۰۹۲۴	۰,۱۴۲۶	۰,۲۵۵۸	۰,۴۳۷۷	۰,۲۷۹۹	۰
GRS	۰	۰,۱۵۸۳	۰	۰	۰,۰۸۷۳	۰

[6] MATLAB [8]

در نهایت میزان تاثیر هریک از معیارهای کارایی در آموزش و درجه اولویت هریک از راهکارهای افزایش انگیزش معلم و دانش‌آموز در جداول (یازده و دوازده) آورده شده است.

جدول ۱۱، جمع بندی مقایسات زوجی تاثیر هریک از معیارها بر گزینه‌های تصمیم [یافته‌های مطالعه]

نام معیارها		DP	FTA	PAS	RSA	MC	ECB
نام روش							
ANP	وزن	۰,۴۲۲۱	۰,۲۸۸۶	۰,۰۵۵۴	۰,۰۴۷۲	۰,۱۵۵۸	۰,۰۳۰۸
	رتبه	۱	۲	۴	۵	۳	۶
FANP	وزن	۰,۱۷۸۶	۰,۳۲۹۸	۰,۲۵۰۸	۰,۱۰۰۷	۰,۰۷۲	۰,۰۶۸
	رتبه	۳	۱	۲	۴	۵	۶

جدول ۱۲، جمع بندی تاثیر هریک از معیارها بر گزینه‌های تصمیم [یافته‌های مطالعه]

عنوان راهکار		FT	PST	MLI	IRS	PNT	ATM	MEE	EPL	GRS
نام روش										
ANP	وزن	۰,۱۴۰۳	۰,۰۷۳۴	۰,۰۸۹۲	۰,۱۱۵۲	۰,۱۰۴۲	۰,۱۵۸۱	۰,۰۷۴۶	۰,۱۵۱۶	۰,۰۹۳۲
	رتبه	۳	۹	۷	۴	۵	۱	۸	۲	۶
FANP	وزن	۰,۲۲۲۷	۰,۰۷۵۱	۰,۱۳۷۹	۰,۱۱۵۲	۰,۰۹۹۳	۰,۱۴۳۹	۰,۰۲۴۶	۰,۱۹۱۹	۰,۰۵۸۵
	رتبه	۱	۷	۴	۵	۶	۳	۹	۲	۸

۴. بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این پژوهش یک مدل مبتنی بر عوامل موثر بر کارایی فرآیند آموزش برای افزایش انگیزش معلم و دانش‌آموز در دوران همه گیری کرونا با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی پیشنهاد شد. در بخش‌های قبلی، پیشینه پژوهش، مفاهیم اصلی شامل، آموزش و معیارهای موثر بر کارآمدی آن، بایدها و نبایدهای آموزش مجازی و راهکارهای افزایش انگیزش در مراکز آموزشی بررسی گردید. در ادامه ورودی‌های مدل طراحی شده، شامل نظرات خبرگان سازمان‌های آموزشی، معلمان و دانش‌آموزان در قالب فرم های نظرسنجی و مقایسات زوجی به شکل متغیرهای کلامی دریافت

گردید. این متغیرها در ذات مبهم هستند؛ به همین دلیل برای بررسی دقیق تر و رفع ابهام، مدل ارائه شده، علاوه بر روش تحلیل شبکه‌ای، با شکل فازی آن نیز، مورد بررسی قرار گرفت. خروجی مدل در قالب جداول ده تا دوازده، نشان می‌دهد:

۱. فازی سازی روش پیشنهادی به همراه در نظر گرفتن روابط داخلی عوامل با یکدیگر، باعث تغییر و واقعی سازی وزن و رتبه عوامل موثر و گزینه‌های تصمیم می‌گردد.

۲. مهم‌ترین عوامل موثر بر کارایی در آموزش به ترتیب، آشنایی معلم با هنر معلمی و آموزش، توجه به اصول معنوی، نظم و وقت شناسی و ضریب دسترسی دانش‌آموزان به امکانات آموزش مجازی می‌باشند.

۳. خروجی مدل نشانگر وزن پایین و رتبه آخر عامل، سهم آموزش از بودجه کشور، در میان دیگر عوامل است. این موضوع نشان می‌دهد که برخلاف باور مرسوم اگر چه بودجه نقش به سزایی در آموزش دارد اما عوامل دیگر می‌توانند ضعف بودجه را تا حد زیادی پوشش دهند.

۴. مهم‌ترین راهکارهای افزایش انگیزش در معلم و دانش‌آموز به ترتیب، انعطاف در تدریس، تاکید بر اصل یادگیری محوری به جای نمره محوری، توجه به نیازهای مادی و معنوی معلم و دانش‌آموز، تعاملی نمودن فرآیند آموزش و افزایش ضریب دسترسی دانش‌آموزان به امکانات آموزش مجازی می‌باشد.

۵. نتایج بیان شده نشان دهنده کارآمدی فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی برای اولویت بندی معیارهای موثر بر کارآمدی آموزش و راهکارهای مناسب برای افزایش انگیزش در معلم و دانش‌آموز است.

۶. اگرچه دیدگاه پاسخ دهندگان به فرم های نظرسنجی و مقایسات زوجی براساس شرایط همه گیری بیماری کرونا بوده است، با این همه عوامل موثر و راهکارهای پیشنهادی به شکلی تدوین شده‌اند که برای دیگر شرایط زمانی و مکانی هم قابل استناد باشند.

لازم به ذکر است، محدودیت‌ها و مشکلاتی مانند، عدم امکان دسترسی به داده‌ها و مستندات دقیق سازمان‌های آموزشی به صورت کامل و آزاد، ارتباطات داخلی و شبکه‌ای معیارها با یکدیگر، مقاومت بعضی مدیران و عدم اعتماد نسبت به سیستمی شدن عملیات تصمیم گیری و ناسازگاری نظرات دانش‌آموزان، معلمان و خبرگان آموزش، باعث شده‌اند که راهکارهای موجود برای کارآمد شدن فرآیند آموزش و افزایش سطح انگیزش مبتنی بر واقعیت نبوده و در نتیجه وضعیت آموزش از سطح آرمانی فاصله داشته و راهکارهای مرسوم فعلی، کاربردی نباشند. به همین سبب به تمام افراد دخیل در فرآیند آموزش پیشنهاد می‌گردد ابتدا راهکارهای واقعی برای کارآمد شدن فرآیند آموزش و افزایش سطح انگیزش در آن را شناسایی نموده و سپس برای رسیدن به نقطه ایده آل برنامه ریزی نمایند.

هم چنین بنا به نتایج به دست آمده به دیگر پژوهش‌گران پیشنهاد می‌گردد، با دریافت مستندات بیشتر و دقیق تر از دانش‌آموزان، معلمان و خبرگان سازمان‌های آموزشی، پارامترهای مسئله و روابط مابین آنها را مدل سازی و سپس با استفاده از دیگر روش‌های تصمیم گیری مبتنی بر نظرات مانند دلفی فازی و یا روش‌های بررسی وضعیت لحظه ای سامانه های پیچیده مانند پویایی شناسی سیستم، مسئله را تحلیل و نتایج به دست آمده را با خروجی‌های مدل پیشنهادی در این پژوهش، مقایسه نمایند.

منابع

۱. پورعلی، پریناز، سیف نراقی، مریم و نادری، عزت اله. بررسی چگونگی کاربست مولفه‌های آموزش و پرورش انسان گرایانه با تاکید بر افزایش انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان در مدارس ابتدایی تهران. *فصلنامه پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی. ۱۳۹۴.*

2. Almaiah، M. A.، Al-Khasawneh، A.، & Althunibat، A. (2020). Exploring the critical challenges and factors influencing the E-learning system usage during COVID-19 pandemic. *Education and Information Technologies*، *25*، 5261-5280.

۳. ایمانی جاجرمی، حسین. پیامدهای اجتماعی شیوع ویروس کرونا در جامعه ایران. *فصلنامه ارزیابی تاثیرات اجتماعی. ۱۳۹۹.*

۴. اسکندریان، غلامرضا. ارزیابی پیامدهای ویروس کرونا بر سبک زندگی (با تاکید بر الگوی مصرف فرهنگی). *فصلنامه ارزیابی تاثیرات اجتماعی. ۱۳۹۹.*

5. Ebner، M.، Schön، S.، Braun، C.، Ebner، M.، Grigoriadis، Y.، Haas، M.، ... & Taraghi، B. (2020). COVID-19 epidemic as E-learning boost? Chronological development and effects at an Austrian university against the background of the concept of "E-Learning Readiness". *Future Internet*، *12*(6)، 94.

6. Hikmawati، E.، Maulidevi، N. U.، & Surendro، K. (2021). Multicriteria Recommender System: A New Model for Determining risk level of COVID-19 in Indonesia. *(Preprint)*

7. Ahmed، S.، & Alhumam، A. (2021). Analyzing the Implications of COVID-19 Pandemic: Saudi Arabian Perspective. *Intelligent Auyomation and Soft Computing*، *27*(3)، 835-851.

8. Fahik، T.، & Santosa، M. H. (2021). The Students Perception Regarding E-Learning in Pandemic Covid-19. Soshum: Jurnal Sosial dan Humaniora، 11(1)، 33-43.

۹. زنجیرچی، محمود، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، *چاپ دوم، تهران، انتشارات صانعی، تهران، ۱۳۹۳.*

۱۰. عزیزی، مجید و مدرس یزدی، محمد، تصمیم گیری با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای، *چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۲.*

۱۱. شفیعی سروستانی، مریم و صفری سهل آبادی، مریم، بررسی نقش آموزش مجازی معلمان در پی شیوع ویروس کرونا. *اولین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در فرایندهای تعلیم و تربیت. ۱۳۹۹.*

۱۲. سلیمی، سمانه و فردین، محمد علی. نقش ویروس کرونا در آموزش مجازی، با تأکید بر فرصت‌ها و چالش‌ها، *فصلنامه علمی، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، ۱۳۹۹، doi: 10.30473/etl.2020.53489.3249.*

۱۳. باقرزاده همایی، مهرانگیز. تاثیر عملکرد آموزش در فضای مجازی در تعاملات یادهی و یادگیری. *پژوهشنامه اورمزد. ۱۳۹۹.*

14. Gohiya، P.، & Gohiya، A. (2020). E-learning during Covid 19 Pandemic. *(Preprint)*

15. Prestiadi، D. (2020). Effectiveness of e-learning implementation as a distance learning strategy during coronavirus disease (covid-19) pandemic. *Proceeding Umsurabaya*.

16. Almanthari، A.، Maulina، S.، & Bruce، S. (2020). Secondary school mathematics teachers' views on E-learning implementation barriers during the COVID-19 pandemic: the case of Indonesia. *Eurasia Journal of Mathematics، Science and Technology Education، 16*(7)، em1860.

۱۷. میرانی سرگزی، جعفر و جهانی، نرگس، نقش آموزش مجازی در ارتقاء کیفیت یادگیری در فراگیران دارای نیازهای ویژه در دوران COVID19: یک مطالعه مروری روایی. *دومین کنفرانس روانشناسی، علوم تربیتی، علوم اجتماعی و مشاوره*. ۱۳۹۹. https://civilica.com/doc/1114081.

18. Faridah، I.، Sari، F. R.، Wahyuningsih، T.، Oganda، F. P.، & Rahardja، U. (2020، October). Effect Digital Learning on Student Motivation during Covid-19. In *2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* (pp. 1-5). IEEE.

19. Kurniawan، R. P.، Damopolii، I.، & Sirait، S. H. K. (2021). The Correlation Between Biology Teacher Learning Strategies During The Covid-19 Pandemic on Student Motivation. *AECON*، 299-305.

20. Liu، J.، Kamarudin، K. M.، Liu، Y.، & Zou، J. (2021). Developing Pandemic Prevention and Control by ANP-QFD Approach: A Case Study on Urban Furniture Design in China Communities. *International Journal of Environmental Research and Public Health، 18*(5)، 2653.

21. Jangizehi، M.، Tash، M. N. S.، & Yaghoubi، N. (2013). Choosing optimization process in the event of fligh plan interruption with the aid of network analysis process. *International Journal of Engineering، Science and Mathematics، 2(3)، 46.*

22. Rathore، B.، & Gupta، R. (2021). A fuzzy based hybrid decision-making framework to examine the safety risk factors of healthcare workers during COVID-19 outbreak. *Journal of Decision Systems، 1-34.*

23. Afzal، F.، Yousaf، S. U.، Usman، B.، Afzal، F.، & Ikram، A. (2021). Risk Propagation in Healthcare Supply Chain using Fuzzy-ANP and Bayesian Inference. *AJSS، 5(1)، 131-155.*

24. Gong، J. W.، Liu، H. C.، You، X. Y.، & Yin، L. (2021). An integrated multi-criteria decision making approach with linguistic hesitant fuzzy sets for E-learning website evaluation and selection. *Applied Soft Computing، 102، 107118*.

25. Jangizehi، M.، Kenari، A. R.، & Hosseinkhani، J. (2018). Proposing a method to Choose the optimal process during an airline flight plan using a fuzzy network analysis process. In *The 4th National Conference on Technology in Electrical and Computer Engineering.*

26. Jangizehi، M.، Rasouli Kenari، A.، & Hosseinkhani، J. (2023). Proper process selection during flight schedule disruption using a fuzzy multi-criteria decision-making expert system. *Iranian Journal of Fuzzy Systems، 20(2)، 121-133.*

۲۷. رجب زاده قطری، علی و همکاران، هوش مصنوعی و منطق فازی، *چاپ اول ، انتشارات صفار، تهران، ۱۳۹۳.*

۲۸. کاهرامان، چنگیز، ترجمه مهدی روانشادنیا و محمد عادل بزرگمهر، تصمیم گیری چند معیاره فازی، *چاپ اول، انتشارات سیمای دانش، تهران، ۱۳۹۴.*

۲۹. بودجازیف، جرج و بودجازیف، ماریا، ترجمه محمد حسینی، منطق فازی و کاربرد های آن در مدیریت، *نشر ایشیق. تهران، ۱۳۸۱.*

۳۰. باقرزاده، محمد و دری، بهروز، به کارگیری تحلیل شبکه‌ای جهت انتخاب بهترین تأمین کننده در زنجیره تامین، *پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۴، شماره ۴. ۱۳۸۹*

۳۱. دانایی فرد، حسن و همکاران، روش شناسی پژوهش در مدیریت: رویکردی جامع، *چاپ پنجم، انتشارات صفار، تهران، ۱۳۹۰.*

۳۲. کتابداری، محمد جواد و ساقی، حسن، اصول و مبانی تحقیق در علوم مهندسی، *تهران، دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۹۰.*

۳۳. قدسی پور، سید حسن، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، *دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۷۹.*

D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of* ،34. Chang *649-655. ،95(3) ،operational research*

۳۵. اصغرپور، محمد جواد، تصمیم گیری‌های چند معیاره، *دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.*