

به کارگیری سیستم‌های تحلیلگر فازی

در شناسایی مولفه‌های پایدار معماری بومی ایرانی-اسلامی

مصطفی ازقندی^(۱) مهدی یعقوبی*^(۲) الهام فریبری^(۳)

(۱) گروه علوم تربیتی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

(۲) گروه مهندسی برق، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران*

(۳) گروه علوم تربیتی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۶)

چکیده

تحقیق حاضر، قصد دارد تا به مطالعه میزان اثربخشی بهره‌گیری از سیستم‌های تحلیل فازی بر بهبود دقت نتایج فرآیند طراحی، مدل‌سازی و آموزش مولفه‌های پایدار معماری بومی ایرانی-اسلامی بپردازد. با در نظرگیری این هدف، این پژوهش در دو فاز اصلی شناخت (مدل‌سازی) و آموزش طراحی شده است. با توجه به ماهیت کیفی داده‌های حاصل از فاز اول پژوهش، بهره‌گیری از روش منطق فازی، ضمن ایجاد انعطاف‌پذیری در مدل، داده‌هایی نظیر دانش، تجربه و قضاوت انسانی را در مدل نهایی وارد نموده و پاسخ‌هایی کاملاً کاربردی در قالب الگوها و نتایج کمی ارائه می‌دهد، دستاوردی که عدم قطعیت بیشتری را در فرآیند مدل‌سازی پوشش می‌دهد. لذا، با در نظرگیری هدف اصلی پژوهش و داده‌های تهیه شده در فاز نخست، ۲۸ عامل در طراحی و تبیین مدل نهایی معماری بومی شناسایی شدند. در گام دوم، به منظور صحت‌سنجی داده‌های گردآوری شده از پرسش‌نامه با هدف بهبود میزان دقت نتایج در زمینه اثربخشی رویکرد پژوهش در افزایش آگاهی دانش‌آموزان از مولفه‌های معماری بومی، تحقیق حاضر، از دو سیستم فازی "تحلیل اعتبار" و "تحلیل ویژگی‌های فردی" بهره برده است. در این زمینه، سیستم "تحلیل اعتبار"، اعتبار کلی پاسخ‌نامه را از طریق مشخص نمودن میزان تناقض در پاسخ‌های داده شده توسط پرسش‌شونده تعیین نموده و تاثیر پاسخ‌های تصادفی و فاقد اعتبار در نظرسنجی را شدیداً کاهش داده است. در حالی که سیستم "تحلیل ویژگی‌های فردی"، امتیاز پاسخ‌های داده شده به پرسش‌های مختلف را به صورت مجزا و بر مبنای ویژگی‌های فردی پاسخ‌دهنده، افزایش و یا کاهش داده است. در نهایت، تحلیل یافته‌های پژوهش در فاز دوم نشان می‌دهد که به کارگیری دو تکنیک فازی تحلیل اعتبار و تحلیل ویژگی‌های فردی، در بهبود دقت نتایج پژوهش و مدل‌سازی نهایی مولفه‌های پایدار معماری بومی ایرانی-اسلامی موثر بوده است.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی هوشمند، سیستم تحلیل فازی، منطق فازی، معماری بومی ایرانی-اسلامی، پایداری

*عهده‌دار مکاتبات:

مهدی یعقوبی

نشانی: گروه مهندسی برق، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

پست الکترونیکی: yaghoobi@mshdiau.ac.ir

پژوهش حاضر به دنبال آن است که با جست‌وجو و شناسایی ظرفیت و پتانسیل‌های مختلف فرهنگی، تاریخی و زیست محیطی نهفته در حوزه معماری بومی، به ویژه در زمینه بهره‌گیری از شیوه‌های گوناگون مدیریت منابع تجدیدپذیر انرژی، اقدام به معرفی اصول پایدار این سبک تاریخی از معماری ایرانی-اسلامی به دانش‌آموزان مقاطع متوسطه نماید. در این زمینه، یکی از استراتژی‌های موثر در افزایش میزان آگاهی جامعه و به خصوص نسل جوان در شناخت و پاسداشت این میراثِ سترگ، بازآفرینی تاریخ مهندسی و معماری کهن ایرانی-اسلامی با اتخاذ رویکردهای نوین فناوری آموزشی خواهد بود [1]، هدفی که در راستاء بندهای ۴۸، ۵۱، ۶۹ و ۷۳ ابلاغیه سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه کشور بوده و در پژوهش حاضر، از طریق مدل‌سازی هوشمند کلیه المان‌های پایدار معماری بومی ایرانی از گذشته تا به امروز پیگیری خواهد شد. با در نظرگیری این مقدمه، استفاده از مدل‌سازی هوشمند فازی به همراه بهره‌گیری از سیستم‌های تحلیل فازی در جهت صحت‌سنجی ابزارهای گردآوری اطلاعات تحقیق، موضوعی است که پژوهش حاضر را از سایر مطالعات موجود در این حوزه متمایز می‌سازد.

۲- بیان مسئله

این تحقیق قصد دارد تا با اتخاذ رویکردی نوین و جامع و به منظور جمع‌آوری داده‌های پژوهش، از نظرات، دیدگاه‌ها و پیشنهادات طیف وسیعی از ذی‌نفعان شامل دانش‌آموزان، معلمان و خبرگان استفاده نماید. از طرفی، بایستی در نظر گرفت که سیستم‌هایی که با اطلاعات دنیای واقعی سروکار دارند، با مساله عدم قطعیت و نامعینی در اطلاعات مواجه‌اند که یک جنبه مهم از این عدم قطعیت، به فازی بودن و ابهام در اطلاعات برمی‌گردد. از این رو، ویژگی مجموعه‌های فازی به عنوان ابزاری موثر در بازنمایی ابهام و ارتباط با عدم قطعیت‌ها در مسائل دنیای واقعی [2]، ضرورت استفاده از منطق فازی در جهت تجزیه و تحلیل و استخراج بهینه اطلاعات پژوهش حاضر را به خوبی روشن می‌سازد. شایان ذکر است که تاکنون، کاربردهای مهندسی و صنعتی سیستم‌های فازی بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است، در حالی که کارایی این سیستم‌ها در حوزه‌های دیگری نظیر دنیای آموزش، علوم اجتماعی و مدیریت کمتر مشهود بوده است [3]، موضوعی که زمینه‌ی نوآوری پژوهش حاضر از طریق مدل‌سازی هوشمند فازی مولفه‌های معماری بومی و بررسی اثربخشی آن در افزایش میزان آگاهی دانش‌آموزان از مفاهیم مرتبط با اصول پایداری را فراهم می‌آورد. در این زمینه، معرفی ویژگی‌های پایدار معماری بومی ایرانی-اسلامی، نه تنها میزان درک قبلی دانش‌آموزان پیرامون اصول پایداری و توسعه پایدار را تکمیل

و توسعه می‌بخشد، بلکه اطلاعات جدیدی در مورد کاربردهای مختلف شاخصه‌های معماری بومی، در دنیای امروز و فردا به جامعه آماری مخاطب منتقل خواهد نمود.

۳- مرور ادبیات

۳-۱- منطق فازی و مدل‌سازی هوشمند^۱

منطق فازی، گونه بسیار مهمی از علم منطق است که توسط استاد ایرانی، پروفیسور لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد و در مقابل منطق دودویی ارسطویی قرار گرفت. وی که به عنوان کاشف و مبتکر منطق فازی شهرت جهانی دارد، طی یک مقاله علمی کلاسیک که در سال ۱۹۶۵ به چاپ رسید، مفهوم "مجموعه فازی"^۲ را که اساس نظریه تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده است، معرفی نمود. در این مفهوم، "زبان طبیعی" به جای متغیرهای عددی و در جهت تشریح رفتار و عملکرد سیستم‌ها به کار می‌رود. منطق فازی که در فرهنگ لغت "شرایط عدم قطعیت و نامعلوم" تعریف شده است، معتقد است، ابهام، در ماهیت علم است. از دیدگاه صاحبان این تفکر، جهان مبهم، نامعین، در حال تغییر و بسیار پیچیده است، در نتیجه، آنچه در زندگی انسانی و در جهان در حال رخداد است، در قطب‌های دوگانه جا نمی‌گیرد [4]. پروفیسور لطفی‌زاده اینگونه استدلال می‌کند که بشر به ورودی‌های اطلاعاتی دقیقی نیازی ندارد، بلکه قادر است تا کنترلی تطبیقی میان اطلاعات موجود انجام دهد. این منطق در ابتدا به عنوان روشی جهت پردازش اطلاعات معرفی شد و برخلاف منطق ارسطویی، به جای پرداختن به صفر و یک، از صفر تا یک را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد. از این رو، منطق فازی بر مفهوم درستی نسبی دلالت دارد و بدین صورت، به اعمال و طرز فکر آدمیان بیشتر نزدیک می‌شود [5]. دکتر لطفی‌زاده نام فازی را بر روی این مجموعه‌های گنگ یا چند ارزشی قرار داد، مجموعه‌هایی که اجزایشان با درجات مختلف به آنها تعلق دارند، نظیر افرادی که میزان رضایت شغلی خود را با درجات متفاوتی نظیر خیلی راضی، راضی، بی تفاوت و ... بیان می‌کنند. به عبارتی دیگر در منطق فازی، مجاز به بیان جملاتی از قبیل «کاملاً درست است» یا «کم و بیش درست است» هستیم. حتی می‌توان از احتمالات نادقیقی مانند «تقریباً غیرممکن»، «نه چندان»، و «به ندرت» نیز استفاده کرد، چرا که منطق فازی نظام کاملاً انعطاف پذیری را در خدمت زبان طبیعی انسان قرار می‌دهد [6].

مهمترین کاربرد منطق فازی به داده‌کاوی و مدل‌سازی فرآیند کشف دانش باز می‌گردد. فرآیند داده‌کاوی ماهیت اکتشافی دارد و مناسب حجم وسیعی از داده‌ها است. روش‌های سنتی که پیش‌تر در داده‌کاوی مورد استفاده قرار گرفته

¹ Fuzzy Logic

² Fuzzy Set

است، دربرگیرنده روش‌های آماری قدیمی نظیر تحلیل رگرسیون، تحلیل تشخیصی، تحلیل سری‌های زمانی، درخت تصمیم، تحلیل خوشه‌ای شبکه‌های عصبی بوده است؛ اما راه نوین و امروزی در کشف دانش، استفاده از روش‌های فازی است. چرا که این نظریه، اطلاعات ارزشمندی در مدل‌سازی حدود واژگان زبانی مهیا می‌سازد. منطق فازی به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری، دارای کاربردهای فراوانی در دنیای آموزش است، زیرا درصدد بهبود نتایج در شرایط مبهم و غیردقیق است. همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد، علم مدیریت فازی، ضمن ایجاد انعطاف‌پذیری در مدل، داده‌هایی نظیر دانش، تجربه و قضاوت انسانی را در مدل نهایی وارد نموده و پاسخ‌هایی کاملاً کاربردی ارائه می‌دهد. در حقیقت، هرچه یک فرآیند تصمیم‌گیری بیشتر درگیر نیروی انسانی و سیستم‌های پیچیده شود، پدیده فازی بیشتر مسلط بر توضیح این سیستم‌ها می‌گردد [7].

از آنجایی که هدف اصلی پژوهش حاضر، مدل‌سازی معماری بومی براساس میزان سنجش اثربخشی آن بر افزایش درک دانش‌آموزان از مفاهیم مرتبط با اصول پایداری است، لذا در این تحقیق، با متغیرهایی کیفی روبه‌رو هستیم که حاصل از بررسی نظرات و پیشنهادات جامعه آماری و ذی‌نفعان تحقیق خواهد بود. از این رو و با توجه به مطالب یادشده، منطق فازی می‌تواند به عنوان یکی از بهترین روش‌های تحلیلی، جهت سنجش دقیق این رابطه و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از طیف پرسش‌نامه‌ها و مصاحبه‌های پژوهش، در قالب الگوها و نتایج کمی استفاده گردد که در این زمینه، تکنیک دلفی فازی به طور ویژه در پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۳-۲- تکنیک دلفی فازی

تکنیک دلفی فازی یک فرآیند قوی مبتنی بر ساختار ارتباطی گروهی است که با هدف دستیابی به اجماع گروهی در میان خبرگان استفاده می‌شود. نظریه فازی در سال ۱۹۸۵ توسط مری، پپینو و گیگچ^۱ به منظور برطرف نمودن مشکلات، رفع ابهامات و عدم هماهنگی که در مکانیزم دلفی کلاسیک مشاهده می‌شد، ارائه گردید که در آن "اعداد مثلی فازی"، جهت ثبت نظرات خبرگان به کار گرفته می‌شود. اساساً سنجش روابط میان متغیرها، در برخی موارد، مبتنی بر دیدگاه خبرگان و کارشناسان منتخبی است که تعداد آنان اندک است و در این حالت، تکنیک فازی می‌تواند به بهترین شکل ممکن، روابط میان متغیرهای یک پژوهش را مدل‌سازی نماید [8]. از مزایای این روش می‌توان به پاسخ‌های بی‌طرفانه، کاهش تکرار دفعات ارسال پرسش‌نامه، دریافت بازخورد و تجزیه و تحلیل آماری نظرات به صورت گروهی اشاره نمود [9].

¹ Murray, Pipino, and Gigch

۳-۳- معماری بومی

ادبیات موجود پیرامون معماری بومی، اغلب بر این ایده اساسی تأکید دارند که ویژگی‌های این سبک تاریخی از معماری را می‌توان با اصول معماری پایدار و سبز مدرن مرتبط و همسان دانست. مطابق نظر جیمز استیونز کرل [10]، معماری بومی را می‌توان به عنوان سازه‌هایی بی‌تکلف، ساده، بومی و سنتی ساخته شده از مصالح محلی تعریف نمود [11] که به عنوان منبعی الهام‌بخش در خلق نوآوری در طراحی و برنامه‌ریزی پایدار عمل می‌کند. بدین سان، رویکرد پایدار معماری بومی در برقراری شرایط زندگی هارمونیک انسان با طبیعت و استفاده هوشمندانه از مصالح محلی، بوم‌آورد و دوستدار محیط‌زیست، زیرساخت‌های لازم جهت اتکاء کمتر به منابع تجدیدناپذیر انرژی و در نتیجه حفاظت بیشتر از محیط زیست را در طول تاریخ فراهم آورده است [12]. دستاوردی که علاقه روزافزونی در میان محققان بین رشته‌ای در زمینه معرفی ویژگی‌های این نوع از معماری پایدار ایجاد نموده است. لذا، با در نظرگیری محدودیت منابع تجدیدناپذیر و بحران جهانی انرژی، اهمیت حفاظت از استراتژی‌ها و فناوری‌های کهن هر چه بیشتر نمایان می‌گردد. موضوعی که لزوم توجه عمیق‌تر به این سبک تاریخی از معماری و ضرورت آموزش آن به نسل جدید را روشن می‌سازد.

۴- روش‌شناسی پژوهش

با در نظرگیری هدف پژوهش حاضر در استفاده از تکنیک منطق فازی به منظور مدل‌سازی هوشمند مولفه‌های معماری بومی ایرانی-اسلامی و بررسی نتایج حاصل از تحلیل ابزارهای گردآوری اطلاعات، مراحل اجراء روش فازی پژوهش حاضر به شرح ذیل می‌باشد:

• گام اول - گردآوری مقالات معتبر و نظرات خبرگان:

در مرحله اول و به منظور تهیه الگوی اولیه عوامل مدل پژوهش، از خبرگان درخواست شد تا با استفاده از متغیرهای کلامی نظیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، میزان اهمیت یا ارتباط هر یک از عوامل شناسایی شده را مشخص نمایند.

• گام دوم - تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی:

در گام دوم از اعداد فازی برای بررسی نظرات خبرگان استفاده شده است تا بتوان از طریق تکنیک فازی، آن‌ها را مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار داد. در این روش و در ابتدا، دو نقطه پایانی اعداد فازی مثلی از مقادیر حداکثر و حداقل نظرات خبرگان تشکیل می‌شود. در این حالت، مقادیر بیشینه و کمینه نظرات خبرگان، به عنوان نقاط مرزی اعداد مثلی فازی در نظر گرفته خواهند شد و میانگین هندسی، به عنوان درجه عضویت اعداد مثلی فازی جهت حذف اثر نقاط مرزی به کار برده می‌شود. لذا، ابتدا دیدگاه ۲۰ خبره پیرامون هر معیار، گردآوری و فازی‌سازی شده و سپس این مقادیر تجمیع شده است. برای تجمیع نظرات n پاسخ‌دهنده، متغیرهای کلامی با توجه به جدول ۱ به صورت اعداد فازی مثلی تعریف شدند. اعداد فازی مثلی را می‌توان به صورت (l, m, u) نشان داد که این شاخص‌ها، نشانگر کمترین ارزش ممکن، محتمل‌ترین ارزش و بیشترین ارزش ممکن که یک رویداد فازی را توضیح می‌دهند، هستند. سپس در ادامه، میانگین اعداد فازی مثلی محاسبه گردیده است.

جدول ۱: اعداد فازی مثلی متناظر با متغیرهای کلامی

مقیاس عدد فازی	مقدار فازی	متغیر زبانی
(0, 0, 0.1)	$\tilde{1}$	کاملاً بی اهمیت
(0, 0.1, 0.3)	$\tilde{2}$	خیلی بی اهمیت
(0.1, 0.3, 0.5)	$\tilde{3}$	بی اهمیت
(0.3, 0.5, 0.75)	$\tilde{4}$	متوسط
(0.5, 0.75, 0.9)	$\tilde{5}$	با اهمیت
(0.75, 0.9, 1)	$\tilde{6}$	خیلی با اهمیت
(0.9, 1, 1)	$\tilde{7}$	کاملاً با اهمیت

جدول ۲: برآورد تجمیع اعداد فازی مثلی حاصل از دیدگاه خبرگان

عبارات ریاضی	روابط
$F_{AGR} = \left(\min\{l\}, \prod\{m\}, \max\{u\} \right)$	رابطه (۱)
$F_{AGR} = \left(\min\{l\}, \left\{ \frac{\sum m}{n} \right\}, \max\{u\} \right)$	رابطه (۲)
$F_{AVE} = \left(\left\{ \frac{\sum l}{n} \right\}, \left\{ \frac{\sum m}{n} \right\}, \left\{ \frac{\sum u}{n} \right\} \right)$	رابطه (۳)

جدول ۳: اعداد فازی مثلثی حاصل از تجمیع دیدگاه خبرگان برای معیار Z_j

عبارات ریاضی	ویژگی	روابط
$\tau_j = (L_j; M_j; U_j)$	تابع حقیقی اعداد فازی مثلثی برای معیار Z_j	رابطه (۴)
$L_j = \min(X_{ij})$	حدافل مقدار ارزیابی‌ها برای معیار Z_j	رابطه (۵)
$M_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_{ij}}$	میانگین هندسی مقدار ارزیابی خبرگان از عملکرد معیار Z_j	رابطه (۶)
$U_j = \max(X_{ij})$	حداکثر مقدار ارزیابی‌ها برای معیار Z_j	رابطه (۷)

• گام سوم - فازی‌زدایی:

در روش منطق فازی، پژوهشگر قادر خواهد بود تا مجموع میانگین اعداد فازی مثلثی را توسط یک مقدار قطعی که دارای بهترین میانگین مربوطه است، خلاصه نماید. به عبارت دیگر، خروجی‌های نهایی یک سیستم فازی باید به مقادیر قطعی و قابل فهم تبدیل شوند که این عملیات را فازی‌زدایی می‌گویند. چنانچه اعداد غیرفازی شده هر یک از مولفه‌ها و شاخص‌ها، بیشتر از ۰/۷ باشد، به معنی تایید هر یک از اجزاء مدل تفسیر می‌شود [13].

جدول ۴: پارامترهای فازی‌زدایی (همان منبع)

عبارات ریاضی	روابط
$x_m^1 = \frac{L + M + U}{3}$	رابطه (۸)
$x_m^1 = \frac{L+M+U}{3}; x_m^2 = \frac{L+2M+U}{4}; x_m^3 = \frac{L+4M+U}{6}$ $x_m^2 = \frac{L+2M+U}{4}; x_m^3 = \frac{L+4M+U}{6}$ Crisp number = $Z^* = \max(x_{max}^1, x_{max}^2, x_{max}^3)$	رابطه (۹)
$DF_{ij} = \frac{[(u_{ij} - l_{ij}) + (m_{ij} - l_{ij})]}{3} + l_{ij}$	رابطه (۱۰)

• گام چهارم - محاسبه میزان اختلاف نظر خبرگان:

در گام آخر بخش ابتدایی تهیه اطلاعات پژوهش، تکرار مراحل دلفی تا آنجا پیش خواهد رفت که اختلاف نظر خبرگان میان دو مرحله نظرسنجی، به کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰,۲) برسد که در این صورت، فرآیند نظرسنجی متوقف می‌شود [14]. پس از آشنایی اولیه با چهار گام اصلی فاز نخست پژوهش (فاز شناخت)، در قسمت بعدی، فرآیند آماری-تحلیلی مربوط به هر بخش ارائه خواهد شد:

۴-۱- جمع‌آوری اطلاعات ادبیات تحقیق (مطالعات کتابخانه‌ای)

ابتدا به منظور مدل‌سازی معماری بومی با روش منطق فازی، لازم است عوامل اصلی مدل پژوهش شناسایی شوند. لذا پرسش اصلی این مرحله به این صورت تعریف می‌شود:

"عوامل موثر در مدل‌سازی معماری بومی کدامند؟"

در راستاء دستیابی به اهداف تحقیق از طریق مرور نظام‌مند، در ابتدا ۱۸۳ مقاله شناسایی شد، اما ۱۲۸ مقاله در حوزه معماری بومی قابلیت بررسی داشت و مطالعه گردید. در نهایت فقط ۵۰ مقاله موثر پیرامون توسعه رویکرد آموزشی پژوهش شناسایی گردید. بدین منظور، با استفاده از روش تحقیق مطالعات کتابخانه‌ای، فهرست عوامل تشکیل‌دهنده مدل پژوهش در گام اول تکمیل گردید.

۴-۲- گام اول نظرسنجی نخبگان (مصاحبه نیمه ساختاریافته)

در این مرحله تعداد ۲۰ نفر از خبرگان، شامل ترکیبی از اعضاء شاغل در رده‌های مختلف حرفه‌های مرتبط با موضوعات پژوهش، به روش نمونه‌گیری قضاوتی^۱ و سپس گلوله برفی^۲ انتخاب شدند. در این مرحله، شاخص کفایت تعداد مصاحبه‌ها، اشباع نظری^۳ بود که بر اساس آن، پژوهشگران بدین نتیجه رسیدند که مصاحبه‌های بیشتر، اطلاعات بیشتری به اندوخته‌های فعلی مصاحبه‌ها اضافه نخواهد کرد. پس از شناسایی، خبرگان با هماهنگی قبلی به ترتیب مورد مصاحبه قرار گرفتند که قبل از انجام آن، رابطه مناسب جهت کسب رضایت برقرار شد، اهداف مطالعه بیان گشت و زمان و مکان انجام مصاحبه براساس توافق طرفین تعیین شد. سپس چند روز قبل از مصاحبه، متن سؤالات مصاحبه به

¹ Judgmental Sampling

² Snowball Sampling

³ Snowball Sampling

همراه یک مقدمه و توضیح کلید واژگان به کاررفته در مصاحبه برای آنها ارسال شد تا فرصت کافی جهت اندیشیدن به سؤالات را داشته باشند. مصاحبه‌ها به صورت حضوری و مکتوب انجام شد. در جریان مصاحبه، موضوعات کلیدی مطرح شده توسط مصاحبه‌شوندگان یادداشت و بعد از پایان هر قسمت از مصاحبه، ضمن خلاصه‌سازی از صحبت‌های مصاحبه‌شونده، نکات کلیدی مورد برداشت مصاحبه‌گر، جهت رد یا تأیید به آنها بازخورد داده شد که ممکن بود مورد بحث بیشتر و دقیق‌تر قرار گیرد، موضوعی که با ایجاد تعاملات علمی بیشتر، به روایی کار محقق افزود. با توجه به اطلاعات تهیه شده از مصاحبه‌های مختلف با خبرگان شاغل در گروه‌های شغلی متفاوت، نتایج حاصل از کدگذاری‌ها و تحلیل مصاحبه‌ها در جدول زیر قابل ملاحظه است:

جدول ۵: عوامل موثر در مدل‌سازی هوشمند معماری بومی (کدهای محتوایی مصاحبه‌ها)

ردیف	کد باز	کد خبره
۱	هارمونی در طراحی	۷-۲-
۲	برقراری تناسبات انسان-محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار	۱۶-
۳	عوامل کالبدی و عملکردی	۱۲-۱-
۴	طراحی در و پنجره با الهام از طبیعت	۱۶-
۵	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت با تکیه بر اصول معماری اقلیمی	۲۰-۱۹-۱۸-۱۳-۱۱-۱۰-۹-۸-۶-۵-۳-۲-
۶	توجه به فضای سبز محیطی	۱۰-۳-۲-۱-
۷	توجه به ارزش‌های زیست‌محیطی در معماری	۱۸-۱۰-۹-۸-۶-۴-۳-۱-
۸	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه با رویکرد کاهش مصرف انرژی	۱۹-۱۸-۱۱-۱۰-۹-۸-۶-۵-۳-۲-
۹	توجه به میراث فرهنگی و هنری منطقه	۲-
۱۰	توجه به مسیر باد و نور در معماری	۱۱-۸-۳-۲-
۱۱	طراحی و توسعه سیستم حراراتی و برودتی دوستدار محیط زیست ساختمان با استفاده از ظرفیت بومی موجود	۱۳-۸-۶-۲-
۱۲	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری بومی-محلی در دسترس	۱۰-۴-۳-
۱۳	قابلیت استفاده از دانش نهفته در معماری بومی در طراحی معماری روز و مدرن و مبارزه با معضل تغییر اقلیم و آلودگی	۷-۳-
۱۴	بهره‌گیری از اصول پایداری، شاخص‌های توسعه پایدار و معماری سبز	۱۴-۵-
۱۵	استفاده از طراحی گرافیکی محیطی جهت ایجاد حس ارگونومی	۵-

ردیف	کد باز	کد خبره
۱۶	فضاهای چندعملکردی	۱۹-۱۴-۶-
۱۷	وجود نماهای جذاب و ماندگار در ذهن	۱۴-۷-
۱۸	استفاده بهینه از فضاها	۸-
۱۹	هویت بخشی به فضاها	۲۰-

۳-۴- تلفیق اطلاعات ادبیات تحقیق و نظرات خبرگان (تحلیل تم)^۱

در ابتدا بایستی عنوان نمود که دلیل انتخاب روش تحلیل محتوای کیفی (تحلیل تم)^۲ برای بخش اول پژوهش، کمبود مطالعات و پیشینه پژوهشی در حوزه بررسی مولفه‌های معماری بومی و ارتباط آن با مطالعات فازی است. در پژوهش‌های کیفی، پژوهشگر از طریق روش‌ها و رویه‌های تفسیر، به درک پدیده‌ها از دیدگاه مشارکت‌کنندگان و در بستر نهادی و اجتماعی خاص آنها دست می‌یابد. لذا، پژوهش کیفی به‌جای اندازه‌گیری و ارزیابی پدیده‌ها، با معانی آنها سروکار دارد. بر اساس پژوهش کوربین و اشتراوس^۳ (۲۰۱۴)، در پژوهش‌های کیفی، داده‌ها نه به صورت عدد و رقم، بلکه به شکل واژه و جمله هستند. لذا در این تحقیق، پژوهشگران به دنبال ارائه مدلی هستند که با بیان مفاهیم و روابط میان آنها، بتواند مولفه‌های معماری بومی را مفهوم‌سازی نماید. برای دستیابی به این منظور، استراتژی مفهوم‌سازی تحلیل محتوای کیفی برگزیده می‌شود که محورهای کلیدی آن، کدها^۴، مقوله‌ها^۵ و تم‌ها^۶ هستند. در این تحقیق، پس از تهیه داده‌ها که براساس کلید واژگان کارشناسان و صاحب‌نظران حوزه‌های مختلف به‌دست آمده است، عبارات موردنظر دسته‌بندی شده و از هر عبارت، مفهوم یا مفاهیم کلیدی آن استنتاج می‌شود که به این مرحله، "کدگذاری نکات کلیدی" گفته می‌شود. در گام بعد، کدهای حاصل، تحلیل شده و آن دسته از کدها که با یکدیگر موضوعات مشترکی دارند، گروه‌بندی می‌شوند. این موضوعات مشترک، تحت عنوان "مقوله" شناخته می‌شود. پس از احصاء مقوله‌ها، مقوله‌های مشترک در کنار یکدیگر تشکیل یک "تم" را می‌دهند که دارای مفاهیمی کلان‌تر و انتزاعی‌تر هستند. شکل‌گیری مقوله‌ها و تم‌ها در نهایت، به ظهور نوعی دسته‌بندی کلیدی در ارتباط با اهداف پژوهش منجر خواهد شد. این دسته‌بندی می‌تواند در قالب یک مدل و متشکل از روابط ساده و یا چندگانه نمایش داده شود [15].

¹ Thematic analysis

² Qualitative Content Analysis: QCA

³ Corbin, J. and Strauss, A. (2014)

⁴ Code

⁵ Category

⁶ Theme

لذا، به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از مقالات منتخب و نظرات خبرگان در مصاحبه‌های پژوهش با استفاده از روش "تحلیل تم"، ابتدا متون مقالات و مصاحبه‌ها بررسی شده و کدگذاری گردید و از این طریق، مفاهیم متنوع مورد استفاده در این تحقیق استخراج شده‌اند. این مفاهیم با توجه به محتوای ظاهری، در قالب دسته‌های مفهومی که در واقع نشانگر یک مفهوم مستقل هستند، تقسیم‌بندی شده‌اند. این دسته‌ها که در قالب تم‌های مختلف تهیه شده براساس روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری در قالب یک نقشه مفهومی، ارائه خواهد شد. اصلی‌ترین تم‌های استخراج شده از تحقیق حاضر به شرح ذیل می‌باشند:

جدول ۶: عوامل موثر در مدل‌سازی هوشمند معماری بومی (تلفیق نظرات خبرگان و مقالات)

ردیف	کد باز	کد خبره	مقالات
۱	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی		ضرغامی و همکاران (۲۰۱۶)، یوسفی مقدم (۲۰۱۴) [16] [17]
۲	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید		نگوین و همکاران (۲۰۱۹)، کزیمی (۲۰۱۸) [12] [18]
۳	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)		ضرغامی و همکاران (۲۰۱۶)، سلمان (۲۰۱۸) [11] [16]
۴	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه		جهان آرا و همکاران (۲۰۲۳) [19]
۵	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی	۲-۷-	(کارباش و هیزلی، ۲۰۱۶)، ابوغزه (۱۹۹۷) [20] [21]
۶	در نظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم	۱۶-	جهان آرا و همکاران (۲۰۲۳)، کرل (۲۰۰۶) [10] [19]
۷	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبسندگی)	۱-۱۲-	اسکوئیث و ولینگا (۲۰۰۶)، کزیمی (۲۰۱۸) [12] [22]
۸	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی	۱۶-	ازورهن و ازورهن (۲۰۲۰) [23]
۹	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۲-۳-۵-۶-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۳-۱۸-	نگوین و همکاران (۲۰۱۹)، سلمان (۲۰۱۸) [11] [18]
۱۰	توجه به پایداری زیست‌محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۱-۳-۲-۱۰-	جهان آرا و همکاران (۲۰۲۳)، کارباش و هیزلی (۲۰۱۶) [19] [20]

ردیف	کد باز	کد خبره	مقالات
۱۱	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)		کارباش و هیزلی (۲۰۱۶) [20]
۱۲	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از منابع انرژی	۱-۳-۴-۸-۹-۱۰-۱۸-	نگوین و همکاران (۲۰۱۹)، سلمان (۲۰۱۸) [18] [11]
۱۳	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی-اسلامی		
۱۴	برقراری تناسبات انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)		کزیمی (۲۰۱۸)، یوسفی مقدم (۲۰۱۴) [12] [17]
۱۵	در نظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران	۲-۳-۵-۶-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۸-۱۹-	یوسفی مقدم (۲۰۱۴) [17]
۱۶	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی	۵-	اسکوئیت و ولینگا (۲۰۰۶) [22]
۱۷	در نظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی و عملکردی در طراحی معماری بومی	۲-	ابوغزه (۱۹۹۷) [21]
۱۸	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی	۲-۳-۸-۱۱-	ضرغامی و همکاران (۲۰۱۶) [16]
۱۹	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت-محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود	۲-۶-۸-۱۳-	
۲۰	پرهیز از بیهودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چند عملکردی	۳-۴-۱۰-	
۲۱	توجه به خلق و توسعه فضای سبز محیطی	۳-۱۶-	
۲۲	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت	۵-۱۴-	سلمان (۲۰۱۸)، بیردار و ماما (۲۰۱۷) [11] [24]
۲۳	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)	۵-	
۲۴	تبیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه	۶-۱۴-۱۹-	بیردار و ماما (۲۰۱۷) [24]
۲۵	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده	۷-۱۴-	ضرغامی و همکاران (۲۰۱۶)، ازورهن و ازورهن (۲۰۲۰) [16] [23]
۲۶	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان-محور	۸-	
۲۷	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مساله بومی	۸-	

ردیف	کد باز	کد خبره	مقالات
۲۸	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم	۱۱-	جهان آرا و همکاران (۲۰۲۳) [19]

۴-۴- گام دوم نظرسنجی نخبگان (پرسش نامه)

با توجه به اهمیت فوق العاده‌ای که تعیین متخصصان به منظور تشکیل گروه خبره پژوهش دارد، لذا مجدداً تعداد ۲۰ نفر از خبرگان، شامل ترکیبی از اساتید دانشگاه و اعضاء شاغل در رده‌های مختلف حرفه‌ای، انتخاب شده و عوامل احصاء شده به ایشان ارائه گردید. شرط انتخاب اعضاء گروه خبرگان، وجود سابقه کاری حداقل ۶ سال در نظر گرفته شده است و سعی گردید تا بیشتر از نظرات افرادی استفاده شود که علاوه بر تجربه آکادمیک، سوابق کاری لازم در زمینه موضوع تحقیق داشته باشند. در ادامه نیز از خبرگان درخواست شد تا نظرات خود پیرامون میزان اثرگذاری آموزش عوامل تهیه شده در زمینه معرفی ارزش‌های پایدار معماری بومی ایرانی-اسلامی را از طریق یک پرسش‌نامه و بر اساس طیف پنجگانه لیکرت اعلام نمایند. بدین منظور، خبرگان نظرات خود را در رابطه با میزان اهمیت عوامل شناسایی شده به وسیله گویه‌های "خیلی کم"، "کم"، "متوسط"، "زیاد" و "خیلی زیاد" بیان نمودند.

جدول ۷: عوامل موثر در مدل‌سازی هوشمند معماری بومی (توزیع فراوانی نظرات خبرگان)

میانگین	شماره خبره																	شناسه			
	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴		۳	۲	۱
۴,۴	۴	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۴	R1
۴,۵۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۴	R2
۴,۲۵	۴	۴	۴	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۴	۳	۴	۴	R3
۳,۵۵	۲	۴	۳	۵	۵	۳	۵	۲	۴	۱	۵	۴	۴	۴	۳	۲	۴	۴	۳	۴	R4
۴,۲۵	۳	۵	۵	۵	۴	۳	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۳	۴	۴	R5
۴,۴۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۵	۴	R6
۴,۲	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۳	۴	۴	۲	۲	R7
۳,۸	۴	۵	۱	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۴	R8
۳,۸۵	۴	۵	۵	۴	۳	۵	۵	۳	۴	۵	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۴	۲	R9

۳,۷	۴	۵	۲	۴	۴	۲	۵	۳	۴	۵	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۳	۴	۴	R10	
۳,۵۵	۴	۴	۲	۴	۲	۲	۴	۴	۴	۵	۵	۳	۴	۴	۳	۳	۴	۳	۲	۴	R11
۳,۳۵	۲	۵	۲	۵	۲	۱	۴	۲	۴	۵	۵	۳	۲	۲	۴	۵	۳	۳	۴	۲	R12
۳,۴۵	۴	۵	۲	۴	۲	۴	۴	۴	۴	۵	۳	۳	۲	۲	۳	۴	۳	۲	۴	۴	R13
۳,۸	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۳	۵	۴	۵	۵	۴	۲	۲	۴	۴	۴	۲	۳	۴	R14
۳,۷۵	۴	۳	۴	۴	۲	۴	۳	۵	۴	۵	۵	۴	۲	۲	۴	۴	۴	۲	۴	۵	R15
۴,۱	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۵	۲	۲	۴	۲	۴	۳	۴	۵	R16
۴,۰۵	۴	۴	۴	۵	۳	۵	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۲	۴	R17
۴	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۳	۵	۴	۴	۴	۳	۲	۳	۴	۵	R18
۳,۹	۴	۴	۴	۴	۲	۴	۴	۳	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۴	۳	R19
۳,۵	۲	۴	۴	۴	۲	۲	۴	۲	۴	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۲	۳	۲	۴	۳	R20
۴,۳	۴	۴	۵	۵	۲	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۵	۵	R21
۴	۴	۴	۴	۵	۲	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۲	۴	R22
۴,۲۵	۴	۴	۴	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۵	۳	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۲	۴	۵	R23
۳,۷۵	۴	۴	۳	۴	۲	۳	۴	۴	۴	۵	۴	۵	۳	۳	۴	۲	۴	۴	۴	۴	R24
۳,۹۵	۴	۵	۲	۵	۴	۳	۴	۵	۴	۵	۲	۵	۴	۴	۴	۲	۴	۴	۴	۵	R25
۳,۷۵	۴	۲	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۵	۵	۲	۵	۲	۲	۳	۵	۴	۴	۲	۵	R26
۳,۶۵	۴	۴	۲	۴	۳	۴	۴	۲	۴	۵	۲	۵	۴	۴	۴	۳	۴	۵	۲	۴	R27
۴,۰۵	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۳	۴	۳	۳	۴	۴	۳	۴	۴	۵	R28

جدول ۸: عوامل موثر در مدل‌سازی هوشمند معماری بومی (نظرسنجی مجدد خبرگان)

شناسه	عامل	میانگین	انحراف معیار	آماره t	سطح معنی‌داری	نتیجه
R1	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی	۴,۴	۰,۵	۱۲,۴۶	۰,۰۰۰۱	تأیید
R2	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید	۴,۵۵	۰,۵۱	۱۳,۵۸	۰,۰۰۰۱	تأیید

R3	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)	۴,۲۵	۰,۵۵	۱۰,۱۶	۰,۰۰۰۱	تأیید
R4	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه	۳,۵۵	۱,۱۵	۲,۱۵	۰,۰۴۵	تأیید
R5	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی	۴,۲۵	۰,۷۲	۷,۸	۰,۰۰۰۱	تأیید
R6	درنظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم	۴,۴۵	۰,۵۱	۱۲,۷	۰,۰۰۰۱	تأیید
R7	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبسندگی)	۴,۲	۰,۹۵	۵,۶۴	۰,۰۰۰۱	تأیید
R8	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی	۳,۸	۰,۸۹	۴	۰,۰۰۱	تأیید
R9	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۳,۸۵	۰,۹۳	۴,۰۷	۰,۰۰۱	تأیید
R10	توجه به پایداری زیست‌محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۳,۷	۰,۸۶	۳,۶۲	۰,۰۰۲	تأیید
R11	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۳,۵۵	۰,۸۹	۲,۷۷	۰,۰۱۲	تأیید
R12	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از منابع انرژی	۳,۳۵	۱,۲۷	۱,۲۳	۰,۲۳۲	تأیید
R13	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی-اسلامی	۳,۴۵	۰,۹۴	۲,۱۳	۰,۰۲۵	تأیید
R14	برقراری تناسبات انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)	۳,۸	۰,۹۵	۳,۷۶	۰,۰۰۱	تأیید
R15	درنظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران	۳,۷۵	۰,۹۷	۳,۴۷	۰,۰۰۳	تأیید
R16	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی	۴,۱	۱,۰۷	۴,۵۹	۰,۰۰۰۱	تأیید
R17	درنظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی و عملکردی در طراحی معماری بومی	۴,۰۵	۰,۷۶	۶,۱۹	۰,۰۰۰۱	تأیید
R18	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی	۴	۰,۷۹	۵,۶۳	۰,۰۰۰۱	تأیید

R19	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت- محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود	۳,۹	۰,۶۴	۶,۲۸	۰,۰۰۰۱	تأیید
R20	پرهیز از بیهودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چندعملکردی	۳,۵	۰,۹۵	۲,۳۶	۰,۰۲۹	تأیید
R21	توجه به خلق و توسعه فضای سبز محیطی	۴,۳	۰,۸	۷,۲۶	۰,۰۰۰۱	تأیید
R22	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت	۴,۱۵	۰,۹۳	۵,۵۱	۰,۰۰۰۱	تأیید
R23	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)	۳,۸۵	۰,۹۳	۴,۰۷	۰,۰۰۱	تأیید
R24	تبیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه	۴,۲	۰,۶۲	۸,۷۲	۰,۰۰۰۱	تأیید
R25	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده	۴	۰,۸۶	۵,۲۱	۰,۰۰۰۱	تأیید
R26	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان-محور	۴,۲۵	۰,۷۹	۷,۱۱	۰,۰۰۰۱	تأیید
R27	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مسئله بومی	۳,۷۵	۰,۷۲	۴,۶۸	۰,۰۰۰۱	تأیید
R28	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم	۴,۰۵	۰,۶۹	۶,۸۴	۰,۰۰۰۱	تأیید

همان‌گونه که از نتایج جدول نظرات خبرگان ملاحظه می‌گردد، از میان ۲۸ عامل از قبل تعیین شده، کلیه شاخص‌ها قابل قبول شناسایی شدند. لذا، در گام بعد و به منظور تعیین روایی پرسش‌نامه، از روش تحلیل محتوا استفاده شد، بدین صورت که پس از گرفتن پاسخ افراد، به گزینه‌های بی‌اهمیت تا متوسط، کد صفر و با اهمیت و بسیار با اهمیت، کد یک اختصاص داده شد. اولین گام در تعیین روایی آزمون، بررسی روایی محتوایی است. روایی محتوایی به تحلیل منطقی محتوای یک آزمون بستگی دارد که تعیین آن بر اساس میزان قضاوت ذهنی و فردی افراد صورت می‌گیرد. در این روش، سوالات آزمون در اختیار متخصصان یا برخی آزمودنی‌ها گذاشته شده و از آنان درخواست می‌شود تا مشخص نمایند که

آیا سوالات آزمون، صفت مورد نظر را به درستی اندازه‌گیری می‌نماید یا خیر و اینکه سوالات، کل محتوای آزمون را در بر می‌گیرد یا خیر. در صورتی که میان نظرات افراد مختلف در زمینه روایی آزمون، توافق بالایی وجود داشته باشد، آن آزمون دارای روایی محتوایی است که بر دو نوع روایی صوری و منطقی تعریف می‌شود [25]. بر اساس تعداد متخصصانی که سوالات پرسش‌نامه پژوهش را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، حداقل مقدار CVR قابل قبول بایستی بر اساس جدول زیر باشد. لذا، سوالاتی که مقدار CVR محاسبه شده برای آنها، کمتر از میزان مورد نظر و با توجه به تعداد متخصصان ارزیابی کننده سوالات باشد، بایستی از آزمون کنار گذاشته شوند، چرا که بر اساس شاخص روایی محتوایی از مقادیر قابل قبولی برخوردار نخواهند بود.

جدول ۹: عوامل موثر در مدل‌سازی هوشمند معماری بومی (مقادیر شاخص CVR)

شناسه	عامل	بی اهمیت (کد صفر)	با اهمیت (کد یک)	CVR
R1	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی	۱۷	۳	۰,۷
R2	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید	۱۸	۲	۰,۸
R3	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)	۲۰	۰	۱
R4	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه	۲۰	۰	۱
R5	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی	۲۰	۰	۱
R6	در نظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم	۲۰	۰	۱
R7	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبستگی)	۱۶	۴	۰,۶
R8	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی	۲۰	۰	۱
R9	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۲۰	۰	۱
R10	توجه به پایداری زیست‌محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۲۰	۰	۱

R11	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۱۸	۲	۰,۸
R12	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از منابع انرژی	۱۹	۱	۰,۹
R13	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی - اسلامی	۱۹	۱	۰,۹
R14	برقراری تناسب انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)	۱۸	۲	۰,۸
R15	در نظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران	۱۸	۲	۰,۸
R16	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی	۱۷	۳	۰,۷
R17	در نظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی در طراحی معماری بومی	۱۴	۶	۰,۴
R18	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی	۱۶	۴	۰,۶
R19	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت - محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود	۱۷	۳	۰,۷
R20	پرهیز از بهبودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چندعملکردی	۱۷	۳	۰,۷
R21	توجه به خلق و توسعه فضا سبز محیطی	۱۷	۳	۰,۷
R22	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت	۱۹	۱	۰,۹
R23	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)	۱۹	۱	۰,۹
R24	تبیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه	۲۰	۰	۱
R25	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده	۱۸	۲	۰,۸
R26	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان - محور	۱۶	۴	۰,۶
R27	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مساله بومی	۱۶	۴	۰,۶
R28	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم	۲۰	۰	۱

بر اساس اطلاعات مندرج در جدول، حداقل مقدار CVR قابل قبول بر اساس تعداد ۲۰ نفر ارزیاب، ۰/۶ است. همان‌طور که در جدول بالا نیز نشان داده شده است، ضریب همه مضامین استخراج شده بالاتر از ۰/۶ است. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که از نظر کلیه ارزیابان مدل پژوهش، همه مضامین تشکیل‌دهنده مدل اصلی، حائز اهمیت تشخیص

داده شده‌اند. لازم به ذکر است که جهت ارزیابی توافق کدگذاران، از ضریب هولستی استفاده شده است که فرمول آن عبارت است از:

$$PAo = \frac{2A}{N1 + N2} = \frac{2 \times 311}{336 + 327} = 0.938 \quad (1)$$

در این فرمول، ضریب توافق^۱، درصد توافق مشاهده شده (ضریب پایایی)، N ، تعداد توافق در دو مرحله کدگذاری، $N1$ تعداد تعداد واحد کدگذاشته در مرحله اول و $N2$ ، تعداد واحدهای کدگذاشته در مرحله دوم است. این رقم، بین صفر (هیچ توافق) تا یک (توافق کامل) متغیر است. لازم به ذکر است که به منظور حصول پایایی مناسب در مطالعات کیفی، توافق در همسانی رمز گذاری باید حداقل ۸۰٪ باشد [25] که در این پژوهش، ضریب هولستی بدست آمده برابر ۰/۹۳۸ بوده و نشان‌دهنده میزان پایایی قابل قبول و توافق در همسانی رمزگذاری است. پس از تدوین سوالات اولیه و به منظور اعتبارسنجی پرسش‌نامه، ابتدا فرم اظهارنظر در خصوص اعتبار بسته مورد نظر، تدوین و سپس جهت اظهارنظر در اختیار ۲۰ تن از اساتید و متخصصان قرار گرفت که میزان توافق ارزیابان، از طریق محاسبه ضریب آلفای کریپندورف و به وسیله نرم افزار R مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این زمینه استفاده از آماره ضریب کریپندورف، یکی دیگر از ابزارهای آماری مناسب به عنوان یک ضریب پایایی توسعه یافته و معیاری برای اندازه‌گیری اعتبار تحلیل کیفی بود. سپس، آنالیز مورد نظر در نرم‌افزار R اجرا شد. لازم به ذکر است که میزان ضریب تعریف شده مناسب برای توافق بین ارزیابان، حداقل باید بیشتر از ۰/۶۷ باشد که با توجه به ضرایب به دست آمده، این مقدار در پژوهش حاضر، برابر با ۰/۸۳ است. لذا نتیجه‌گیری می‌شود که میزان توافق میان نظرات ارزیابان در مورد پرسش‌نامه تهیه شده، بالا بوده و پرسش‌نامه پژوهشگر از اعتبار کافی و لازم جهت تهیه اطلاعات پژوهش برخوردار است.

۴-۵- گام اول مطالعات فازی: تحلیل شاخص‌ها

در گام اول این بخش از تحقیق، پژوهشگران به دنبال تحلیل فازی شاخص‌های پژوهش و تبیین شبکه روابط میان مولفه‌های معماری بومی با مدل‌سازی فازی خواهند بود. لذا، در این مرحله، متغیرهای کلامی مرتبط با دیدگاه خبرگان، به صورت اعداد فازی مثلثی (l, m, u) تعریف شده‌اند که به ترتیب نشانگر کمترین ارزش ممکن، محتمل‌ترین ارزش و بیشترین ارزش ممکن که یک رویداد فازی را توضیح می‌دهند، هستند.

^۱ Percentage of Agreement Observation: PAO

جدول ۱۰: نتایج نظرسنجی گام اول تحلیل فازی شاخص‌ها

نتایج	Crisp	U	M	L	کد	شاخص‌ها
پذیرش	۰,۸۰۸	۰,۹۵۰	۰,۸۳۵	۰,۶۴۰	R1	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی
پذیرش	۰,۸۰۸	۰,۹۴۵	۰,۸۳۸	۰,۶۴۳	R2	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید
پذیرش	۰,۷۷۵	۰,۹۳۰	۰,۸۰۵	۰,۵۹۰	R3	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)
پذیرش	۰,۷۹۸	۰,۹۳۸	۰,۸۲۵	۰,۶۳۳	R4	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه
پذیرش	۰,۷۹۶	۰,۹۴۵	۰,۸۲۳	۰,۶۲۰	R5	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی
پذیرش	۰,۷۸۸	۰,۹۳۵	۰,۸۱۸	۰,۶۱۰	R6	درنظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم
پذیرش	۰,۸۰۰	۰,۹۴۵	۰,۸۲۸	۰,۹۲۸	R7	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبستگی)
پذیرش	۰,۷۸۳	۰,۹۴۰	۰,۸۱۰	۰,۶۰۰	R8	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی
پذیرش	۰,۷۸۲	۰,۹۳۳	۰,۸۰۸	۰,۶۰۵	R9	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
پذیرش	۰,۸۱۷	۰,۹۵۰	۰,۸۴۵	۰,۶۵۵	R10	توجه به پایداری زیست‌محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
پذیرش	۰,۸۰۳	۰,۹۳۸	۰,۸۳۰	۰,۶۴۰	R11	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
پذیرش	۰,۷۸۳	۰,۹۳۵	۰,۸۱۳	۰,۶۰۳	R12	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از انرژی
پذیرش	۰,۷۸۳	۰,۹۴۰	۰,۸۱۰	۰,۶۰۰	R13	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی-اسلامی
پذیرش	۰,۷۶۹	۰,۹۲۸	۰,۷۹۵	۰,۵۸۵	R14	برقراری تناسبات انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)

پذیرش	۰,۸۱۹	۰,۹۴۸	۰,۸۴۵	۰,۶۶۵	R15	در نظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران
پذیرش	۰,۷۹۲	۰,۹۴۰	۰,۸۲۰	۰,۶۱۵	R16	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی
پذیرش	۰,۸۱۷	۰,۹۵۰	۰,۸۴۵	۰,۶۵۵	R17	در نظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی و عملکردی در طراحی معماری بومی
پذیرش	۰,۷۸۳	۰,۹۴۰	۰,۸۱۰	۰,۶۰۰	R18	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی
پذیرش	۰,۷۷۹	۰,۹۳۰	۰,۸۱۰	۰,۵۹۸	R19	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت- محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود
پذیرش	۰,۸۲۹	۰,۹۵۵	۰,۸۵۸	۰,۶۷۵	R20	پرهیز از بیهودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چندعملکردی
پذیرش	۰,۸۴۲	۰,۹۶۰	۰,۸۷۰	۰,۶۹۵	R21	توجه به خلق و توسعه فضا سبز محیطی
پذیرش	۰,۷۸۸	۰,۹۴۰	۰,۸۱۵	۰,۶۰۸	R22	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت
پذیرش	۰,۸۲۱	۰,۹۵۵	۰,۸۴۸	۰,۶۶۰	R23	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)
پذیرش	۰,۷۹۲	۰,۹۴۰	۰,۸۲۰	۰,۶۱۵	R24	تبیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه
پذیرش	۰,۷۴۶	۰,۹۱۵	۰,۷۷۸	۰,۵۴۵	R25	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده
پذیرش	۰,۸۰۰	۰,۹۵۰	۰,۸۲۵	۰,۶۲۵	R26	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان- محور
پذیرش	۰,۷۶۳	۰,۹۲۵	۰,۷۹۳	۰,۵۷۰	R27	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مساله بومی

پذیرش	۰,۸۱۳	۰,۹۵۵	۰,۸۳۸	۰,۶۴۵	R28	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم
-------	-------	-------	-------	-------	------------	---

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۱۰، تمامی شاخص‌ها دارای عدد *Crisp* بیشتر از ۰/۷ بودند که نشانگر تایید شاخص‌های بدست آمده از نظرات خبرگان است.

۴-۶- گام دوم مطالعات فازی: تحلیل دلفی فازی شاخص‌ها

پس از انجام فرآیند غربال‌گیری در گام اول تحلیل فازی و تایید و پذیرش شاخص‌ها توسط خبرگان، نوبت به گام دوم رسید. در این مرحله از آزمون خبرگی، بار دیگر این شاخص‌ها در معرض قضاوت خبرگان قرار گرفت و سپس میزان اختلاف نظر خبرگان در دو مرحله روش دلفی فازی محاسبه شد. در کل تکرار مراحل دلفی تا آنجا پیش رفت که اختلاف نظر خبرگان بین دو مرحله نظرسنجی، به کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰,۲) رسید که در این شرایط، فرآیند نظرسنجی متوقف شد. لذا، مراحل زیر به تفکیک متغیرها، مبین نتایج این مرحله از پژوهش می‌باشد:

جدول ۱۱: نتایج نظرسنجی گام دوم تحلیل فازی

نتایج	Crisp	U	M	L	کد	شاخص‌ها
پذیرش	۰,۸۱۳	۰,۹۵۰	۰,۸۴۰	۰,۶۴۸	R1	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی
پذیرش	۰,۸۲۱	۰,۹۵۰	۰,۸۵۰	۰,۶۶۳	R2	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید
پذیرش	۰,۸۳۳	۰,۹۵۵	۰,۸۶۳	۰,۶۸۳	R3	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)
پذیرش	۰,۸۲۹	۰,۹۵۰	۰,۸۶۰	۰,۶۷۸	R4	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه
پذیرش	۰,۸۴۲	۰,۹۶۰	۰,۸۷۰	۰,۶۹۵	R5	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی
پذیرش	۰,۸۰۸	۰,۹۴۵	۰,۸۳۸	۰,۶۴۳	R6	در نظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم

پذیرش	۰,۸۱۹	۰,۹۴۸	۰,۸۴۵	۰,۶۶۵	R7	استفاده از مصالح بوم آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبستگی)
پذیرش	۰,۸۷۹	۰,۹۷۰	۰,۹۱۰	۰,۷۵۸	R8	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی
پذیرش	۰,۸۴۶	۰,۹۶۰	۰,۸۷۵	۰,۷۰۳	R9	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
پذیرش	۰,۸۵۴	۰,۹۶۰	۰,۸۸۵	۰,۷۱۸	R10	توجه به پایداری زیست‌محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
پذیرش	۰,۸۲۵	۰,۹۵۵	۰,۸۵۳	۰,۶۶۸	R11	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
پذیرش	۰,۸۴۲	۰,۹۵۵	۰,۸۷۳	۰,۶۹۸	R12	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از منابع انرژی
پذیرش	۰,۸۵۴	۰,۹۶۵	۰,۸۸۳	۰,۷۱۵	R13	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی-اسلامی
پذیرش	۰,۸۶۳	۰,۹۷۰	۰,۸۹۰	۰,۷۲۸	R14	برقراری تناسبات انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)
پذیرش	۰,۸۵۸	۰,۹۶۵	۰,۸۸۸	۰,۷۲۳	R15	در نظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران
پذیرش	۰,۸۴۲	۰,۹۶۰	۰,۸۷۰	۰,۶۹۵	R16	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی
پذیرش	۰,۸۵۸	۰,۹۷۰	۰,۸۸۵	۰,۷۲۰	R17	در نظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی و عملکردی در طراحی معماری بومی
پذیرش	۰,۸۲۹	۰,۹۵۵	۰,۸۵۸	۰,۶۷۵	R18	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی
پذیرش	۰,۷۹۰	۰,۹۲۸	۰,۸۲۰	۰,۶۲۳	R19	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت-محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود
پذیرش	۰,۸۴۲	۰,۹۶۵	۰,۸۶۸	۰,۶۹۳	R20	پرهیز از بهبودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چندعملکردی
پذیرش	۰,۸۵۴	۰,۹۶۰	۰,۸۸۵	۰,۷۱۸	R21	توجه به خلق و توسعه فضا سبز محیطی

پذیرش	۰,۸۵۴	۰,۹۷	۰,۸۸	۰,۷۱۳	R22	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت
پذیرش	۰,۸۲۳	۰,۹۴۸	۰,۸۵۰	۰,۶۷۳	R23	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)
پذیرش	۰,۸۱۳	۰,۹۵۰	۰,۸۴۰	۰,۶۴۸	R24	تبیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه
پذیرش	۰,۸۱۳	۰,۹۴۵	۰,۸۴۳	۰,۶۵	R25	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده
پذیرش	۰,۸۱۱	۰,۹۴۳	۰,۸۳۸	۰,۶۵۳	R26	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان-محور
پذیرش	۰,۸۶۷	۰,۹۷	۰,۸۹۵	۰,۷۳۵	R27	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مساله بومی
پذیرش	۰,۸۲۱	۰,۹۵۵	۰,۸۴۸	۰,۶۶	R28	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم

جدول ۱۲: فاصله مقدار قطعی گام اول و دوم تحلیل فازی

کد	شاخص	مقدار قطعی گام ۲	مقدار قطعی گام ۱	اختلاف	نتایج
R1	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی	۰,۸۱۳	۰,۸۰۸	۰,۰۰۴	توافق
R2	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید	۰,۸۲۱	۰,۸۰۸	۰,۰۱۳	توافق
R3	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)	۰,۸۳۳	۰,۷۷۵	۰,۰۵۸	توافق
R4	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه	۰,۸۲۹	۰,۷۹۸	۰,۰۳۱	توافق

R5	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی	۰,۸۴۲	۰,۷۹۶	۰,۰۴۶	توافق
R6	در نظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم	۰,۸۰۸	۰,۷۸۸	۰,۰۲۱	توافق
R7	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبستگی)	۰,۸۱۹	۰,۸	۰,۰۱۹	توافق
R8	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی	۰,۸۷۹	۰,۷۸۳	۰,۰۹۶	توافق
R9	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۰,۸۴۶	۰,۷۸۲	۰,۰۶۴	توافق
R10	توجه به پایداری زیست محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۰,۸۵۴	۰,۸۱۷	۰,۰۳۷	توافق
R11	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)	۰,۸۲۵	۰,۸۰۳	۰,۰۲۳	توافق
R12	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از منابع انرژی	۰,۸۴۲	۰,۷۸۳	۰,۰۵۸	توافق
R13	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی-اسلامی	۰,۸۵۴	۰,۷۸۳	۰,۰۷۱	توافق
R14	برقراری تناسبات انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)	۰,۸۶۳	۰,۷۶۹	۰,۰۹۳	توافق
R15	در نظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران	۰,۸۵۸	۰,۸۱۹	۰,۰۳۹	توافق
R16	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی	۰,۸۴۲	۰,۷۹۲	۰,۰۵	توافق
R17	در نظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی و عملکردی در طراحی معماری بومی	۰,۸۵۸	۰,۸۱۷	۰,۰۴۲	توافق
R18	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی	۰,۸۲۹	۰,۷۸۳	۰,۰۴۶	توافق
R19	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت-محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود	۰,۷۹	۰,۷۷۹	۰,۰۱۱	توافق
R20	پرهیز از بهبودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چندعملکردی	۰,۸۴۲	۰,۸۲۹	۰,۰۱۳	توافق

R21	توجه به خلق و توسعه فضا سبز محیطی	۰,۸۵۴	۰,۸۴۲	۰,۰۱۳	توافق
R22	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت	۰,۸۵۴	۰,۷۸۸	۰,۰۶۷	توافق
R23	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)	۰,۸۲۳	۰,۸۲۱	۰,۰۰۲	توافق
R24	تبیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه	۰,۸۱۳	۰,۷۹۲	۰,۰۲۱	توافق
R25	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده	۰,۸۱۳	۰,۷۴۶	۰,۰۶۷	توافق
R26	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان-محور	۰,۸۱۱	۰,۸	۰,۰۱۱	توافق
R27	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مساله بومی	۰,۸۶۷	۰,۷۶۳	۰,۱۰۴	توافق
R28	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم	۰,۸۲۱	۰,۸۱۳	۰,۰۰۸	توافق

با توجه به نتایج جداول بالا و معیار قرارداد "شاخص فازی زدایی Crisp"، هیچ شاخصی در دور دوم حذف نشد که این خود، نشانگر پایان گام‌های شناسایی عوامل تشکیل‌دهنده مدل پژوهش است. به طور کلی، یک رویکرد برای پایان شناسایی عوامل آن است که میانگین امتیازات سوالات گام اول و دوم با هم مقایسه شده و در صورتی که اختلاف میان دو مرحله، از حد آستانه خیلی کم (۰,۲) کوچکتر شود، فرآیند نظرسنجی متوقف می‌شود. بنابراین ۲۸ شاخص تأیید شده در دو گام، به عنوان شاخص‌های نهایی مدل تحقیق تعیین شدند. در پایان و با توجه به اطلاعات بدست آمده، میزان آنتروپی هر شاخص (E_j) به صورت زیر محاسبه می‌گردد و k به عنوان مقدار ثابت، مقدار E_j را بین ۰ و ۱ نگه می‌دارد. در این رابطه، مقدار m نشان دهنده تعداد گزینه‌هاست.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}), \quad k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (2)$$

در ادامه، مقدار d_j (درجه انحراف) محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (d_j) تا چه میزان، اطلاعات مفیدی جهت تصمیم‌گیری در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد. در حقیقت، هر چه میزان مقادیر اندازه‌گیری شده شاخصی به هم نزدیک باشند، نشان‌دهنده آن است که گزینه‌های رقیب از نظر آن شاخص، تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند؛ لذا نقش آن شاخص در تصمیم‌گیری، بایستی به همان اندازه کاهش یابد. در گام بعدی و با توجه به رابطه $d_j=1-E_j$ ، مقدار وزن W_j محاسبه می‌گردد. در واقع وزن معیار برابر با هر d_j تقسیم بر مجموع d_j ها می‌باشد. در نهایت، با استفاده از رابطه $W_j=d_j/\sum d_j$ ، محاسبات مربوط به شاخص آنتروپی برای ابعاد در جدول زیر تهیه شد. لازم به ذکر است وزن کمتر، نشان‌دهنده آن است که اثر شاخص، برای کلیه گزینه‌ها یکسان بوده و میزان اهمیت آن در تصمیم‌گیری نهایی جهت انتخاب گزینه‌ها ناچیز است.

جدول ۱۳: محاسبه رتبه شاخص‌ها با استفاده از آنتروپی شانون

وزن نرمال	درجه انحراف	محاسبه آنتروپی	مولفه‌ها
۰,۰۱۴	۰,۰۲	۰,۹۸	بهره‌برداری از منابع انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر با استفاده از الگوی بهینه‌سازی مصرف انرژی
۰,۰۱۳	۰,۰۱۸	۰,۹۸۲	مدیریت پایدار انرژی از طریق الگوبرداری و الهام از طبیعت با تمرکز بر مفهوم زیست تقلید
۰,۱۰۹	۰,۱۵۵	۰,۸۴۵	سازگاری با میراث، ارزش‌ها و تعاملات فرهنگی منطقه‌ای و نیازهای بومی (اصل مردم‌واری)
۰,۰۶	۰,۰۸۶	۰,۹۱۴	استفاده از ظرفیت و پتانسیل زیرساخت‌های فیزیکی، جغرافیایی و اکولوژیکی منطقه
۰,۱	۰,۱۴۳	۰,۸۵۷	تبدیل چالش‌ها و تهدیدهای زیست محیطی به فرصت، با تکیه بر اصول اولیه معماری اقلیمی
۰,۰۲	۰,۰۲۸	۰,۹۷۲	در نظرگیری نقش عوامل طبیعی (نور، باد، بارندگی و...) در طراحی بومی همساز با اقلیم
۰,۰۰۵	۰,۰۰۸	۰,۹۹۲	استفاده از مصالح بوم‌آورد و مقرون به صرفه، با رویکرد کاهش مصرف انرژی (اصل خودبسندگی)
۰,۰۲۱	۰,۰۳	۰,۹۷	استفاده از تکنیک‌های ساخت و ساز دوستدار محیط زیست، با کمترین آثار سوء زیست محیطی
۰,۰۰۸	۰,۰۱۱	۰,۹۸۹	توجه به پایداری اجتماعی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)

۰,۰۲۶	۰,۰۳۷	۰,۹۶۳	توجه به پایداری زیست‌محیطی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۹۹۹	توجه به پایداری اقتصادی در طراحی و معماری (اصول سه‌گانه توسعه پایدار)
۰,۰۰۳	۰,۰۰۴	۰,۹۹۶	بهره‌گیری از اصول پایداری و شاخص‌های معماری سبز با تاکید بر حفاظت از منابع انرژی
۰,۰۴۴	۰,۰۶۳	۰,۹۳۷	ترویج فرهنگ و سبک زندگی ایرانی-اسلامی
۰,۰۴۱	۰,۰۵۹	۰,۹۴۱	برقراری تناسبات انسان، محیط و معماری با تکیه بر اصول معماری پایدار (اصل کل‌گرایی)
۰,۰۱۲	۰,۰۱۸	۰,۹۸۲	در نظرگیری تاثیر روانشناسی محیطی بر طراحی معماری در جهت حفظ آسایش و رفاه کاربران
۰,۰۴۴	۰,۰۶۳	۰,۹۳۷	التزام به رعایت نظم هارمونی و هندسی در طراحی معماری بومی
۰,۰۲۳	۰,۰۳۳	۰,۹۶۷	در نظرگیری نقش مولفه‌های کالبدی و عملکردی در طراحی معماری بومی
۰,۰۱۹	۰,۰۲۶	۰,۹۷۴	استفاده از دانش، مهارت و فن‌آوری محلی و شیوه‌های پایدار بومی
۰,۰۰۹	۰,۰۱۳	۰,۹۸۷	طراحی و توسعه سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعت-محور با استفاده از ظرفیت اقلیم موجود
۰,۰۳۳	۰,۰۴۶	۰,۹۵۴	پرهیز از بهبودگی با استفاده حداکثری از پتانسیل فیزیکی موجود در خلق فضاهای چندعملکردی
۰,۰۳۶	۰,۰۵۱	۰,۹۴۹	توجه به خلق و توسعه فضا سبز محیطی
۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۹۹۸	ایجاد الگوی بهینه در توسعه و ترویج سبک زندگی پایدار از طریق همزیستی سازگار با طبیعت
۰,۰۰۸	۰,۰۱۲	۰,۹۸۸	طراحی سازه‌های مستحکم که هزینه تعمیرات و نگهداری را کاهش می‌دهد (اصل نیارش)
۰,۰۰۲	۰,۰۲۹	۰,۹۷۱	تعیین مبانی نمود فرهنگ در معماری از طریق ایجاد حس تعلق به مکان در مردمان بومی منطقه
۰,۰۰۸	۰,۰۱۱	۰,۹۸۹	بهره‌گیری از روش طراحی مینمالیسم با تاکید ویژه بر خلق کاربردی بودن فضاهای مورد استفاده
۰,۰۴۱	۰,۰۵۸	۰,۹۴۲	خلق نمادها و سمبل‌های فرهنگی مردمان بومی یک منطقه از طریق ایجاد طراحی مکان-محور
۰,۰۳۶	۰,۰۵۱	۰,۹۴۹	پرهیز از تقلیدگرایی از طریق طراحی و توسعه سازه‌های نوآور و پایدار با رویکرد حل مساله بومی

۰,۰۵۱	۰,۰۷۲	۰,۹۲۸	برخورداری از پتانسیل حل مسائل روزمره معاصر در مدیریت پایدار انرژی و مبارزه با تغییر اقلیم
-------	-------	-------	--

۵- بخش دوم- فاز آموزش

همان‌گونه که در مقدمه مقاله حاضر نیز بیان شد؛ به منظور تهیه و تحلیل داده‌های پژوهش، تحقیق حاضر از متد ترکیبی بهره برده است که این روش‌شناسی، یک رویکرد جامع و دقیق نسبت به آنالیز اثربخشی رویکرد آموزشی تحقیق ایجاد نموده است. از این رو، پس از تهیه اولیه مولفه‌های بیست و هشت گانه معماری بومی درگام اول پژوهش و آزمون آن با استفاده از تکنیک دلفی فازی؛ در گام بعدی و پس از اجراء دوره‌های آموزشی مرتبط در طول سال تحصیلی به منظور تعیین میزان یادگیری و درک دانش‌آموزان از مفاهیم مرتبط با اصول پایداری و معماری بومی، از ابزار پرسش‌نامه استفاده شده است که این تکنیک، به همراه مشاهدات میدانی، پژوهشگران را در پیگیری اهداف پژوهش یاری رسانده است. لازم به ذکر است که در این بخش و به منظور صحت سنجی اطلاعات به دست آمده از پرسش‌نامه دانش‌آموزان، پژوهشگران با استفاده از دو عامل "تحلیل اعتبار" و "تحلیل ویژگی‌های فردی" بار دیگر از مزایای تکنیک فازی بهره برده‌اند که اطلاعات آن در ادامه آورده شده است:

۶- سیستم‌های تحلیل فازی پرسش‌نامه

نظرسنجی‌های پژوهشی معمولاً با استفاده از پرسش‌نامه‌های کلاسیک صورت می‌گیرند که طی آن افراد به تعدادی سوال جواب می‌دهند و پاسخ‌های خام برای مطالعات بیشتر مورد تحلیل قرار می‌گیرند. با این حال، عموماً مقادیر زیادی عدم قطعیت و نویز در چنین اطلاعات جمع‌آوری شده‌ای وجود دارد که تاکنون برای تصحیح و پالایش آن، معمولاً با افزایش تعداد سوالات و همچنین تعداد افراد پاسخ دهنده، مشکل فوق حل می‌شده است. با این وجود، استفاده از الگوریتم‌های قوی‌تر در تحلیل داده‌ها نظیر سیستم‌های تحلیل فازی، می‌تواند در جبران‌سازی این عدم قطعیت‌ها و نویزها موثر باشد. هدفی که به دنبال حذف نویزهای ناخواسته و تحلیل مطلوب پاسخ‌ها بر مبنای ویژگی‌های افرادی که در نظرسنجی شرکت می‌کنند، می‌باشد.

همان‌گونه که در چکیده مقاله نیز عنوان شد، تجزیه و تحلیل و استخراج اطلاعات حاصل از نظرسنجی‌هایی که به منظور ارزیابی میزان اثربخشی رویکرد آموزشی برنامه پیشنهادی تحقیق حاضر انجام می‌شود، یکی دیگر از اهداف

اصلی به کارگیری تکنیک فازی در مدل‌سازی نهایی یافته‌های پژوهش خواهد بود. علت استفاده مجدد از رویکرد فازی در تحلیل نتایج پرسش‌نامه به این نکته اساسی برمی‌گردد که در نظرسنجی‌های متداول (کلاسیک)، با تمام افراد یک جمعیت آماری به صورت یکسان برخورد می‌شود، به گونه‌ای که تاثیر پاسخ‌ها در امتیاز کل، به ویژگی‌های فردی پرسش‌شونده، بستگی نخواهد داشت. در این حالت، امتیازات خام تعلق گرفته به پاسخ‌ها، به سادگی با یکدیگر جمع شده و در میانگین امتیاز هر پرسش، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این در حالی است که ارزش پاسخ به یک پرسش خاص، قطعاً به ویژگی‌های فرد پرسش‌شونده مرتبط است. لذا در سیستم فازی طراحی شده جهت پژوهش حاضر، امتیازات خام بر مبنای اینکه "چه کسی" و "چگونه" به پرسش مورد نظر پاسخ داده، تشدید و یا تضعیف می‌گردد. بدین منظور، دو سیستم مجزا در تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه‌های فاز اجرایی طراحی شده است که وظیفه‌ی کاهش و یا افزایش امتیازات را بر عهده خواهد داشت.

سیستم اول که سیستم "تحلیل اعتبار"¹ نامیده می‌شود، امتیاز تمامی پاسخ‌های یک برگه را بر مبنای اعتبار آن کاهش داده و یا ثابت نگاه می‌دارد. این سیستم فازی، اعتبار کلی یک پاسخ‌نامه را از طریق مشخص نمودن میزان تناقض در پاسخ‌های داده شده توسط پرسش‌شونده تعیین می‌کند. این سیستم به گونه‌ای طراحی شده است تا سهم پاسخ‌نامه‌هایی که تناقضات بیشتری را نشان می‌دهند، در نتیجه نهایی نظرسنجی کاهش دهد. این تناقضات معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که شخصی به طور تصادفی و بدون دقت، به پرسش‌ها پاسخ دهد که در این حالت، تناقض بر اساس میزان اختلاف در پاسخ به پرسش‌های مشابه تعریف شده است. بر این اساس، ویژگی تحلیل اعتبار، تاثیر پاسخ‌های تصادفی و فاقد اعتبار در یک نظرسنجی را شدیداً کاهش داده و به عبارت دیگر، تنها نظرات منطقی و مبتنی بر دقت نظر و توجه نظردهنده به سوالات را در محاسبه امتیازات نهایی در نظر می‌گیرد. بدین منظور، در مطالعات فازی پژوهش، سطوح پایین‌تر تناقض، به معنی بالا بودن درجه اعتبار پاسخ‌نامه است. لذا در این حالت، اگر یک فرد درباره سوالات به درستی تفکر کند و پاسخ دهد، تناقض بین پاسخ‌ها وجود نخواهد داشت [26].

سیستم دوم که سیستم "تحلیل ویژگی‌های فردی"² نامیده می‌شود، امتیاز پاسخ‌های داده شده به پرسش‌های مختلف را به صورت مجزا و بر مبنای ویژگی‌های فردی پاسخ‌دهنده، افزایش و یا کاهش می‌دهد. این تحلیل، ویژگی‌های شخصی پاسخ‌دهندگان را جهت تصمیم‌گیری مطلوب‌تر در مورد میزان صحت یک پاسخ به کار می‌گیرد که این مهم، از طریق نسبت دادن یک فاکتور وزنی به هر پاسخ انجام می‌شود [26]. لذا، در این پژوهش یک سیستم فازی ارائه شده است که قادر خواهد بود تا بر مبنای ویژگی‌های شخصی ذکر شده در مورد افراد، پیرامون ارزش پاسخ هر سوال

¹ Validity Analysis (VA)

² Personality Analysis: PA

تصمیم‌گیری نماید. در نتیجه، دانش انسانی موجود درباره شایستگی افراد مختلف در پاسخ‌دهی به هر سوال در نظر گرفته شده و تاثیرات آن در تحلیل و امتیازدهی نهایی پاسخ‌ها به کار گرفته شده است.

برای این موضوع، مجموعه‌ای از قواعد شهودی "اگر-آنگاه" فازی وجود دارد که به عنوان پایگاه داده برای سیستم فازی به کار گرفته می‌شود. این سیستم، اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فردی اشخاص پرسش‌شونده را در ابتدا دریافت نموده و در گام بعدی، میزان اعتبار پاسخ‌های داده شده از طرف پاسخ‌دهنده به هر سوال را تعیین می‌نماید، فرآیندی که نتایج آن در تشکیل امتیاز نهایی نظرسنجی لحاظ خواهد شد [27]. لذا، پرسش‌نامه نهایی از دو قسمت اصلی تشکیل شده است. قسمت اول که توسط خود دانش‌آموز پر شده است و درباره اطلاعات ویژگی‌های شخصی وی می‌باشد که داده‌های آن جهت تحلیل پاسخ‌ها، در قسمت PA سیستم مورد استفاده قرار گرفته است. قسمت دوم نیز شامل ۲۸ پرسش در جهت سنجش میزان اثربخشی رویکرد پژوهشی برنامه پیشنهادی تحقیق حاضر بر افزایش میزان آگاهی دانش‌آموزان از اصول پایداری معماری بومی ایرانی-اسلامی می‌باشد. در نهایت و پس از انجام تجزیه و تحلیل نهایی، داده‌های فوق به کمک برنامه‌های کامپیوتری و نرم‌افزارهای مختلف طراحی و پیاده‌سازی شده که در مدل‌سازی نهایی اعمال شده است.

۶-۱- تحلیل اعتبار پاسخ‌نامه^۱

ابتدا به منظور یافتن تناقضات ممکن در یک مجموعه از جواب‌ها، پاسخ‌نامه مورد تحلیل قرار می‌گیرد. سطوح پایین تناقض، به معنی بالا بودن درجه اعتبار است. اگر یک فرد درباره سوالات به درستی فکر کند و پاسخ دهد، تناقض، میان پاسخ‌ها وجود نخواهد داشت. در اینجا معیار سنجش، میزان تناقض یا عدم تناقض بر مبنای دور یا نزدیکتر بودن پاسخ سوالات مشابه است [26]. لذا برای تحقق اهداف مورد نظر، لازم است میزان تشابه سوالات به یکدیگر مشخص شود که برای این موضوع، ماتریس تشابه سوالات تعریف می‌شود که در جدول ۱۴ دیده می‌شود. در این جدول، تشابه بین هر دو پرسش با عدد بین صفر و ۱ نشان داده شده است:

جدول ۱۴: ماتریس تشابه بین پرسش‌ها

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	0	0	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-
2	0	1	0	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0	0	1	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-

¹ Validity Analysis (VA)

b	0.3	0	0.31	0.65
c	0.61	0.3	0	0.3
d	1.0	0.61	0.3	0

سپس مقدار تناقض کل^۱ (TC) برای هر پاسخنامه به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$TC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \alpha_{ij} \cdot \mu_d(q_i, q_j)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \alpha_{ij}} \quad (۳)$$

به طوری که:

n : تعداد پرسش‌ها می‌باشد.

$\alpha_{ij} = \alpha(q_i, q_j)$: معیار تشابه بین پرسش i ام و پرسش j ام می‌باشد.

$\mu_d(q_i, q_j)$: اختلاف بین پاسخ‌های داده شده به پرسش i ام و پرسش j ام می‌باشد.

همان‌طور که دیده می‌شود، مقدار TC به گونه‌ای تعریف می‌شوند که سطح بالای اختلاف جواب‌ها به سوالات مشابه، منجر به زیاد شدن تناقض در مجموع شود. سپس میزان اعتبار^۲ یک پاسخنامه، از طریق رابطه زیر بدست می‌آید:

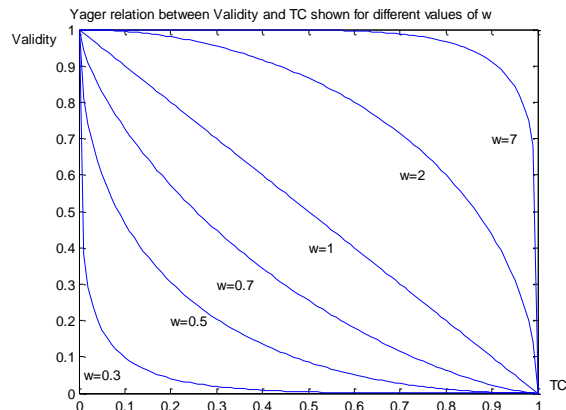
$$validity = (1 - TC^\omega)^{\frac{1}{\omega}} \quad \omega \in (0, \infty) \quad (۴)$$

ω یک مقدار حقیقی مثبت است که برای تعریف ارتباط میان میزان اعتبار و تناقض کل استفاده می‌شود و ارتباط این دو برای مقادیر مختلف ω در شکل زیر دیده می‌شود:

شکل ۱: ارتباط از نوع Yager بین میزان اعتبار و تناقض کل

¹ Total contradiction

² Validity



مقدار w را می‌توان به عنوان یک فاکتور وزنی برای این تحلیل اعتبار در نظر گرفت. زیاد بودن w شدت تاثیر تناقض کل را بر میزان اعتبار کاهش می‌دهد. به این معنی که تنها در صورتی که تناقض کل زیاد باشد، میزان اعتبار پاسخ‌نامه، به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت. این در حالی است که مقادیر کمتر w به معنی حساس‌تر بودن این ارتباط است؛ به طوری که مقدار کمی از تناقض کل، می‌تواند به میزان قابل ملاحظه‌ای اعتبار آن را کاهش دهد. این میزان اعتبار می‌تواند به عنوان یک فاکتور وزنی جهت تنظیم صحیح میزان تاثیر هر پاسخ‌نامه خاص در کل پاسخ‌نامه‌ها (نظرسنجی) به کار رود. بنابراین، سیستم تحلیل اعتبار، امتیاز تمام پاسخ‌های یک برگه را بر مبنای اعتبار آن برگه کاهش داده و یا ثابت نگاه می‌دارد [26].

۶-۲- تحلیل ویژگی‌های فردی^۱

در نظرسنجی‌های متداول (کلاسیک)، با تمام افراد یک جمعیت آماری به طور یکسان برخورد می‌شود و تاثیر پاسخ‌ها در امتیاز کل، به ویژگی‌های فردی پرسش‌شونده بستگی نخواهد داشت. این در حالی است که ارزش پاسخ به یک پرسش خاص، قطعاً به ویژگی‌های فرد پاسخ‌دهنده مرتبط است. هرچند این امکان وجود ندارد که بتوان افراد پرسش‌شونده را به دسته‌های مشخصی طبقه‌بندی نمود و سپس درباره ارزش پاسخ‌های داده شده، براساس تعلق به هر طبقه، اظهار نظر کرد؛ ولی معمولاً حقایق شهودی پذیرفته شده‌ای در این مورد وجود دارد از قبیل:

"دانش‌آموزان قوی‌تر و برتر، صلاحیت بیشتری جهت قضاوت در مورد میزان کارایی رویکرد پژوهشی تحقیق حاضر در زمینه مدل‌سازی معماری بومی دارند."

با در نظرگیری مطالب عنوان شده در این تحقیق، یک سیستم فازی ارائه شده است که می‌توان به کمک آن ارزش

¹ Personality Analysis: PA

پاسخ هر سوال را تعیین نمود. این سیستم، بر مبنای ویژگی‌های شخصی ذکر شده پیرامون افراد، در مورد ارزش پاسخ هر سوال تصمیم‌گیری می‌کند و پاسخ‌های داده شده به پرسش‌های مختلف را به طور مجزا و بر مبنای ویژگی‌های فردی پاسخ‌دهنده افزایش یا کاهش می‌دهد. لذا در قسمت بعد، نشان داده شده است که کدام یک از ویژگی‌های شخصی و به چه ترتیب برای این تحلیل کار خواهد رفت:

الف- تحلیل ویژگی‌های فردی:

برخی از ویژگی‌های یک دانش‌آموز که در پرسش‌نامه نهایی پرسیده می‌شود، به قرار زیر است:

- معدل (میانگین نمرات واحدهای گذرانده یک دانش‌آموز که معیاری از وضعیت تحصیلی او می‌باشد).
- مقطع تحصیلی: مقطع تحصیلی دانش‌آموز که یکی از دو مورد زیر می‌باشد:

متوسطه اول متوسطه دوم

- میزان علاقه‌مندی به دوره

تا چه حد به این دوره علاقه‌مندید؟

الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

- میزان تلاش در یادگیری این دوره:

(تلاش در این دوره که معرف میزان مطالعه و مشارکت دانش‌آموز در کلاس درس می‌باشد).

تا چه حد جهت یادگیری بیشتر در طول این دوره تلاش کردید؟

الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

- حضور در کلاس: (تعداد تقریبی جلساتی که دانش‌آموز در این دوره شرکت داشته است).

- تا چه حد در جلسات این دوره شرکت کردید؟

الف- تقریباً در اکثر جلسات ب- معمولاً در اکثر جلسات ج- فقط در تعدادی از جلسات د- حضور کم

- میزان اهمیت درس از نقطه نظر دانش‌آموز:

میزان اهمیت این دوره از نظر شما به چه میزان بوده است؟

الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

همان‌گونه که عنوان شد، سیستم فازی طراحی شده در قسمت تحلیل ویژگی‌های فردی، با استفاده از مجموعه از قوانین اگر-آنگاه فازی به عنوان پایگاه داده، ضرایب وزنی مناسب را برای هر پاسخ تعیین می‌کند. امتیاز کل برای هر سوال، به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$score(i) = \sum_{n=1}^N wf_i(n) \times rs_i(n) \quad (5)$$

به طوری که:

$score(i)$: امتیاز محاسبه شده برای پرسش i ام در نظرسنجی است.

$rs_i(n)$: امتیاز خام داده‌شده به پاسخی که n امین فرد در افراد پرسش‌شونده به i امین پرسش می‌دهد.

امتیاز خام بر مبنای جدول زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۱۶: امتیازات خام داده شده به هر پرسش

پاسخ داده شده	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
امتیاز خام	۴	۳	۲	۱

برای تعریف توابع فازی ورودی و خروجی، ابتدا پارامترهای زیر را تعریف می‌کنیم.

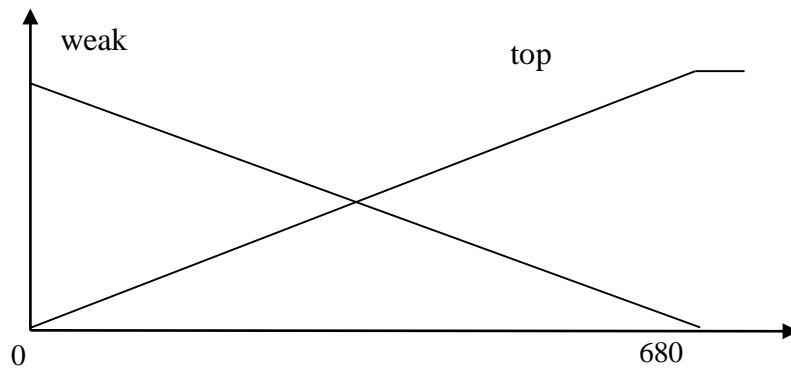
$$QS = \text{کیفیت تحصیل} = GPA * (10 + P_Avg) \quad (6)$$

که در آن:

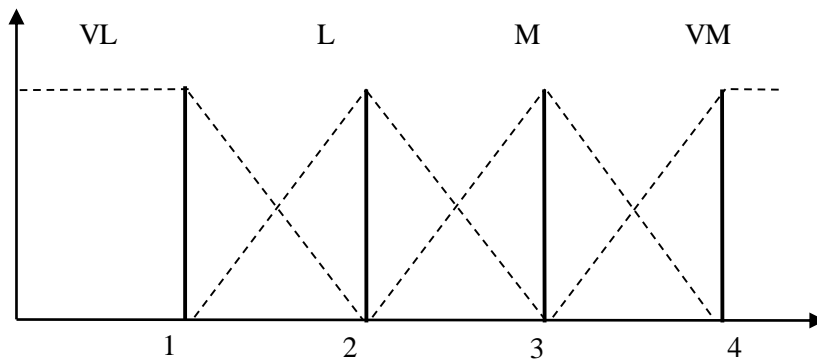
P_Avg : تعداد واحد‌های گذرانده شده تقسیم بر تعداد ترم‌های گذرانده شده.

همچنین در پژوهش حاضر، توابع عضویت زیر نیز استفاده شده‌اند:

شکل ۲: توابع عضویت پیوسته برای متغیر کیفیت تحصیل

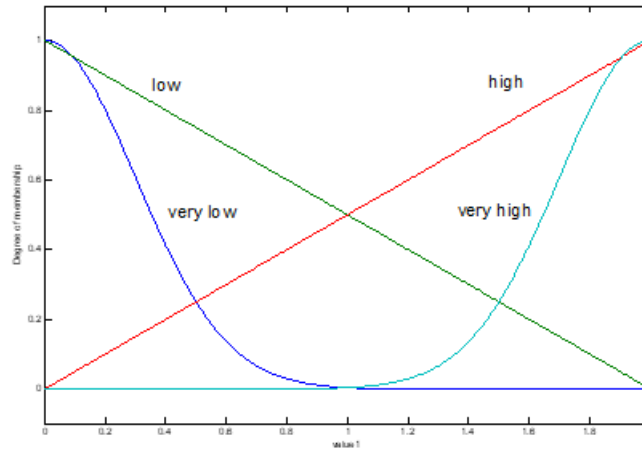


شکل ۳: توابع عضویت گسسته برای متغیرهای حضور، تلاش و علاقه



تعداد خروجی‌های این سیستم فازی، به تعداد پرسش‌های نظرسنجی وابسته می‌باشد (۲۸ عدد خروجی در این تحقیق). هر خروجی سیستم فازی (متناظر با هر پرسش)، یک فاکتور وزنی است که متغیری بین ۰ تا ۲ می‌باشد تا بتواند با ضرب در امتیاز خام یک پرسش، ارزش آن را کاهش یا افزایش دهد. در شکل زیر، توابع عضویت خروجی زیر برای هر یک از متغیرهای خروجی تعریف شده اند:

شکل ۴: توابع عضویت متغیر خروجی wf برای هر پرسش



۳-۶- قوانین فازی "اگر-آنگاه" بکار رفته در این تحقیق

یکی از مهمترین قسمت‌های سیستم فازی، پایگاه داده آن می‌باشد. مرکز اصلی پایگاه داده فازی، مجموعه‌ای از قوانین فازی است که به فرم قوانین اگر- آنگاه بیان شده است. از آنجایی که قوانین فازی به کار رفته در این پژوهش از اهمیت فراوانی برخوردارند، لذا انتخاب آن پس از بحث و مشورت‌های فراوان با خبرگان و اساتید فن انجام گرفته است. جدول زیر، قوانین فازی به کار رفته در این تحقیق را نشان می‌دهد:

جدول ۱۷: قوانین فازی به کار رفته در پژوهش

Rule_1:	If " <i>quality of study</i> " is " <i>weak</i> " then weighting factor for questions 1,2,3,22 is " <i>high</i> "
Rule_2:	If " <i>quality of study</i> " is " <i>top</i> " then weighting factor for questions 5,6,7,8,9,10,11,12 is " <i>high</i> "
Rule_3:	If " <i>quality of study</i> " is " <i>weak</i> " and " <i>attendance</i> " is " <i>Low</i> " then weighting factor for question 7 is " <i>Low</i> "
Rule_4:	If " <i>quality of study</i> " is " <i>weak</i> " and " <i>attendance</i> " is " <i>Very Low</i> " then weighting factor for question 7 is " <i>Very Low</i> "
Rule_5	If " <i>quality of study</i> " is " <i>top</i> " and " <i>attendance</i> " is " <i>Much or Very Much</i> " and " <i>interest</i> " is " <i>Much or Very Much</i> " and " <i>work</i> " is " <i>Much or Very Much</i> " then weighting factor for questions 1,5,6,7,8,10,17 is " <i>Very High</i> " and weighting factor for questions 2,3,22,11,12,19,26 is " <i>High</i> "

Rule_6	<p>If “<i>quality of study</i>” is “<i>weak</i>” and “<i>attendance</i>” is “<i>Low or Very Low</i>” and “<i>interest</i>” is “<i>Low or Very Low</i>” and “<i>work</i>” is “<i>Low or Very Low</i>” then</p> <p>weighting factor for questions 1,5,6,7,8,10,17 is “<i>Very Low</i>” and weighting factor for questions 2,3,22,11,12,19,26 is “<i>Low</i>”</p>
---------------	--

۴-۶- پیاده‌سازی سیستم فازی توسط کامپیوتر

به منظور پیاده‌سازی سیستم مطالعات فازی در مورد نظرسنجی‌های واقعی، برنامه‌های کامپیوتری مختلفی با استفاده از نرم‌افزارهای *MATLAB, Microsoft Access, Microsoft Excel* طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. در پژوهش حاضر، یک پایگاه داده جهت ذخیره پاسخنامه‌های هر نظرسنجی با استفاده از نرم افزار بانک اطلاعاتی *Access* طراحی و پیاده‌سازی شده است. این پایگاه داده، شامل دو بانک اطلاعاتی مرتبط با یکدیگر با نام‌های *answers* و *spec* می‌باشد. بانک *spec* شامل قسمتی از مشخصات و ویژگی‌های فردی مرتبط با پرسش‌شونده‌ها می‌باشد که این اطلاعات، جهت تحلیل *PA* مورد نیاز است. بانک *answers* شامل پاسخ‌های داده‌شده به پرسش‌های چندگزینه‌ای نظرسنجی است که به دو بخش اصلی تقسیم می‌شوند. بخش اول، شامل چهار پرسش زیر است که *q1* تا *q4* نامیده می‌شود. این قسمت نیز اطلاعات مربوط به *PA* را شامل می‌شود:

۱- تا چه میزان به این دوره علاقه‌مندید؟

الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

۲- تا چه میزان برای یادگیری این دوره تلاش کرده‌اید؟

الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

۳- تا چه میزان در جلسات این دوره شرکت داشته‌اید؟

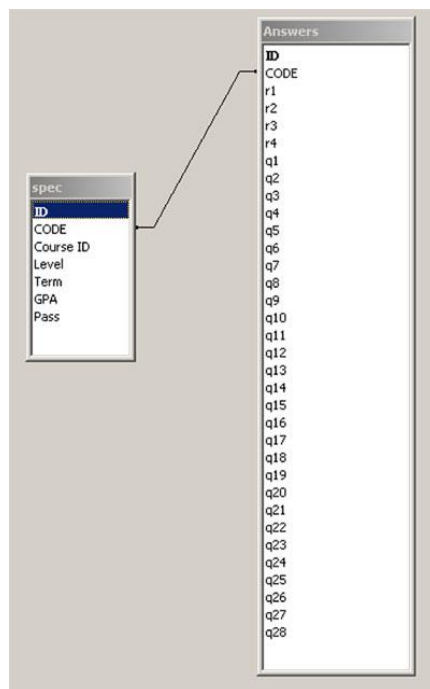
الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

۴- میزان اهمیت این دوره از نظر شما به چه میزان بوده است؟

الف- بسیار زیاد ب- زیاد ج- کم د- بسیار کم

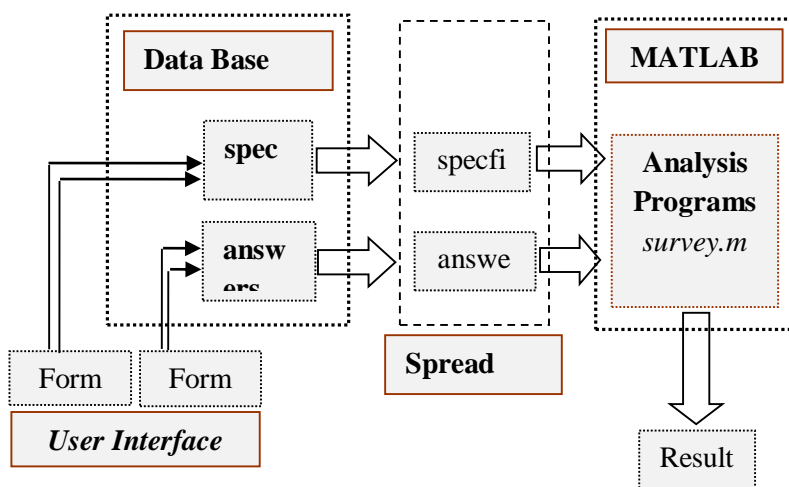
قسمت دوم پرسش‌ها نیز همان‌طور که در برگه‌های نظرسنجی در نظر گرفته شده است، شامل ۲۸ پرسش است که *q1* تا *q28* نامگذاری شده‌اند. هر برگه پاسخ‌نامه، دارای یک کد شناسایی منحصر به فرد است که برای شناسایی هر برگه به کار می‌رود. رکوردهای دو بانک اطلاعاتی گفته شده از طریق این کد شناسایی با یکدیگر مرتبط می‌باشند. اشکال ارائه شده در صفحه بعد، رکوردهای هر یک از دو بانک اطلاعاتی و ارتباط آنها را با یکدیگر نشان می‌دهد:

شکل ۵: بانک‌های اطلاعاتی *spec* و *answer* و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر



نحوه وارد نمودن اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی فوق، با استفاده از دو فرم طراحی شده به نام فرم ۱۰۰ و فرم ۲۲۰ می‌باشد که در شکل‌های ۱-۷ و ۱-۸ نشان داده شده‌اند. بانک‌های اطلاعاتی تشکیل شده سپس به محیط صفحه گسترده Excel وارد شده و به صورت جداول آماده برای تحلیل درمی‌آیند. سپس این جداول به محیط نرم افزار Matlab ارسال شده و تحلیل‌های مربوطه توسط برنامه‌هایی که به زبان Matlab نوشته شده‌اند، بر روی آن انجام می‌گیرد. شکل ۱-۶ ارتباط قسمت‌های مختلف برنامه و نحوه تبادل اطلاعات را در آن نشان می‌دهد:

شکل ۶: ارتباط قسمت‌های مختلف نرم افزار



شکل ۷: نمونه فرم طراحی شده برای وارد کردن و نمایش اطلاعات بانک *answer*

شکل ۸: نمونه فرم طراحی شده برای وارد کردن و نمایش اطلاعات بانک *spec*

ID	CODE	Course ID	Level	Term
1	220	707		5

GPA	Pass
15	83

Record: 1 of 4

۶-۵- جمع‌بندی سیستم تحلیل فازی پاسخ‌نامه

در پایان این بخش، الگوی پیاده‌سازی تکنیک فازی و مراحل مختلف شکل‌گیری یک سیستم فازی که قبلاً جزئیات آن در جهت آنالیز و اعتباردهی به سوالات نظرسنجی عنوان شد، به صورت خلاصه ارائه شده است:

۱- طراحی پرسش‌نامه:

طراحی سوالاتی که علاوه بر سنجش مولفه‌های اصلی پژوهش، مناسب روش سنجش فازی باشند.

۲- طراحی سیستم تحلیل اعتبار:

اعتباردهی به هر پاسخ‌نامه که از طریق نسبت دادن یک فاکتور وزنی به هر پاسخ‌نامه به‌دست خواهد آمد و سهم داده‌های نامناسب و نادرست را در امتیاز نهایی کاهش می‌دهد.

۳- طراحی سیستم تحلیل ویژگی‌های فردی:

افزایش یا کاهش سهم هر پاسخ به هر سؤال معین که براساس مشخصات شخص پرسش‌شونده صورت می‌گیرد.

۴- طراحی یک سیستم فازی:

سیستم امتیازدهی که اثربخشی مدل آموزشی پژوهش را براساس داده‌های به‌دست آمده از نظرسنجی و روش‌های تحلیلی ذکر شده محاسبه می‌کند.

۵- انجام نظرسنجی به صورت عملی:

این مرحله شامل انجام نظرسنجی‌های مختلف از مراکز آموزشی و استفاده از نتایج آن به عنوان داده‌های آماری خواهد بود.

۶-۶- پیاده‌سازی و تولید نرم افزار

گام آخر مطالعات فازی، شامل ایجاد یک پایگاه داده با استفاده از نرم‌افزار Access Microsoft و پیاده‌سازی سیستم فازی با زبان برنامه‌نویسی Matlab است. لازم به ذکر است که هدف از انجام این مرحله، عمدتاً پالایش نظرسنجی از اطلاعات غیردقیق و توجه به تاثیرگذاری واقعی اطلاعات در نتیجه نظرسنجی نهایی خواهد بود [27].

۷- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر از طریق مدل‌سازی هوشمند مولفه‌های معماری بومی ایرانی-اسلامی، اقدام به آموزش اصول پایداری به دانش‌آموزان مقاطع متوسطه نموده است. در این پژوهش از متد ترکیبی، با تلفیقی از روش‌های کمی و کیفی با تمرکز بر متد ترکیبی استفاده شده است. با توجه به این رویکرد و در مرحله اول، پژوهشگران اقدام به شناسایی و تبیین مولفه‌های معماری بومی نمودند تا شناخت بیشتری از بازیگران موثر بر آن حاصل گردد که این مرحله، از طریق روش تحلیل محتوای کیفی اجراء شده است. سپس در مرحله دوم و از طریق آزمون کمی، اثرگذاری عوامل شناسایی شده در مرحله قبل، بررسی شد و در نهایت و در مرحله سوم، شبکه ارتباطی میان عوامل شناسایی شده در مرحله اول که اثرگذاری آنها در مرحله دوم به تایید رسیده باشد، با استفاده از تکنیک دلفی فازی، بررسی شده و میزان قطعیت و دقت این عوامل جهت طراحی مدل مفهومی پژوهش در دو مرحله مورد آزمون و تایید قرار گرفته است.

لازم به ذکر است، با توجه به ماهیت کیفی داده‌های حاصل از مطالعات فاز اول پژوهش، استفاده از منطق فازی نه تنها به آنالیز بهتر و دقیق‌تر نتایج اثربخشی رویکرد آموزشی پژوهش کمک شایانی نموده است، بلکه پژوهشگران را قادر ساخت تا تاثیر طیف ابهامات در مدل‌سازی و همچنین نتایج حاصل از مدل نهایی را با دقت بالاتری بررسی نموده و عدم قطعیت بیشتری را در فرآیند مدل‌سازی نهایی پژوهش پوشش دهند. شایان ذکر است که بزرگترین مزیت استفاده از تکنیک فازی در این پژوهش، به سادگی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان یک مجموعه

متغیر بازگردد، چرا که خبرگان را قادر ساخت تا با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با جهت و شدت اثرات میان عوامل بپردازند. از طرفی، همان‌گونه که عنوان شد، در روش‌های متداول (کلاسیک) امتیازات خام تعلق گرفته به پاسخ‌های یک نظرسنجی به سادگی با یکدیگر جمع شده و در میانگین امتیاز هر پرسش مورد استفاده قرار می‌گیرند، این در حالی است که در سیستم فازی طراحی شده در تحقیق حاضر، امتیازات خام نظرسنجی‌های صورت گرفته در فاز دوم پژوهش، بر مبنای اینکه "چه کسی" و "چگونه" به پرسش‌ها، پاسخ می‌دهد تشدید یا تضعیف شده است. این سیستم فازی در نهایت، دانش انسانی موجود پیرامون شایستگی افراد مختلف در پاسخگویی به هر سوال را در تحلیل و امتیازدهی پاسخ‌های آن بکار گرفته است، رویکردی که موجبات بهینه‌سازی نظرسنجی‌های صورت گرفته و افزایش میزان دقت نتایج پژوهش را فراهم آورده و ضرورت استفاده از مجموعه‌های فازی به عنوان ابزاری موثر در بازنمایی ابهام و ارتباط با عدم قطعیت‌ها در مسائل دنیای واقعی و در جهت تجزیه و تحلیل و استخراج بهینه اطلاعات پژوهش حاضر را به خوبی روشن می‌سازد.

مراجع

[۱] ازقندی و همکاران (۱۴۰۲)، طراحی مدل هوشمند آموزش معماری بومی با رویکرد ساخت‌گرایی (تمرکز: یادگیری مبتنی بر واقعیت مجازی). مجله فناوری اطلاعات در طراحی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دوره ۱۶، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۲، ص ۲۶ الی ۵۹

[2] Adrian, A. D. (2000). Fuzzy logic's diffusion in the study of business, the social sciences, philosophy, and medicine, Proceedings of 19th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society, NAFIPS.

[3] Adrian, A. D. (1998). The potential for fuzzy logic questionnaires in management studies, Systems, Man, and Cybernetics, IEEE International Conference on, Volume: 3, 1998, 2144 - 2149.

[4] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control. San Diego. 8 (3): 338–353. doi:10.1016/S0019-9958(65)90241-X. ISSN 0019-9958. Zbl 0139.24606. Wikidata Q25938993.

- [5] Babuška, R. (1998). Fuzzy Modeling for Control. Springer Science & Business Media, ISBN 978-94-011-4868-9.
- [6] Azar, A. and Taghiani, A. (2014). A review of fuzzy linear programming problem solving methods. *Management Researches in Iran*, 18 (1), pp. 55-82
- [7] Nunes, I. N. and Simões-Marques, M. (2012). Applications of fuzzy logic in risk assessment – The RA_X Case, fuzzy inference system -theory and applications. ISBN: 978-953-51-0525-1
- [8] Nurul I., Suziyani M., Mohd Isa H., Fakulti P. (2019). The application of the Fuzzy Delphi Technique to the required aspect of parental involvement in the effort to inculcate positive attitude among preschool children. *Journal of Creative Education*, 10 (12), 15.
- [9] Ramanathan, T. and Sharma, D. (2017). Decision Tree Based Fuzzy Reasoning. *International Journal of Computer Science Engineering*, 6 (6), 152-157.
- [10] Curl, J. S. (2006). A dictionary of architecture and landscape architecture. Oxford: Oxford University Press.
- [11] Salman, M. (2018). Sustainability and vernacular architecture: Rethinking what identity is—In *Hmood, K, Urban and Architectural Heritage Conservation within Sustainability*. <https://www.intechopen.com/chapters/64381>
- [12] Kazimee, B. A. (2018). Learning from vernacular architecture: Sustainability and cultural conformity. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 113, 12. doi:10.2495/ARC080011
- [13] Mirzadeh, M. R. (2009). Statistical analysis with SPSS software, Tychaz Pub., 1st edition.

- [14] Cheng, C. H., and Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 174-186.
- [15] Corbin, J. and Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications.
- [16] Zarghami, I.; Khaki, A. and Sadat, A. (2016). A comparative study of sustainable architecture and its compatibility with native architecture of traditional houses in an Iranian-Islamic city, *Journal of Sustainable Architecture and Urban Development*, 3 (1), pp. 15-30
- [17] Yousefi Moghadam, E. (2014). Vernacular Persian architecture with an Islamic approach. The first national conference on architecture, restoration, urban planning and sustainable environment, Hamadan, <https://civilica.com/doc/263272>
- [18] Nguyen, A. T.; Truong, N. S. H.; Rockwood, D. and Tran Le, A. D. (2019). Studies on sustainable features of vernacular architecture in different regions across the world: A comprehensive synthesis and evaluation. *Frontiers of Architectural Research*, 8, 535-548. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.07.006>
- [19] Jahanara, A.; Javadi Eshkalak, N.; Shahidipour, S. M. & Karimizadeh, A. H. (2023). Vernacular architecture as a strategy: Toward sustainable building design. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, 3 (6), 1726- 1734.
- [20] Kırbaş, B. and Hızlı, N. (2016). Learning from vernacular architecture: Ecological solutions in traditional Erzurum houses. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 788-799. Urban Planning and Architecture Design for Sustainable Development, UPADSD 14- 16 Oct. 2015.

- [21] Abu-Ghazze, T. M. (1997). Vernacular architecture education in the Islamic society of Saudi Arabia: Towards the development of an authentic contemporary built Environment. *Habitat Intl.*, 21 (2), 229-253.
- [22] Asquith, L. and Vellinga. M. (2006). Vernacular architecture in the twenty-first century: Theory, education, and practice. London: Taylor & Francis. pp. 1-20
- [23] Ozorhon, G. and Ozorhon I. F. (2020). Learning from vernacular architecture in architectural education. *Megaron*, 15 (4), 553-564. doi: 10.14744/MEGARON.2020.54036
- [24] Biradar V. K. and Mama, Sh. (2017). Vernacular architecture: A sustainable approach. In Seta, F.; Biswas, A.; Khare, A. & Sen, j. *Understanding built environment: Proceedings of the National Conference on Sustainable Built Environment 2015*. pp. 125-137. Springer.
- [25] Asgharpour, M. J. (2007). Multi-criteria decision-making, 6th edition, Tehran University Press, p. 319.
- [26] Habibi, A.; Sarafrazi, A. and Izdiyar, S. (2015). Fuzzy multi-criteria decision making, Katibeh Publications, p. 125.
- [27] Latifi, S.; Raheli, H.; Yadavar, H.; Saadi, H. and Shahrestani, A. (2019). Identifying and explaining the implementation stages of research with the fuzzy Delphi approach. *Biosystem Engineering of Iran*, 49 (1), pp. 107-120