نشریه‌ی علمی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر کیفیت ساختمان‌های مسکونی لوکس در ایران با تأکید بر تاب‌آوری با رویکرد BWM فازی

مرضیه السادات معیری[۱]؛ سیدعظیم حسینی[۲*]؛ مهدی نانی[۳]؛ حمیدرضا ربیعی‌فر[۴]؛ جعفر اسدپور[۵]

۱- دانشجوی دکتری عمران- مدیریت ساخت، دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب
۲- دانشیار دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب (نویسنده مسئول)
۳- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب
۴- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب
۵- استادیار دانشکده ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۲/۰۷/۱۳؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵

واژگان کلیدی

کیفیت، تاب‌آوری، ساختمان‌های مسکونی لوکس، اولویت‌بندی، روش *Fuzzy BWM*

چکیده

الگوهای کاربری اراضی نقش بسزایی در تاب‌آوری یک شهر ایفا می‌کنند؛ اما نباید از اهمیت ساختمان به‌عنوان یکی از عوامل اصلی شکل‌دهنده شهر و تأثیر آن در تاب‌آوری شهر غافل شد. یکی از موانع عمده در مسیر تاب‌آوری ساختمان‌ها، موضوع کیفیت آنها می‌باشد که این موضوع با توجه به رشد شهرنشینی و تجمل گرایی در ساختمان‌های مسکونی لوکس نموده ویژه‌ای پیدا کرده است. از طرفی در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات زیاد مفهومی، لوکس بودن به موضوعی بسیار پیچیده تبدیل شده است. این مطالعه عوامل تأثیرگذار بر کیفیت ساختمان‌های مسکونی لوکس را مورد بررسی قرار داده است. روش به کار گرفته شده *BWM* فازی می‌باشد که این روش یک مقایسه ساختاری سازگار با عوامل از طریق بهترین و بدترین معیارها را فراهم می‌کند. برای تعیین وزن معیارهای فازی شناسایی شده از مسئله بهینه‌سازی غیرخطی با محدودیت استفاده شده است که این معیارها شامل استحکام و پایداری، آسایش فیزیکی و آرامش روانی، تناسب بصری و زیبایی، ایمنی، امنیت و زیست محیط و رفاه و سلامت می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بهترین و بدترین معیار به‌ترتیب تناسب بصری و زیبایی و رفاه و سلامت می‌باشد که می‌توانند بهبود کیفیت را تسهیل کنند و همچنین وزن‌های بهینه تعیین شده در این مطالعه می‌تواند به‌عنوان یک راهنما برای ارتقاء کیفیت ساختمان‌های مسکونی لوکس با تأکید بر تاب‌آوری در مواجهه با چالش‌های محیطی و غیرعامل مورد استفاده در تحقیقات بعدی قرار گیرد.

۱- مقدمه

صنعت ساختمان به‌عنوان بخشی حیاتی در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته و توسعه یک کشور به‌طور مستقیم به آن وابسته است (*Wasiu et al., 2012*). در گذشته، چهره خوب این صنعت به دلیل تبلیغات نامناسب، که به‌طور مشخص به دلیل مشکلات طراحی و اجرای نامطلوب ساختمان‌ها بوده است، از بین رفته و به دلیل این مسئله بی‌اعتمادی در بین مردم ایجاد شده است.

در هر کشوری، صنعت ساخت‌وساز می‌تواند به بهترین نحو بر اساس نیازها و خواسته‌های ذینفعان مختلف نقش بر عهده بگیرد. این ذینفعان شامل متخصصان (معماران، نقشه‌برداران، مدیران پروژه)، پیمانکاران و مشتریان است.

* نویسنده مسئول: رایانامه: *az_hosseini@azad.ac.ir*

برای دستیابی به کیفیت نهایی مطابق با مشخصات توافق شده، نیاز به رعایت بهترین روش‌ها در این حوزه وجود دارد و هزینه‌های مربوط به این موضوع توسط ذینفعان پرداخت می‌شود.

در اینجا به‌خوبی می‌توان دید که جهت پیشرفت و توسعه صنعت ساختمان، نیاز به اعتماد عمومی و ارائه خدمات با کیفیت و استاندارد است. همچنین، توجه به نیازها و خواسته‌های مشتریان و ارتقای دانش و تخصص کارکنان صنعت نقش مهمی در بهبود کیفیت، میزان تاب‌آوری و اعتبار این صنعت ایفا می‌کند.

در زمان حاضر، مسکن به‌عنوان محیطی برای زندگی خانوادگی و استراحت از جریان کار، مدرسه و فضای شخصی و خانوادگی افراد شناخته می‌شود. همچنین، مسکن حاوی ارزش‌های سمبلیک است که نشان‌دهنده منزلت فردی و اجتماعی افراد و عنصر اصلی در جامعه‌پذیری افراد نسبت به جهان و مکان است که اهداف ایدئولوژیکی را نشان می‌دهد.

در این راستا، دسترسی به مسکن مناسب و لوکس برای تمام خانوارهای شهری یکی از چالش‌های اساسی در کشورهاست (*Calza et al., 2013*).

موضوع کیفیت و سیستم‌های مدیریت کیفیت در سراسر جهان به‌طور روزافزون مورد توجه قرار گرفته‌اند. کیفیت یک پدیده جهانی است که در طول تاریخ همواره مورد نگرانی بوده است (*Rumane, 2010*). در هر صنعت، محصول باید با استانداردهای مورد نیاز تولید شود که رضایت مشتری و ارزش پول را فراهم کند. در ساختمان‌سازی، دستیابی به کیفیت محصول نهایی بسیار حائز اهمیت است و در واقع، موفقیت این صنعت تا حد زیادی به عملکرد کیفی وابسته است؛ بنابراین یکی از وظایف اساسی، بهبود کیفیت در فرآیندهای ساخت‌وساز است که می‌بایست برای آن تدابیری اندیشیده شود.

مدیریت ساخت‌وساز با توجه به طبقه‌بندی فیلیپ بارلو (۲۰۰۹)، به چهار دسته اصلی هزینه، برنامه، ایمنی و کیفیت تقسیم می‌شود. سه مورد اول به‌خوبی درک شده و به‌وضوح تعریف شده‌اند، اما مفهوم کیفیت همواره پیچیدگی‌های خاص خود را داشته است. وقتی یک پروژه با کیفیت پایین روبرو می‌شود، این اصطلاح کمتر صریح است و به تفسیرهای مختلفی بر اساس دیدگاه هر فرد بستگی دارد. برای متخصصان ساخت‌وساز، درک مفهوم مدیریت کیفیت و کیفیت در کار ساختمانی برای دستیابی به یک تحویل موفق پروژه بسیار حائز اهمیت است (*Barlow, 2009*).

کیفیت به رعایت دقیق استانداردها و دستیابی به درجه برتری اشاره دارد. به‌عبارت‌دیگر، کیفیت به معنای دستیابی به سطوح قابل قبول عملکرد از فعالیت‌های ساخت‌وساز است. این عملکرد زمانی حاصل می‌شود که فعالیت ساخت‌و-ساز با نیازهای مشتری یا مالک مطابقت داشته باشد و حتی از آن فراتر برود و یا به تعریفی دیگر، کیفیت هر محصول یا خدمات، زمانی حاصل می‌شود که با مشخصات مورد نظر مطابقت داشته باشد.

مشتریان در صنعت ساختمان اغلب خواستار بهترین کیفیت ممکن هستند، اما آمادگی پرداخت هزینه‌های مرتبط با آن را ندارند. نیاز به مدیریت کیفیت در مراحل توجیهی، طراحی و تعیین مشخصات پروژه‌های ساختمانی بیشتر به دلیل این است که پیشگیری بهتر از درمان است و برنامه‌ریزی برای کیفیت در مراحل ابتدایی پروژه می‌تواند مشکلات را پیش از وقوع کنترل کند و از صرف هزینه‌های اضافی و وقت بیشتر در مراحل بعدی جلوگیری کند. از طرفی الکسیس و همکاران (۲۰۱۶) اذعان دارند که در مرحله ابتدایی مدیریت کیفیت یعنی برنامه‌ریزی کیفیت، معماران با چالش‌های بزرگی روبرو هستند. به این دلیل که هم می‌بایست تمرکز حرفه‌ای در جهت طراحی ساختمان‌های با کیفیت داشته باشند و هم می‌بایست این ساختمان‌ها تاب‌آوری بالایی داشته باشند و هم‌زمان از رفاه مناسبی نیز برخوردار باشند (*Aleksić et al., 2016*).

برای دستیابی به موفقیت در بازار، شرکت‌های ساختمانی نیاز دارند تا رقابت‌پذیری خود را بهبود بخشند و عملکرد بهتری در اجرای پروژه‌های ساختمانی ارائه دهند. علیرغم آنکه ذینفعان صنعت ساخت‌وساز برای حساس‌سازی و آموزش ساخت‌وساز درباره رعایت استانداردهای کیفیت لازم در انجام کارهای ساختمانی، تلاش‌های زیادی می‌کنند تا بتواند گامی مؤثر در ارتقاء بهبود کیفیت کارهای ساختمانی، ایجاد تاب‌آوری بیشتر، جلب رضایت مشتری و

ارائه ارزش پول بردارند، اما همچنان خطر تحویل پروژه‌های با کیفیت پایین در حال افزایش است.

این تحقیق با هدف شناسایی عواملی که بر کیفیت و به‌تبع آن بر تاب‌آوری ساختمان‌های مسکونی لوکس تأثیر دارند، انجام شده است. این شناسایی کمک می‌کند تا از بروز عوامل منفی جلوگیری شود و از وقوع بیشتر مشکلات کیفیتی در پروژه‌ها اجتناب نماید؛ اما با این حال، شناسایی عوامل بحرانی بالقوه تنها به تیم پروژه کمک می‌کند و تضمینی برای رفع کامل مشکلات کیفیت و افزایش تاب‌آوری نیست.

۲- پیشینه تحقیق

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، صنعت ساختمان به‌عنوان یکی از صنایع زیربنایی شناخته شده است. در دهه‌های اخیر، تلاش‌های فراوانی برای تقویت نقش صنعت ساختمان در مدیریت مخاطرات صورت گرفته و پیشرفت‌های قابل توجهی در این زمینه از جوانب مختلف به‌دست آمده است. با این حال، در عمل مشاهده می‌شود که مدیریت مخاطرات قادر نبوده است یک چارچوب مناسب برای بررسی نقش چندجانبه صنعت ساختمان در مواجهه با حوادث فراهم کند. در واقع، نیازمندی‌ها و چالش‌های مرتبط با مدیریت مخاطرات در صنعت ساختمان بسیار پیچیده هستند.

امروزه، مسکن نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری شهرها دارد، اما در عین حال با مشکلات متعددی مواجه است. همچنین، ارتباط مسکن با شاخص‌های مختلف، تأثیر قابل توجهی بر آسایش روحی و روانی ساکنان شهر دارد؛ بنابراین، شناخت شاخص‌های مسکن مناسب و تلاش برای رسیدن به مسکن با کیفیت و تاب‌آور، به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم در مدیریت بحران شهری، بسیار حائز اهمیت است (آبادی و همکاران، *2013*).

برای ارزیابی وضعیت مسکن در شهرها، از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود که به‌طورکلی به دو دسته کمّی و کیفی تقسیم می‌شوند. علاوه بر این، دسترسی به خدمات اساسی و زیرساخت‌ها نیز به‌عنوان معیارهای مسکن مورد توجه قرار می‌گیرد. بررسی شاخص‌های مسکن، یکی از ابزارها و روش‌های شناخته شده برای مطالعه و بررسی ویژگی‌های مسکن است که با استفاده از آن می‌توان رویکردهای متنوعی در زمینه مسکن را شناخت و بررسی کرد (*Majnouni-Toutakhane & Sareban, 2019*).

در سال‌های اخیر، تحقیقات فراوانی درباره مسکن و مدیریت بحران شهری در ایران و سایر نقاط جهان انجام شده است. این تحقیقات به بررسی بخشی از ابعاد تاب‌آوری مسکن در برابر حوادث عمدتاً طبیعی می‌پرداختند. هدف این تحقیق نیز بررسی تاب‌آوری شاخص‌های ساختمان‌های مسکونی می‌باشد. این تحقیق از نظر جامعیت متغیرهای مورد بررسی و همچنین محدودیت‌های مطالعه نسبت به تحقیقات مشابه نوآوری دارد و بر روی مسئله کیفیت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در تاب‌آوری ساختمان‌های مسکونی لوکس متمرکز است.

مفهوم تاب‌آوری قادر است بر روی ابعاد متعدد و سطوح مختلف مرتبط با مدیریت سوانح تأثیر بگذارد. پژوهش‌های متعدد از جنبه‌های مختلف مقوله تاب‌آوری را مورد مطالعه قرار داده‌اند؛ که پس از بررسی تعاریف محققان و صاحب‌نظران، تعریف تاب‌آوری به‌صورت: «توانایی یک سیستم ساخت‌وساز در پایداری در برابر نیروها و مطالبات ناشی از سوانح و بازگشت سریع به شرایط قبل از سانحه و آماده شدن برای مقابله با خطرات احتمالی آتی» که توسط یان دیویس و همکاران مطرح شده، کامل‌تر به نظر می‌رسد (*Davis & Izadkhah, 2006*).

در مقاله «کیفیت مسکن، یک مسئله کلیدی در مدیریت بحران و ارتقای کیفیت زندگی»، مالینی و مالس (۲۰۰۹) به بررسی شاخص‌های اجتماعی اقتصادی، زیست‌محیطی و بهداشتی مسکن پرداخته‌اند و تأکید می‌کنند که مدیریت بحران موفق، نیازمند داشتن مسکن مقاوم از نظر کمی و کیفی است. همچنین، یافته‌های تحقیق آنها نشان می‌دهد که وجود همبستگی مثبت بین شاخص‌های ملموس مسکن و سطح تاب‌آوری آن در برابر حوادث غیرمترقبه وجود دارد (*Maliene & Malys, 2009*).

در تحقیقی انجام شده توسط آردیتی و گونایدین (۱۹۹۸)، عوامل مؤثر بر کیفیت شناسایی شدند. عوامل عمومی شامل موارد زیر هستند: تعهد مدیریت به بهبود مستمر کیفیت، رهبری مدیریت در ارتقای کیفیت بالای

فرآیند، آموزش با کیفیت برای تمامی کارکنان، کار گروهی کارآمد در جهت بهبود مسائل کیفیت در سطح شرکت و همکاری مؤثر بین طرف‌های مشارکت‌کننده در پروژه. عوامل خاص صنعت نیز عبارتند از: استفاده از نقشه‌ها و مشخصات منسجم، انتخاب طراحان و پیمانکاران با توجه به شایستگی، ارتباطات مؤثر بین طرفین و بازرسی کیفیت در محل ساخت‌وساز (*Arditi & Gunaydin, 1998*).

تنگان، سی (۲۰۰۷) در هنگام بررسی رویه‌های تضمین کیفیت در برخی از شرکت‌های ساختمانی منتخب، عواملی را شناسایی کرد. این عوامل شامل کمبود تخصص فنی و حرفه‌ای و منابع برای انجام‌وظیفه، فقدان تعهد و درک کارکنان و عدم آموزش و آشنایی کافی برای هدایت فرآیندهای بهبود بود (*Callistus et al., 2014*).

مایکل و آدگبنجو (۲۰۰۸) در تحقیق خود عوامل مؤثر بر کیفیت پروژه‌های ساختمانی را شناسایی و مدل‌سازی کردند. این عوامل شامل موارد زیر می‌باشند: طرح‌بندی سایت، مشخصات و سطح درآمد و دستمزد نیروی کار، مشخصات کارکنان سایت، اسناد طراحی، سیستم مدیریت مواد، سیستم کنترل کیفیت، تهیه و استفاده از نقشه کارگاهی، سیستم مدیریت تجهیزات، تجربه کار و ویژگی‌های مالک (*Berthon et al., 2009*).

فیلیپ بارلو (۲۰۰۹) در تحقیق خود به نتیجه می‌رسد که صنعت ساخت‌وساز به دو تغییر پارادایم واقعی نیاز دارد. اولین تغییر برای انتقال صنعت از مباحث مرتبط با عدم انطباق کیفیت به تمرکز بر انطباق با کیفیت در منابع صرف شده می‌باشد. دومین تغییر مربوط به تغییر دیدگاه کسب‌وکار ساخت‌وساز از تمرکز بر تفکر در حالت انطباق با کیفیت به تمرکز بر عملکرد واقعی کیفیت است *(Barlow, 2009)*.

زیدان (۲۰۱۳) در تحقیقات خود به عوامل مؤثر بر کیفیت طراحی در صنعت ساخت‌وساز می‌پردازد. او می‌بیند که طراحی ضعیف عامل اصلی کاهش عملکرد کلی پروژه‌های ساختمانی است. عوامل اصلی شامل کمبود زمان طراحی جامع، روش انتخاب طراح، انتخاب کمترین قیمت پیشنهادی، نبود مستندات کافی و تغییرات در نیازهای مشتری است (*Zidan, 2013*).

در تحقیقی که توسط القهطانی و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد، عوامل مؤثر بر عملکرد پروژه‌ها بررسی شد و یک چارچوب مفهومی برای نمایش جنبه‌ها و عوامل مختلفی که بر خروجی و عملکرد پروژه تأثیر می‌گذارند، توسعه داده شد. این چارچوب مفهومی، با توجه به عواملی که بر عملکرد و نتیجه پروژه اثر می‌گذارند، توسعه یافته است. این مدل نشان می‌دهد که نتایج پروژه تحت تأثیر سه جنبه قرار دارند: مدیر پروژه، فرهنگ سازمانی و فرهنگ مدیریت پروژه (*Alqahtani et al., 2015*).

بحث شرکت‌های ساختمانی در سراسر جهان و مواجهه آنها با چالش‌ها و مشکلات از جمله عیوب کار، تأخیر، تاب‌آوری و گرانی در تکمیل پروژه‌های عمرانی در سه دهه گذشته مورد بررسی قرار گرفته است (*Neyestani & Juanzon, 2016*). دنیای ساخت‌وساز مدرن از شرکت‌های ساختمانی می‌خواهد که کیفیت محصول خود را برای مشتریان خود تضمین کند. در واقع کیفیت پروژه‌های ساختمانی و موفقیت آنها را می‌توان در برآورده کردن انتظارات (یعنی رضایت) مشتریان تعریف کرد. از طرفی نیز می‌توان گفت یکی از مهم‌ترین مسائل در تاب‌آوری ساختمان‌ها موضوع کیفیت است (*Johnson et al., 2012*).

از بررسی متون مشهود است که مدیریت کیفیت پتانسیل تحقیقاتی بالایی دارد و عملاً چندان در این زمینه مطالعاتی نشده است. *BWM* فازی برای یافتن بهترین و بدترین معیارهای تحت تأثیر استفاده از شیوه‌های مدیریت کیفیت و ارتباط متقابل همه معیارهای دیگر استفاده می‌شود. پارامترهای مختلفی وجود دارد که منجر به مدیریت کیفیت در ساختمان‌های مسکونی لوکس می‌شود که با توجه به مطالعه معیری و همکاران (۲۰۲۳) در جدول (۱) خلاصه آن آورده شده است (*Sadat Moayeri et al., 2023*).

بنابراین در این پژوهش تلاش شده تا با در نظر گرفتن تأثیر شاخص‌های کیفیت در ساختمان‌های مسکونی لوکس در تاب‌آوری صنعت ساختمان گامی مهم در این حوزه برداشته شود.

جدول ۱-زیرمعیارها و معیارهای مؤثر شناسایی شده در کیفیت ساختمان‌های مسکونی لوکس.

کد زیر معیار	زیر معیار	کد معیار	معیار
A1	استقامت سازه ساختمان	A	استحکام و پایداری
A2	طول عمر مفید ساختمان		
A3	دوام و کیفیت مواد و مصالح		
A4	مقاومت مناسب در برابر حریق و نیروهای وارده مانند بار زلزله		
B1	تهویه هوای مطبوع	B	آسایش فیزیکی و آرامش روانی
B2	سیرکولاسیون داخلی		
B3	متناسب بودن ابعاد و اندازه فضاها		
B4	محرمیت بصری، فضایی و شنیداری		
B5	پرستیژ و تربیت محلی و اهالی		
C1	سنسورها، دوربین‌ها و گارد امنیتی ۲۴ ساعته	C	ایمنی، امنیت و زیست محیطی
C2	سیستم‌های کنترل هوشمند انرژی		
C3	سیستم‌های نگهداری و تعمیر هوشمند		
C4	سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق خودکار و سنگرهای بلاهای طبیعی		
D1	تمیزی پایان کار و هارمونی رنگ، نور و مصالح	D	تناسبات بصری و زیبایی
D2	چشم‌انداز و فضای سبز مطلوب		
D3	نمای بیرونی خاص و ورودی مجلل		
D4	مصالح و تجهیزات مدرن، برند و گران‌قیمت		
D5	دکوراسیون و چیدمان منحصربه‌فرد و قابلیت استفاده مختلف از فضاها		
E1	دسترسی به امکانات شهری	E	رفاه و سلامت
E2	امکانات سرگرمی و سلامت		
E3	تنوع در خدمات جانبی		

۳- روش تحقیق

این پژوهش از نوع پژوهش‌های کاربردی است. بخشی از اطلاعات مورد نیاز از طریق اطلاعات کتابخانه‌ای و نیز بخشی از داده‌ها با استفاده از اطلاعات حاصل از تجزیه‌وتحلیل آنها اخذ شده است. داده‌های به‌دست‌آمده با توجه به نظرات تیم خبرگان که متشکل از ۱۵ نفر (اساتید دانشگاه، معماران و سازندگان برتر) بوده، با استفاده از رویکرد *BWM* فازی اولویت‌بندی شده است.

در روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، گزینه‌ها بر اساس بررسی و ارزیابی تعدادی شاخص مورد نظر، انتخاب می‌شوند تا بهترین گزینه مشخص شود. روش بهترین - بدترین که توسط رضایی در سال ۲۰۱۵ ارائه شده است، بر اساس تعیین بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده عمل می‌کند و مقایسه زوجی بین این دو شاخص (بهترین و بدترین) و سایر شاخص‌ها انجام می‌شود (*Rezaei, 2015*). در ادامه، مسئله حداکثر حداقل برای تعیین وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌شود. همچنین، در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته می‌شود. این روش دارای ویژگی‌های برجسته‌ای نظیر:

۱. نیاز کمتر به داده‌های مقایسه‌ای: روش بهترین - بدترین نیاز کمتری به داده‌های مقایسه‌ای دارد. این به معنای

کاهش هزینه و زمان مورد نیاز برای جمع‌آوری اطلاعات است.

۲. استوارتر بودن مقایسات: این روش به مقایسه‌های استوارتری منجر می‌شود که نتایج قابل اطمینان‌تری را ارائه می‌دهد. به این ترتیب، دقت و قابلیت اعتماد در فرآیند تصمیم‌گیری افزایش می‌یابد.

نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است.

به‌طورکلی، روش بهترین - بدترین یک روش قابل‌اعتماد و کارآمد برای تصمیم‌گیری چند شاخصه است که با استفاده از داده‌های مقایسه‌ای کمتر، نتایج قابل‌اعتماد و استوارتری را ارائه می‌دهد.

در اینجا از روش فازی برای ارزیابی و تصمیم‌گیری استفاده شده است. استفاده از این روش در بسیاری از موقعیت‌های عملی به دلیل ابهام و پیچیدگی مسئله، مناسب است. در نظر گرفتن نظریه فازی برای قضاوت موضوعی و ارزیابی کیفی، به دلیل قدرت آن در مقابله با ابهام و عدم قطعیت، مناسب است (*Li et al., 2017*).

این روش برای اولین بار توسط جو و ژائو (۲۰۱۷) ارائه شده است و الگوریتم آن شبیه به روش بهترین - بدترین قطعی است (*Guo & Zhao, 2017*). استفاده از اعداد فازی به دلیل وجود ابهامات در پاسخ‌های ارائه‌دهندگان، باعث افزایش دقت و بهبود نتایج در محاسبات می‌شود. مراحل این روش در زیر آورده شده است:

فرض کنید که n معیار وجود داشته باشد. مقایسات زوجی این n معیار از طریق عبارات کلامی موجود در جدول (۲) با یکدیگر مقایسه می‌شوند یعنی عبارات کلامی پاسخ‌دهندگان بر اساس آن به اعداد فازی متناظر تبدیل می‌شود.

۳-۱- مرحله یک: ایجاد سیستم تصمیم معیارها

در این مرحله معیارهای پژوهش که قصد مقایسه آنها را داریم استخراج می‌کنیم که شامل n معیار جهت ارزیابی می‌باشند.

۳-۲- مرحله دو: تعیین بهترین (با اهمیت‌ترین) معیار و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیار

در این مرحله باید با اهمیت‌ترین معیار و کم‌اهمیت‌ترین معیار به‌عنوان بهترین و بدترین معیار تعیین شوند که می‌توان از نظرات خبرگان، تشکیل جلسات گروهی و یا روش‌هایی نظیر دلفی حاصل شود. بهترین معیار را با CB و بدترین معیار را با CW نشان می‌دهیم.

۳-۳- مرحله سوم: مقایسه زوجی بهترین معیار با دیگر معیارها

در این گام با استفاده از جدول (۲) مقایسه a_{ij} باید تعیین شود. i بهترین معیار است یعنی CB و j دیگر معیارها است. مقایسه بهترین معیار با بدترین معیار باید همیشه بیشترین عدد نسبت به بقیه باشد. همچنین مقایسه زوجی a_{bb} برابر (۱،۱،۱) است. در حالت کلی مقایسه به‌صورت رابطه (۱) است:

$$\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \ldots, \tilde{a}_{B3}) \quad (۱)$$

جدول ۲- عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر (Guo & Zhao, 2017)

عبارات کلامی	عدد فازی
اهمیت برابر	(۱،۱،۱)
اهمیت کم	(۰/۶۷، ۱، ۱/۵)
نسبتاً مهم	(۱/۵، ۲، ۲/۵)
خیلی مهم	(۲/۵، ۳، ۳/۵)
کاملاً مهم	(۳/۵، ۴، ۴/۵)

۳-۴- مرحله چهارم: مقایسه زوجی دیگر معیارها با معیار بدترین

در این گام نیز همانند گام سوم دیگر معیارها بر اساس جدول (۲) با معیار بدترین مقایسه می‌شوند. مقایسه زوجی که در این گام بررسی می‌شوند به‌صورت a_{1b} است. همچنین مقایسه زوجی a_{ww} برابر (۱،۱،۱) است. در حالت کلی مقایسه به‌صورت رابطه (۲) است:

$$\tilde{A}_w = (\tilde{a}_{1w}, \tilde{a}_{2w}, \ldots, \tilde{a}_{3w}) \quad (۲)$$

۳-۵- مرحله پنجم: تعیین وزن‌های بهینه $(\tilde{W}_1^*, \tilde{W}_2^*, \ldots, \tilde{W}_n^*)$

وزن بهینه برای معیارها، وزنی است که در آن، برای هر

زوج $\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j}$ و $\frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w}$ رابطه (۳) برقرار باشد.

$$\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j}=\tilde{a}_{Bj} \quad \text{و} \quad \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w}=\tilde{a}_{jw} \qquad (۳)$$

برای برقراری این شرایط برای تمامی jها، باید راه‌حلی را بیابیم که در آن حداکثر تفاوت‌های مطلق یعنی $||\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j}-\tilde{a}_{Bj}||$ و $||\frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w}-\tilde{a}_{jw}||$ برای تمامی jها حداقل باشد. با در نظر گرفتن منفی نبودن مقادیر و شرایط جمع اوزان، روابط (۴) حاصل می‌گردد.

$$\begin{aligned} &min\ maxJ\{|\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j}-\tilde{a}_{Bj}|,\ |\frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w}-\tilde{a}_{jw}|\}\\ &\text{s.t.}\sum_j R(\tilde{w}_j)=1\\ &l_j^w \le m_j^w \le u_j^w \end{aligned} \qquad (۴)$$

برای تمام jها $\quad l_j^w \ge 0$

که در این رابطه $R(\tilde{a}_i)=\frac{l_i+4m_i+u_i}{6}$ است.

که در نهایت مدل رابطه (۴) می‌تواند به رابطه (۵) تبدیل گردد.

$$\begin{aligned} &\min \tilde{\xi}\\ &\text{s.t}\\ &\text{برای تمام } j\text{ها} \quad |\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j}-\tilde{a}_{Bj}| \le \tilde{a}\\ &\text{برای تمام } j\text{ها} \quad |\frac{w_j}{w_w}-\tilde{a}_{jw}| \le \tilde{a}\\ &\text{برای تمام } j\text{ها} \quad l_j^w \le m_j^w \le u_j^w,\ l_j^w \ge 0\ \ Wj\ \ge, \end{aligned} \qquad (۵)$$

با حل مسئله فوق، اوزان بهینه $(\tilde{W}_1^*, \tilde{W}_1^*, \dots, \tilde{W}_n^*)$ و $\tilde{\xi}^*$ به دست می‌آیند.

در ادامه با استفاده از $\tilde{\xi}^*$، نسبت سازگاری را معرفی می‌نماییم. هرچه که مقدار $\tilde{\xi}^*$، بزرگ‌تر باشد، مقدار نسبت سازگاری بالاتر رفته و مقایسات از قابلیت اطمینان کمتری برخوردار هستند.

۳-۶- مرحله ششم: نرخ سازگاری

مقایسه زمانی به‌صورت کامل سازگار است که رابطه ذیل برای تمامی jها برقرار باشد.

$a_{Bj} \times a_{jw} = a_{BW}$ که در آن a_{Bj}، a_{jw} و a_{Bw} به‌ترتیب اولویت‌های بهترین معیار نسبت به معیار j، اولویت معیار j نسبت به بدترین معیار و اولویت بهترین معیار نسبت به بدترین معیار خواهند بود. از آنجایی که $a_{Bj} \times a_{jw} = a_{BW}$ و a_{Bw} و $\{۱،۲،۳..۹\}$ است، می‌توان حداکثر مقدار ξ را به دست آورد. با استفاده از شاخص سازگاری جدول (۳) و رابطه (۶) مقدار نرخ سازگاری را محاسبه می‌شود. این نرخ سازگاری در بازه [۰ ۱] قرار می‌گیرد و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات کمتری برخوردارند.

نرخ سازگاری = ξ^* / شاخص سازگاری (۶)

۴- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در اولین گام روش بهترین - بدترین باید با اهمیت‌ترین (بهترین) و کم‌اهمیت‌ترین (بدترین) شاخص مشخص شود در این پژوهش با استفاده از نظرات تیم خبرگان ابتدا در معیارهای اصلی و سپس در بین زیرمعیارهای هر معیار، با اهمیت‌ترین (بهترین) و کم‌اهمیت‌ترین (بدترین) شاخص مشخص شدند که در جدول (۴) آورده شده است.

در قسمت دوم مقایسات زوجی بهترین معیار نسب به دیگر معیارها (BO) و دیگر معیارها نسبت به بدترین معیار (OW) انجام می‌شود که در ابتدا مقایسات زوجی تشکیل و در اختیار تیم خبرگان ۱۵ نفره قرار داده شد تا بر اساس طیف جدول تایی فازی، میزان ارجحیت در مقایسات زوجی را مشخص کنند. بعد از پاسخگویی، مقایسات زوجی با روش میانگین هندسی ادغام شدند که در ادامه در جدول (۵) تا (۱۰) آورده شده است.

جدول ۳- شاخص‌های سازگاری روش BWM فازی.

a_{Bw}	اهمیت برابر	اهمیت کم	نسبتاً مهم	خیلی مهم	کاملاً مهم
	(۱،۱،۱)	(۰/۶۷، ۱، ۱/۵)	(۱/۵، ۲، ۲/۵)	(۲/۵، ۳، ۳/۵)	(۳/۵، ۴، ۴/۵)
شاخص سازگاری	۳	۳/۸	۵/۲۹	۶/۶۹	۸/۰۴

جدول ۴- بهترین و بدترین شاخص‌های شناسایی شده.

عامل	بهترین شاخص	بدترین شاخص
معیارهای اصلی	تناسب بصری و زیبایی (D)	رفاه و سلامت (E)
استحکام و پایداری (A)	استقامت سازه ساختمان (A1)	دوام و کیفیت مواد و مصالح (A3)
آسایش فیزیکی و آرامش روانی (B)	محرمیت بصری، فضایی و شنیداری (B4)	پرستیژ و تربیت محلی و اهالی (B5)
ایمنی، امنیت و زیست محیطی (C)	سنسورها، دوربین‌ها و گارد امنیتی ۲۴ ساعته (C1)	سیستم‌های نگهداری و تعمیر هوشمند (C3)
تناسبات بصری و زیبایی (D)	نمای بیرونی خاص و ورودی مجلل (D3)	دکوراسیون و چیدمان منحصربه‌فرد و قابلیت استفاده مختلف از فضاها (D5)
رفاه و سلامت (E)	امکانات سرگرمی و سلامت (E2)	دسترسی به امکانات شهری (E1)

جدول ۵- مقایسه زوجی معیارهای اصلی.

		A	B	C	D	E
بهترین معیار	D	(۳/۲۷۲ ، ۲/۷۶۶ ، ۲/۲۵۷)	(۱/۳۴۶، ۱/۰، ۰/۷۴۳)	(۲/۱۸۲ ، ۱/۶۶۲ ، ۱/۲۰۸)	(۱،۱،۱)	(۳/۲، ۳/۷۰۵ ، ۴/۲۰۸)
بدترین معیار	E	(۱/۳۵۶ ، ۱/۰۴۷ ، ۰/۸۰۶)	(۲/۴۶۹ ، ۱/۹۴ ، ۱/۴۶۲)	(۱/۷۷۸، ۱/۲۶ ، ۰/۸۷۴)	(۴/۲۰۸ ، ۳/۷۰۵ ، ۳/۲)	(۱،۱،۱)

جدول ۶- مقایسه زوجی زیر معیارهای استحکام و پایداری.

		A1	A2	A3	A4
بهترین معیار	A1	(۱،۱،۱)	(۲/۶۷ ، ۲/۱۲ ، ۱/۶۴۲)	(۳/۹۳۶ ، ۳/۴۳۱ ، ۲/۹۲۵)	(۱/۵۲۳ ، ۱/۳۲ ، ۱/۱۱۴)
بدترین معیار	A3	(۳/۹۳۶ ، ۳/۴۳۱ ، ۲/۹۲۵)	(۱/۳۰۳ ، ۰/۱۴۹ ، ۱/۱)	(۱،۱،۱)	(۲/۶۸۱ ، ۲/۰۹۵ ، ۱/۶۱۱)

جدول ۷- مقایسه زوجی زیر معیارهای آسایش فیزیکی و آرامش روانی.

		B1	B2	B3	B4	B5
بهترین معیار B4		(۱/۵۵۴، ۰/۲۶ ، ۱/۱)	(۱/۹۰۴ ، ۱/۳۸۲ ، ۰/۹۷۴)	(۲/۰۶۵ ، ۱/۶۴۴ ، ۱/۲۶۸)	(۱،۱،۱)	(۲/۷۹۷ ، ۳/۳۰۲ ، ۳/۸۰۶)
بدترین معیار B5		(۲/۳۹۶ ، ۱/۸۲۳ ، ۱/۳۶۳)	(۱/۷۱۹ ، ۱/۲۰۳ ، ۰/۸۲۸)	(۱/۷۱۴ ، ۱/۳۲ ، ۱/۰۰۵)	(۳/۸۰۶ ، ۳/۳۰۲ ، ۲/۷۹۷)	(۱،۱،۱)

جدول ۸- مقایسه زوجی زیر معیارهای ایمنی، امنیت و زیست محیطی .

	A1	A2	A3	A4
بهترین معیار C1	(۱،۱،۱)	(۲/۲۲۹ ، ۱/۶۸۹ ، ۱/۲۴۳)	(۳/۹۳۶ ، ۳/۴۳۱ ، ۲/۹۲۵)	(۲/۲۰۹ ، ۱/۷۸۳ ، ۱/۴۰۴)
بدترین معیار C3	(۳/۹۳۶ ، ۳/۴۳۱ ، ۲/۹۲۵)	(۱/۴۹۱ ، ۱/۱۴۹ ، ۰/۸۷۴)	(۱،۱،۱)	(۱/۵۸۱ ، ۱/۳۲ ، ۱/۰۹)

جدول ۹- مقایسه زوجی زیر معیارهای تناسبات بصری و زیبایی.

		D1	D2	D3	D4	D5
بهترین معیار D3		(۱/۷۷۸ ، ۱/۲۶ ، ۰/۸۷۴)	(۲/۵۸۲ ، ۲/۰۴۸ ، ۱/۵۶۵)	(۱،۱،۱)	(۱/۹۷۸ ، ۱/۶۵۷ ، ۱/۳۵۷)	(۳/۸۰۶ ، ۳/۳۰۲ ، ۲/۷۹۷)
بدترین معیار D5		(۱/۸۴ ، ۱/۳۲ ، ۰/۹۲۲)	(۱/۳۲ ، ۱/۰۴۷ ، ۰/۸۲۸)	(۳/۸۰۶ ، ۳/۳۰۲ ، ۲/۷۹۷)	(۱/۹۴۵ ، ۱/۶۶۲ ، ۱/۳۹۷)	(۱،۱،۱)

برای محاسبه وزن معیارها، مدل بهینه‌سازی غیر خطی مسئله تشکیل شد؛ اما جو و ژاو بیان کردند که در مدل‌های دارای سه معیار یا بیشتر بهتر است مدل به خطی تبدیل شود؛ بنابراین مدل خطی روش *BWM* فازی تشکیل شد و توسط نرم‌افزار *Lingo 17* حل گردید و اوزان معیارها حاصل شد که در جدول (۱۱) آورده شده است.

شکل ۱- رتبه‌بندی و اولویت معیارهای اصلی.

همچنین شکل (۱) نشان‌دهنده آن است که معیار تناسبات بصری و زیبایی در اولویت و آسایش فیزیکی و روانی، ایمنی، امنیت و زیست محیطی در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. برای همه زیر معیارها مدل بهینه‌سازی خطی تشکیل شده و توسط نرم‌افزار حل شده‌است که نتایج آنها در ادامه در جدول‌های ۴ تا ۱۳ آورده شده است. و شکل‌های ۲ تا ۶ رتبه‌بندی هرکدام از زیر معیارها را نشان می‌دهند. در جدول ۱۷ وزن فازی مستقیماً از حل مدل در نرم‌افزار *Lingo* حاصل شده است سپس این اوزان فازی توسط رابطه $R(\tilde{a}_i)=(l_i+4m_i+u_i)/6$ تبدیل به وزن نرمال شده است.

در ادامه به محاسبه نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی پرداخته شده است که ابتدا با استفاده از حل یک معادله درجه دو برای هر جدول مقایسه زوجی مقدار مجهول ξ محاسبه می‌شود که همان شاخص سازگاری است. سپس مقدار بهینه تابع هدف $(\tilde{\xi}^*)$ هر مدل خطی برای جداول مقایسه زوجی بر این مقدار شاخص سازگاری تقسیم می‌شود تا نرخ ناسازگاری به دست آید. به بیان ریاضی، نرخ ناسازگاری برابر است با: $\xi/\tilde{\xi}^*$ هرچه نرخ ناسازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد نشان از سازگارتر بودن مقایسه زوجی است. این نرخ در جدول (۱۷) آورده شده است.

جدول ۱۰- مقایسه زوجی زیر معیارهای رفاه و سلامت.

		E1	E2	E3
بهترین معیار	E2	(۲/۹۲۵ , ۳/۴۳۱ , ۳/۹۳۶)	(۱،۱،۱)	(۱/۴۵۳ ، ۱/۹۱۸ ، ۲/۴۶۷)
بدترین معیار	E1	(۱،۱،۱)	(۲/۹۲۵ , ۳/۴۳۱ , ۳/۹۳۶)	(۰/۹۴۸ ، ۱/۱۴۹ ، ۱/۳۷۵)

جدول ۱۱- وزن و رتبه نهایی معیارهای اصلی.

کد	معیار	وزن فازی	وزن نرمال
A	استحکام و پایداری	(۰/۰۹۹ , ۰/۱۱۴ , ۰/۱۱۶)	۰/۱۱۲
B	آسایش فیزیکی و آرامش روانی	(۰/۲۰۷ , ۰/۲۵۸ , ۰/۲۷)	۰/۲۵۲
C	ایمنی، امنیت و زیست محیطی	(۰/۱۴ , ۰/۱۷۶ , ۰/۱۹۲)	۰/۱۷۳
D	تناسبات بصری و زیبایی	(۰/۳۱ , ۰/۳۶۳ , ۰/۳۶۳)	۰/۳۵۴
E	رفاه و سلامت	(۰/۰۹۴ , ۰/۱۱ , ۰/۱۱۱)	۰/۱۰۸

جدول ۱۲- وزن زیرمعیارهای استحکام و پایداری.

کد	معیار	وزن فازی	وزن نرمال
A1	استقامت سازه ساختمان	(۰/۳۸۲ , ۰/۴۱ , ۰/۴۷۵)	۰/۴۱۶
A2	طول عمر مفید ساختمان	(۰/۱۶۲ , ۰/۱۷۳ , ۰/۲۰۱)	۰/۱۷۶
A3	دوام و کیفیت مواد و مصالح	(۰/۱۲۹ , ۰/۱۲۹ , ۰/۱۴۳)	۰/۱۳۱
A4	مقاومت مناسب در برابر حریق و نیروهای وارده مانند بار زلزله	(۰/۲۶۷ , ۰/۲۶۷ , ۰/۳۱۳)	۰/۲۷۵

جدول ۱۳- وزن زیرمعیارهای آسایش فیزیکی و آرامش روانی.

کد	معیار	وزن فازی	وزن نرمال
B1	تهویه هوای مطبوع	(۰/۲۷۲ , ۰/۲۲۸ , ۰/۲۱۹)	۰/۲۳۴
B2	سیرکولاسیون داخلی	(۰/۲۱۷ , ۰/۱۶۵ , ۰/۱۵۳)	۰/۱۷۲
B3	متناسب بودن ابعاد و اندازه فضاها	(۰/۲۱۱ , ۰/۱۷۷ , ۰/۱۷۵)	۰/۱۸۲
B4	محرمیت بصری، فضایی و شنیداری	(۰/۳۵۴ , ۰/۲۹۵ , ۰/۲۹۵)	۰/۳۰۵
B5	پرستیژ و تربیت محلی و اهالی	(۰/۱۲۴ , ۰/۱۰۲ , ۰/۱۰۲)	۰/۱۰۶

جدول ۱۴- وزن زیرمعیارهای ایمنی، امنیت و زیست محیطی.

کد	معیار	وزن فازی	وزن نرمال
C1	سنسورها، دوربین‌ها و گارد امنیتی ۲۴ ساعته	(۰/۴۹۱ , ۰/۴۱۴ , ۰/۳۹۷)	۰/۴۲۴
C2	سیستم‌های کنترل هوشمند انرژی	(۰/۲۴۸ , ۰/۲۰۲ , ۰/۱۹)	۰/۲۰۸
C3	سیستم‌های نگهداری و تعمیر هوشمند	(۰/۱۵۵ , ۰/۱۳۵ , ۰/۱۳۵)	۰/۱۳۸
C4	سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق خودکار و سنگرهای بلاهای طبیعی	(۰/۲۶۱ , ۰/۲۲۵ , ۰/۲۰۸)	۰/۲۲۸

جدول ۱۵- وزن زیرمعیارهای تناسبات بصری و زیبایی.

کد	معیار	وزن فازی	وزن نرمال
D1	تمیزی پایان کار و هارمونی رنگ، نور و مصالح	(۰/۲۳۲ , ۰/۲۱۷ , ۰/۱۶۵)	۰/۲۱۱
D2	چشم‌انداز و فضای سبز مطلوب	(۰/۱۵۱ , ۰/۱۴۷ , ۰/۱۲۱)	۰/۱۴۳
D3	نمای بیرونی خاص و ورودی مجلل	(۰/۳۶۲ , ۰/۳۶۲ , ۰/۲۹۹)	۰/۳۵۲
D4	مصالح و تجهیزات مدرن، برند و گران‌قیمت	(۰/۱۷۵ , ۰/۱۷۵ , ۰/۱۵۱)	۰/۱۷۱
D5	دکوراسیون و چیدمان منحصربه‌فرد و قابلیت استفاده مختلف از فضاها	(۰/۱۲۵ , ۰/۱۲۵ , ۰/۱۰۳)	۰/۱۲۱

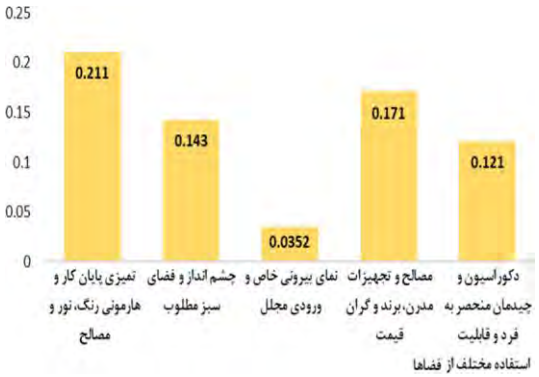
جدول ۱۶- وزن زیرمعیارهای رفاه و سلامت.

کد	معیار	وزن فازی	وزن نرمال
E1	دسترسی به امکانات شهری	(۰/۱۸۲ , ۰/۱۸۲ , ۰/۱۶۷)	۰/۱۸۰
E2	امکانات سرگرمی و سلامت	(۰/۶۱ , ۰/۵۷۲ , ۰/۴۸)	۰/۵۶۳
E3	تنوع در خدمات جانبی	(۰/۲۷۷ , ۰/۲۶ , ۰/۲۲۲)	۰/۲۵۷

شکل ۲- رتبه‌بندی و اولویت زیرمعیارهای استحکام و پایداری.

شکل ۳- رتبه‌بندی و اولویت زیرمعیارهای آسایش فیزیکی و آرامش روانی.

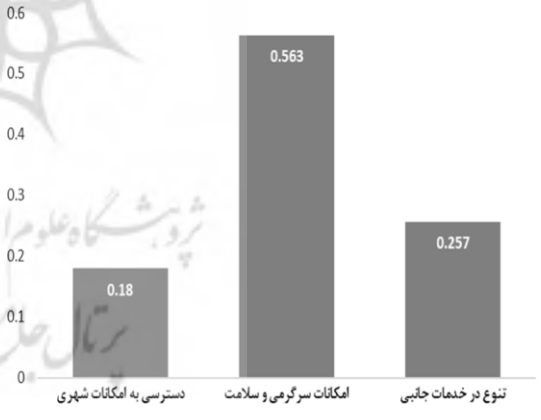
شکل ۴- رتبه‌بندی و اولویت زیرمعیارهای ایمنی، امنیت و زیست محیطی.



شکل ۵- رتبه‌بندی و اولویت زیرمعیارهای تناسبات بصری و زیبایی

جدول ۱۷- نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی.

معیارها	ع	**	نرخ ناسازگاری
معیارهای اصلی	۷/۰۲۴	۰/۲۴۱	۰/۰۳۴
استحکام و پایداری (A)	۷/۲۸۶	۰/۲۵۳	۰/۰۳۵
آسایش فیزیکی و آرامش روانی (B)	۷/۱۱	۰/۴۱	۰/۰۵۸
ایمنی، امنیت و زیست محیطی (C)	۷/۲۸۶	۰/۳۵۵	۰/۰۴۹
تناسبات بصری و زیبایی (D)	۷/۱۱	۰/۴۱۱	۰/۰۵۸
رفاه و سلامت (E)	۷/۲۸۶	۰/۲۸۲	۰/۰۳۹



شکل ۶- رتبه‌بندی و اولویت زیرمعیارهای رفاه و سلامت.

۴-۱- بحث در نتایج

پژوهشگران از جمله زادگان و رضوی (عباس‌زادگان و رضوی، ۱۳۸۵)، آصفی و ایمانی (۱۳۹۵) و عبادی (۱۳۹۷) در رتبه‌بندی ساختمان‌های مسکونی بر اساس عملکرد کیفی دریافتند که شاخص «ایمنی» که در این تحقیق همان شاخص «استحکام و پایداری» می‌باشد بیشترین تأثیر را بر کیفیت ساخت‌وساز دارد. اما با توجه به نتایج، در خصوص ساختمان‌های مسکونی لوکس این معیار در جایگاه سوم قرار گرفته است. آصفی و ایمانی (۱۳۹۵) در پژوهش خود بیان نمودند که شاخص‌های ایمنی مسکن مناسب‌ترین ابزار اندازه‌گیری کیفیت است و از طریق این شاخص می‌توان کلیه سطوح، از فردی تا جمعی را مورد ارزیابی قرار داد. ولی با این وجود برای مشتریان هدف تحقیق «تناسبات بصری و زیبایی» اولویت بالاتری را داشته که مطابق جدول (۱۵) بیشترین ارزش وزنی در این معیار مربوط به زیر معیار«نمای بیرونی خاص و ورودی مجلل» می‌باشد. زیر معیارهای «تمیزی پایان‌کار و هارمونی رنگ، نور و مصالح» و «مصالح و تجهیزات مدرن»، به‌ترتیب در اولویت بعدی قرار می‌گیرند. شایان ذکر است سایر پژوهشگران از جمله مسگرانی و همکاران (۱۳۹۳) و آشوکومار (*Ashokkumar, 2014*)، «تأمین مناسب نور» را به‌عنوان تأثیرگذارترین زیر معیار شناسایی کرده‌اند، درصورتی‌که در اینجا «نمای بیرونی خاص و ورودی مجلل» ارجحیت بالاتری داشته است. معیار

آسایش فیزیکی و آرامش روانی به‌نوعی بر الزامات معماری دلالت دارد که مطابق جدول (۱۳) «محرمیت بصری، فضایی و شنیداری» بالاترین ارزش وزنی را دارد و پس از آن «تهویه هوای مطبوع» و «سیرکولاسیون داخلی» در اولویت می‌باشند. سایر پژوهشگران از جمله گرامی و حسینی (۱۳۹۳)، نکولونگا و همکاران (*Nokulunga et al., 2019*)، اویدیله و همکاران (*Oyedele et al., 2015*)، علی و ون (*Ali & Wen, 2011*)، آهزاهار و همکاران (*Ahzahar et al., 2011*)، انشاسی و همکاران (*Enshassi et al., 2009*)، منگ و هال (*Meng & Hall, 2006*) و آردیتی و گونایدین (*Arditi & Gunaydin, 1998*) نیز دریافتند که کیفیت طراحی، اجرا و مصالح مصرفی تأسیسات مکانیکی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت ساختمان‌ها هستند. شایان ذکر است که در معیار سوم یعنی «استحکام و پایداری» مطابق جدول (۱۲) بیشترین ارزش وزنی مربوط به شاخص «استقامت سازه ساختمان» می‌باشد. و شاخص‌های «طول عمر مفید ساختمان» و «مقاومت مناسب در برابر حریق و نیروهای وارده مانند بار زلزله» در اولویت بعدی قرار می‌گیرند که سایر پژوهشگران از جمله خانجانی و شاکری (۱۳۹۳) و یحیی‌پور و هروی (۱۳۹۳) نیز دریافتند که شاخص «استحکام کلیه اجزای اصلی بنا تحت بارهای ثقلی و زلزله» بیشترین تأثیر را در کیفیت ساختمان‌ها دارد که در اینجا از نظر معنایی متناظر است با زیر معیار «استقامت سازه ساختمان» که تأکید بر این دارد که هم در ساختمان‌های مسکونی لوکس و هم در سایر ساختمان‌ها این زیر معیار در اولویت بالایی قرار دارد.

معیارهای «ایمنی، امنیت و زیست محیطی» و «رفاه و سلامت» به‌ترتیب در اولویت‌های چهارم و پنجم قرار گرفته‌اند. سایر پژوهشگران از جمله پوراحمد و زارعی (۱۳۹۴)، حسینعلی‌پور و صالحی (۱۳۹۴)، چان و تام (*Chan & Tam, 2000*) دریافتند که الزامات زیست‌محیطی یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت است. همچنین پژوهشگرانی همچون میرزایی و زارع (۱۳۹۲)، لو و همکاران (*Lou et al., 2017*) ، چونگ و همکاران (*Chong et al., 2014*) ، رستوم و آمر (*Rustom & Amer, 2006*) و الوی (*Alwi, 2003*) تأکید کردند که هوشمندسازی یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت می‌باشد و فتحی و همکاران (۱۳۹۳) بهینه‌سازی مصرف انرژی را به‌عنوان یکی دیگر از عوامل کیفیت معرفی کردند. طبق نتایج حاصله مهم‌ترین زیر معیار شناسایی شده که در هیچ تحقیقی به آن اشاره نشده است مورد امنیت می‌باشد که در ساختمان‌های مسکونی لوکس بالاترین ارزش وزنی را به خود اختصاص داده است.

این نکته قابل توجه است که برخلاف نتایج سایر پژوهشگران که معیار رفاه و سلامت را زیرمعیاری از الزامات معماری دانسته‌اند، این معیار در ساختمان‌های مسکونی لوکس به‌صورت جداگانه و در جایگاه آخر یعنی بعد از معیار ایمنی، امنیت و زیست محیطی شناسایی شده است که نشان‌دهنده این است که دسترسی به امکانات شهری، امکانات سرگرمی و سلامت و تنوع در خدمات جانبی اگرچه عامل مهمی در ساختمان لوکس به شمار می‌آید اما از نظر معیار کیفیت، ارزش وزنی بالایی را کسب نکرده است.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

تاب‌آوری یکی از ویژگی‌های اساسی برای شهرهاست، زیرا شهرها با تحولات و چالش‌های مختلفی روبرو می‌شوند، از جمله زلزله، آلودگی، ترافیک شدید و مسائل اقتصادی و اجتماعی. شهرهای تاب‌آور قدرت مقابله با این تحولات را دارند و قادرند در برابر آنها تناسب و تطور نمایند؛ اما پیدا کردن یک شهر کاملاً تاب‌آور یا حتی ساختن آن، به دلیل پیچیدگی و تعدد عوامل مؤثر، بسیار دشوار است. تاب‌آوری شهرها به عوامل متعددی بستگی دارد که از مهم‌ترین آنها کیفیت ساختمان‌های مسکونی به‌عنوان عنصری حائز اهمیت می‌توان اشاره کرد.

تاب‌آوری پروژه‌های ساختمانی و کیفیت، جزء جدایی‌ناپذیر یکدیگر هستند. ضرورت دستیابی به کیفیت در ساخت‌وساز ساختمان برای محصول نهایی بسیار اهمیت دارد، به‌خصوص در ساختمان‌های مسکونی لوکس که هزینه‌های بالایی را به خود اختصاص می‌دهند و رضایت مشتری بر اساس عملکرد این ساختمان‌ها می‌باشد. در این تحقیق، عوامل مؤثر بر کیفیت پروژه‌های ساختمانی لوکس بررسی شده است که می‌تواند برای اندازه‌گیری میزان

تاب‌آوری و عملکرد نیز مورد استفاده قرار گیرد و یک قدم مهم در جهت یافتن بهترین روش‌ها برای مقابله با مشکلات عملکرد کیفیت و افزایش میزان تاب‌آوری در پروژه‌های ساختمانی باشد. در این تحقیق، از یک نظرسنجی مبتنی بر پرسشنامه برای جمع‌آوری نظرات مشتریان، پیمانکاران و مهندسان درباره عوامل مؤثر بر عملکرد پروژه‌های ساختمان‌های مسکونی لوکس استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از روش بهترین- بدترین نشان می‌دهد که معیارهای بصری و زیبایی‌شناختی (۰/۳۵۴) و رفاه و سلامت (۰/۱۰۸) به‌ترتیب بهترین و بدترین عوامل تحت تأثیر در عملکرد کیفیت ساختمان‌های مسکونی لوکس هستند. از بین ۲۱ زیرمعیار شناسایی شده، نمای بیرونی خاص و ورودی مجلل (۰/۱۲۴۶)، حریم بصری، فضایی و شنیداری (۰/۰۷۶۹)، تمیزی در پایان‌کار و هماهنگی رنگ، نور و مواد (۰/۰۷۴۷)، حس‌گر، دوربین و امنیت ۲۴ ساعته (۰/۰۷۳۴) و امکانات تفریحی و بهداشتی (۰/۰۶۰۸) به‌ترتیب عوامل مؤثر در کیفیت ساختمان‌های مسکونی لوکس هستند که نیازمند توجه بیشتر می‌باشند. همچنین، وزن‌های بهینه‌ای که در این تحقیق تعیین شده‌اند، می‌توانند برای ارائه یک مدل مدیریت کیفیت در ساختمان‌های مسکونی لوکس و استفاده در آینده مورد استفاده قرار گیرند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۶- مراجع

[1] Ahzahar, N., Karim, N. A., Hassan, S. H., & Eman, J. (2011). A study of contribution factors to building failures and defects in construction industry. Procedia Engineering, 20, 249-255 .

[2] Aleksić, J., Kosanović, S., Tomanović, D., Grbić, M., & Murgul, V. (2016). Housing and climate change-related disasters: a study on architectural typology and practice. Procedia Engineering, 165, 869-875.

[3] Ali, A. S., & Wen, K. H. (2011). Building defects: Possible solution for poor construction workmanship. Journal of Building Performance, 2(1).

[4] Alqahtani, F., Chinyio, E., Mushatat, S., & Oloke, D. (2015). Factors effecting performance of projects: A conceptual framework. International Journal of Scientific & Engineering Research, 6(4), 670-676.

[5] Alwi, S. (2003). Factors influencing construction productivity in the Indonsesian context. 5th EASTS Conference.

[6] Arditi, D., & Gunaydin, H. M. (1998). Factors that affect process quality in the life cycle of building projects. Journal of Construction Engineering and Management, 124(3), 194-203.

[7] Ashokkumar, D. (2014). Study of quality management in construction industry. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 3(1), 36-43.

[8] Barlow, P. (2009). Cost of Quality in the Construction Industry.

[9] Berthon, P., Pitt, L., Parent, M., & Berthon, J.-P. (2009). Aesthetics and ephemerality: Observing and preserving the luxury brand. California Management Review, 52(1), 45-66.

[10] Callistus, T., Felix, A. L., Ernest, K., Stephen, B., & Andrew, A. C. (2014). Factors affecting quality performance of construction firms in Ghana: evidence from small–scale contractors. Civil and Environmental Research, 6(5), 18-23.

[11] Calza, A., Monacelli, T., & Stracca, L. (2013). Housing finance and monetary policy. Journal of the European Economic Association, 11(suppl_1), 101-122.

[12] Chan, A. P., & Tam, C. (2000). Factors affecting the quality of building projects in Hong Kong. International Journal of Quality & Reliability Management, 17(4/5), 423-442.

[13] Chong, H.-Y., Wang, J., Shou, W., Wang, X., & Guo, J. (2014). Improving quality and performance of facility management using building information modelling. Cooperative Design, Visualization, and Engineering: 11th International Conference, CDVE 2014, Seattle, WA, USA, September 14-17, 2014. Proceedings 11,

[14] Davis, I., & Izadkhah, Y. O. (2006). Building resilient urban communities. Open House International, 31(1), 11-21.

[15] Enshassi, A., Mohamed, S., & Abushaban, S. (2009). Factors affecting the performance of construction projects in the Gaza strip. Journal of Civil engineering and Management, 15(3), 269-280.

[16] Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its

applications. Knowledge-Based Systems, 121, 23-31.

[17] Johnson, S. L., Burke ,J. G., & Gielen, A. C. (2012). Urban students' perceptions of the school environment's influence on school violence. Children & Schools, 34(2), 92-102.

[18] Li, W., Yu, S., Pei, H., Zhao, C., & Tian, B. (2017). A hybrid approach based on fuzzy AHP and 2-tuple fuzzy linguistic method for evaluation in-flight service quality. Journal of Air Transport Management, 60, 49-64.

[19] Lou, J., Xu, J., & Wang, K. (2017). Study on construction quality control of urban complex project based on BIM. Procedia Engineering, 174, 668-676.

[20] Majnouni-Toutakhane, A., & Sareban, V. H. (2019). Promotion of Urban Resilience with Citizens' Local Participation Approach Case Study: Bonab City. Journal of Engineering Research, 7(1).

[21] Maliene, V., & Malys, N. (2009). High-quality housing—A key issue in delivering sustainable communities. Building and Environment, 44(2), 426-430.

[22] Meng, G., & Hall, G. B. (2006). Assessing housing quality in metropolitan Lima, Peru. Journal of Housing and the Built Environment, 21, 413-439.

[23] Neyestani, B. & Juanzon, J. B. P. (2016). Developing an appropriate performance measurement framework for total quality management (TQM) in construction and other industries. International Journal of Technology & Engineering (ISSN 2455-4480), 5(2), 32.

[24] Nokulunga, M. Didi, T., & Clinton, A. (2019). Cost of Poor Quality in Construction Projects in Swaziland. Conference: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (Washington DC, USA).

[25] Oyedele, L. O., Jaiyeoba, B. E., Kadiri, K. O., Folagbade, S. O., Tijani, I. K., & Salami, R. O. (2015). Critical factors affecting construction quality in Nigeria: evidence from industry professionals. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, 6(2), 103-113.

[26] Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 53, 49-57.

[27] Rumane. (2010). Integrated Quality Management, Industrial Innovation.

[28] Rustom, R. N., & Amer, M. I. (2006). Modeling the factors affecting quality in building construction projects in gaza strip. Journal of Construction Research, 7(01n02), 33-47.

[29] sadat Moayeri, M. S., Hosseini, S. A., Nani, M., Rabieifar, H., & Asadpour, J. (2023). Identification of Factors Affecting the Quality of Luxury residential buildings in Iran Using a Mixed Method. Journal of Hunan University (Natural Sciences), 50(7), 93-103.

[30] Wasiu, A., Aliu, A., & Modupe, A. (2012). An Assessment of Implementation of Quality Culture in Construction. Department of Building, University of Lagos.

[31] Zidan, A. (2013). Factors affecting design quality in construction industry in Syria. Damascus University Journal, 29(2), 47-48.

[۳۲] آبادی، ز.، علی‌زاده، ج. (۲۰۱۳). تحلیل شاخص‌های سکونتی در شهرستان‌های استان اردبیل با استفاده از روش شباهت بـه

گزینه ایده‌آل فازی (نمونه موردی: نقاط شهری). جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۴(۲)، ۸۹-۱۱۰.

[۳۳] آصفی، م. & ایمانی، ا. (۱۳۹۵). باز تعریف الگوهای طراحی مسکن مطلوب ایرانی اسلامی - معاصر با ارزیابی کیفی خانه-های سنتی. فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، ۱۱(۴)، ۵۶-۷۵.

[۳۴] پور، ا. ی. & هروی، غ. (۱۳۹۳). شناسایی و طبقه‌بندی عوامل مؤثر بر کیفیت ساخت‌وساز ساختمان‌ها در ایران بر اساس مدل هزینه‌یابی کیفیت P-A-F هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، بابل.

[۳۵] پوراحمد، ا. & زارعی، ج. (۱۳۹۴). سنجش کیفیت زندگی در قلمرو بافت فرسوده شهری؛ مطالعه موردی: منطقه ۹ شهر تهران. مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۲۱، ۱-۱۸.

[۳۶] حسینعلی پور، م. & صالحی، ا. (۱۳۹۴). بررسی الزامات زیست محیطی صنعت ساخت‌وساز در بستر قوانین و مقررات جاری در کشور جمهوری اسلامی ایران و مقایسه آن با سایر کشورها کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری، استانبول، مؤسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ایلیا.

[۳۷] خانجانی، ح. & شاکری، ا. (۱۳۹۳). آسیب‌شناسی مدیریت کیفیت در ساخت‌وسازهای شهری دومین کنگره بین‌المللی مدیریت شهری، ساری، مرکز همایش‌های توسعه ایران.

[۳۸] زادگان، م. ع. & رضوی، ح. (۱۳۸۵). اتخاذ رویکردی نوین برای طرح‌های توسعه شهری، برنامه‌ریزی طراحی محور. هنرهای زیبا، ۲۸, ۱۵-۲۲.

[۳۹] عبادی، م. (۱۳۹۷). ارزیابی مدیریت کیفیت پروژه با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: شرکت مپنا). کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در حسابداری، مدیریت اقتصاد و بانکداری، تهران.

[۴۰] فتحی، س. حقیقی، ا. & دلقندی، ه. (۱۳۹۳). فناوری‌های نوین ساختمانی و بهینه‌سازی مصرف انرژی (بررسی موردی سیستم‌های LSF)، کنفرانس ملی خانه سبز.

[۴۱] گرامی، م. & حسینی، س. (۱۳۹۳). عوامل مؤثر بر کیفیت ساختمان‌های مسکونی دومین کنگره سازه، معماری و توسعه شهری.

[۴۲] مسگرانی، ن.، اجزاشکوهی، م.، خاکپور، ب. & محمدی، م. ن. (۱۳۹۳). ارزیابی کیفیت محیط مسکونی مرکز شهر با تأکید بر پایداری، مورد مطالعاتی: محدوده سرشور و چهنو شهر مشهد. نشریه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، ۲۳، ۳۴۷-۳۵۹.

[۴۳] میرزایی، ا. و زارع، ع. (۱۳۹۲). لزوم استفاده از فن‌آوری‌های نوین ساختمانی در ایران و بررسی سیستم ساختمانی LSF ششمین همایش فرامنطقه‌ای پیشرفته‌ای نوین در علوم مهندسی، تنکابن، مؤسسه آموزش عالی آیندگان.

نشریه‌ی علمی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

Evaluating the Quality of Luxury Residential Buildings in Iran and their Impact on the Resilience Factors: A Fuzzy BWM Approach

Marziyeh Sadat Moayeri[1]; Seyed Azim Hosseini[2*]; Mehdi Nani[3]; Hamidreza Rabieifar[4]; Jafar Asadpour[5]

1. Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran (Corresponding Author)
3. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran
5. Assistant Professor, Department of Mathematical, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran

Abstract:

Land use patterns play a significant role in the resilience of a city. However, the importance of buildings as a key factor in shaping the city and their impact on urban resilience should not be overlooked. One of the major obstacles to building resilience is the issue of their quality, which has become especially prominent due to the urbanization and the emphasis on luxury residential buildings. On the other hand, in recent years, due to significant conceptual changes, the notion of luxury has become a highly complex subject. This study was carried out to evaluate the factors affecting the quality of luxury residential buildings in Iran using the fuzzy best-worst method (fuzzy BWM). The BWM method provides a consistent structural comparison of factors through best and worst criteria. To determine the fuzzy criteria' weights, the nonlinearly constrained optimization problem was applied. These criteria include strength and stability, physical comfort and mental peace, visual proportions and beauty, safety, security and environment, and welfare and health. The result indicated that the best and the worst criteria were Visual proportions and beauty and welfare and health, respectively, which can facilitate quality improvement. Additionally, the optimal weights determined in this study can be used to provide a quality management model in luxury residential buildings for future attempts with an emphasis on resilience in the face of environmental and non-environmental challenges and can be utilized in future research.

Keywords: Quality, Resilience, Luxury Residential Buildings, Fuzzy BWM method.

* Corresponding author: *az_hosseini@azad.ac.ir*