مدل وزنی ضرایب تأثیر مؤلفه‌های کالبدی ساختمان بر کیفیت محیط داخلی آپارتمان‌های مسکونی مبتنی بر مدل‌های ارزیابی دلفی و FBWM

سارا آکوچکیان[1]، فاطمه مهدیزاده سراج[2] و سید باقر حسینی[3]

تاریخ دریافت: 1402/12/29
تاریخ پذیرش: 1403/06/24
(صفحات 230-205)

چکیده

هدف: با گسترش آپارتمان‌نشینی، ضرورت مطالعه در حوزه کیفیت محیط در ساختمان‌های مسکونی افزایش یافته است. با این حال بیشتر پژوهش‌ها به بررسی عناصر محیطی آسایش حرارتی، صوتی، بصری و کیفیت هوا پرداخته‌اند و جنبه‌های کالبدی ساختمان کمتر مورد ارزیابی قرار گرفته است. هدف این پژوهش ارائه مدل وزنی عوامل کالبدی مؤثر بر کیفیت محیط داخلی در آپارتمان‌های مسکونی است.

روش تحقیق: در مرحله اول شناسایی معیارها از بررسی 127 منبع از پیشینه پژوهش صورت گرفت. در مرحله دوم پنل دلفی خبرگان به منظور ارزیابی معیارها برگزار شد. در مرحله سوم وزن‌دهی 10 دسته معیار و 40 زیرمعیار توسط روش بهترین بدترین فازی (FBWM) صورت گرفت.

نتایج و بحث: یافته‌ها نشان داد که ویژگی‌های کالبدی با وزنی نزدیک به ویژگی‌های محیطی به طور مؤثری بر کیفیت محیط داخلی تأثیر گذارند؛ این نشانگر آن است که ارتقای کیفیت محیط داخلی به تنهایی از فناوری‌های پیشرفته ساختمانی یا سامانه‌های کنترل محیطی ناشی نمی‌شود، بلکه به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر طراحی و شکل ساختمان قرار دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد ویژگی بازشوها بیشترین تأثیر کالبدی را بر کیفیت محیط دارد. همچنین ویژگی‌های کنترلی از عوامل اصلی تأمین کیفیت محیط است و افراد حتی در صورت تأمین مناسب شرایط محیطی، نیازمند داشتن کنترل بر شرایط خود هستند. از سویی تحلیل یافته‌ها نشان داد که ارتفاع واحد از سطح زمین بر درجات ادراک کیفیت محیط تأثیر گذار است و با تأمین شرایط مناسب محیطی و کالبدی می‌توان تأثیرات بعضا منفی سکونت در ساختمان‌های آپارتمانی بر ادراک محیطی افراد را تعدیل کرد.

واژگان کلیدی: کیفیت محیط داخلی، ادراک ساکنین، آپارتمان‌های مسکونی، مؤلفه‌های کالبدی، مدل ارزیابی وزنی.

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول به راهنمایی نگارنده دوم و سوم در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران است.

[1] **دانشجوی دکتری** معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. s_akoochekian@arch.iust.ac.ir
[2] **استاد**، گروه معماری مرمت، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
[3] **دانشیار**، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

1- مقدمه

انسان تا 87 درصد از زمان خود را درون فضاهای بسته از جمله فضاهای مسکونی و اداری می‌گذسری و 6٪ اوقات را در وسایل نقلیه سپری می‌کند (Klepeis etal., 2001). شرایط محیط داخلی تأثیرات گسترده ای بر سلامتی[1]، رفاه عمومی[2] و عملکرد[3]انسان دارد (Rohde et al., 2020) (Jaakkola, 1998). بنابراین، درک کامل عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محیط داخلی[4] (IEQ) و ماهیت وابسته، پیچیده و پویا و همچنین تأثیر این عوامل بر سلامتی و بهره‌وری افراد از اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر تحقق ایده‌های معماری پایدار مستلزم افزایش کیفیت فضایی و در عین حال کاهش بار محیطی ساختمان‌هاست. کیفیت محیطی یک ساختمان نه تنها تأثیر قابل توجهی در درک و رفتار ذهنی ساکنان دارد (Aries & Veitch, 2010) بلکه با تأثیرات محیطی از طریق مصرف انرژی آن نیز ارتباط نزدیکی دارد (Xu, Huang& Zhang, 2018). بنابراین، پژوهش در حوزه کیفیت محیط داخلی، و تدوین استانداردهای کاربردی و قابل تعمیم در راستای افزایش سطح رضایت ساکنین، برای توسعه پایدار در حوزه معماری ضروری است.

پس از انقلاب صنعتی و فراهم آمدن شرایط برای ساخت ساختمان‌های بلند مرتبه، و همچنین رشد وسیع شهرنشینی و نیاز به تأمین مسکن در مناطق شهری، سکونت در مجتمع‌های مسکونی و ساختمان‌های بلند مرتبه رشد چشم‌گیری داشته است. در دهه‌های آغازین سده بیستم و در پی نیاز به صنعت گرمایش و تهویه مطبوع پژوهش‌های متعددی برای بررسی رابطه میان آسایش انسان و محیط ساخته شده صورت گرفت(Rousseau & Wasley, 1997) . با این حال بررسی تاریخچه این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که به طور کلی مطالعاتی که به ارزیابی آسایش در ساختمان‌های مسکونی پرداخته‌اند، در مقایسه با ساختمان‌های آموزشی، اداری و تجاری از سهم کمتری برخوردار بوده است (Zhang et al., 2023). این درحالی است که مطالعات نشان می‌دهند انسان‌ها به طور متوسط 65 درصد زمان خود را در خانه می‌گذرانند (Klepeis et al., 2001). به دلیل تأثیر زیاد شرایط محیط داخلی در رفاه و سلامت جسمی و روانی ساکنین، اهمیت بهبود کیفیت محیط داخلی سکونتگاه‌ها بیش از پیش شده است (Spetic et al., 2008). در نتیجه، در دهه‌های اخیر ضرورت انجام مطالعاتی که به شناسایی مؤلفه‌های مؤثر بر آسایش و سلامت ساکنین در ساختمان‌های مسکونی بپردازند، افزایش یافته است (Andargie et al., 2019) (Spetic et al., 2008). در ایران نیز بر اساس نتایج سرشماری نفوس و مسکن 1395، بیش از 70 درصد جمعیت کشور در مناطق شهری سکونت دارند (Statistical Center of Iran, 2016). طبق گزارش مرکز آمار ایران از پروانه‌های صادر شده برای احداث در سال 96 در شهرداری‌های سراسر کشور، بیش از 84 درصد از پروانه‌های صادر شده مربوط به ساختمان‌های مسکونی بوده است و طبق این گزارش از مجموع پروانه‌های احداث ساختمان صادرشده از سوی شـهرداری‌هـای شـهر تهـران، 92.4 درصد برای احداث ساختمان‌های پنج طبقه و بیشتر بوده است (Statistical Center of Iran, 2017). این میزان، رشد فزاینده سکونت در ساختمان‌های آپارتمانی و ضرورت انجام تحقیق در حوزه کیفیت در مسکن آپارتمانی در ایران را نشان می‌دهد.

گام اساسی در راستای افزایش کیفیت محیط داخلی، شناخت، طبقه‌بندی و ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی است. ارزیابی کیفیت محیط داخلی نیازمند روشی جامع برای وزن‌دهی مؤلفه‌های مختلف محیط داخلی به منظور مقایسه جنبه‌های مختلف و بعضا متناقض آن است (Rohde et al., 2019). مدل‌های ارزیابی وزنی در تحقیقات مختلف به این منظور استفاده می‌شوند. بخش عمده‌ای از مدل‌های ارزیابی وزنی، مؤلفه‌های چهارگانه‌ی آسایش را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و سایر جنبه‌های کالبدی مؤثر بر کیفیت محیط داخلی نظیر ابعاد، تناسبات، هندسه و مبلمان فضا را در نظر نگرفته‌اند (Zhang et al., 2023). در پژوهش حاضر معیارهای چهارگانه‌ی آسایش حرارتی، بصری، صوتی و کیفیت هوا به عنوان معیارهای محیطی دسته‌بندی شده‌اند. هدف پژوهش حاضر، ارائه مدل ارزیابی وزنی معیارهای کالبدی مؤثر بر کیفیت محیط داخلی در آپارتمان‌های مسکونی است. به این منظور ابتدا بررسی

جامع پیشینه پژوهش برای شناسایی معیارها و زیرمعیارهای هر دو دسته انجام شد و سپس با استفاده از روش دلفی و FBWM[5] به وزن‌دهی معیارها پرداخته شد.

1-1-معیارهای مؤثر بر کیفیت محیط داخلی

جامعه مهندسین گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع آمریکا[6]، کیفیت محیط داخلی را به صورت "تجربه ادراک شده از محیط داخلی ساختمان که شامل جنبه های طراحی، تحلیل و بهره‌برداری از ساختمانی راحت، سلامت و با بازدهی انرژی بالا ست" معرفی می‌کند (ASHRAE,2022). به طور کلی در اکثر پژوهش‌های پیشین، کیفیت محیط داخلی برآیند تأثیر چهار مؤلفه آسایش حرارتی، آسایش بصری، آسایش صوتی و کیفیت هوای داخل در نظر گرفته شده است (Joshua et al., 2016) (Molina & Yaguana, 2018) (Frontczak et al., 2012). بسیاری از تحقیقات نیز بر اساس امکانات و شرایط پژوهش، فقط بعضی از این مؤلفه‌های چهارگانه را مورد بررسی قرار داده‌اند (Huang et al., 2012)(Xu et al., 2018)(Buratti et al., 2018). بعدها پژوهشگران، عواملی دیگر نظیر ویژگی‌های زمینه‌ای، ویژگی‌های فردی و همچنین ویژگی‌های فیزیک ساختمان را به عنوان عناصر مؤثر بر ادراک کلی آسایش ساکنین معرفی کردند و بر ماهیت چند بعدی ادراک آسایش تأکید نمودند (Al Horr et al., 2016)(Ortiz et al., 2017). برای مثال، موجان و همکاران[7] در پژوهش مروری خود، هشت دسته اصلی برای عوامل مؤثر بر کیفیت محیط داخلی برمی‌شمرند و آن را به دو دسته قابل تغییر به صورت پویا (آسایش حرارتی، کیفیت هوا و تهویه، آسایش بصری و آسایش صوتی) و قابل تغییر به صورت غیر پویا (طراحی پلان، ارتباط ساکنین با طبیعت، موقعیت جغرافیایی ساختمان و دسترسی به امکانات عمومی و خصوصی) تقسیم می‌کنند (Mujan et al., 2019). مرکز محیط ساخته در دانشگاه کالیفرنیا[8] برکلی نیز در یک پرسشنامه ارزیابی کیفیت محیط، جنبه‌های هفت‌گانه‌ای برای ارزیابی کیفیت محیط داخلی را معرفی کرده است (Zagreus et al.,2004). این معیارها شامل پلان، مبلمان، آسایش حرارتی، کیفیت هوا، نور، آکوستیک و نگهداری بودند که بعدها مورد استفاده بسیاری از پژوهش‌ها قرار گرفت (Kim & de Dear, 2012).

از سویی برخی از محققین به تأثیرات روانی مؤلفه‌های فیزیکی ساختمان بر افراد توجه نشان داده‌اند. وانگ و همکاران[9] در پژوهش مروری خود با عنوان تأثیر کیفیت محیط داخلی بر عملکردهای شناختی ساکنین، کیفیت محیط داخلی را به پنج معیار کیفیت هوای داخلی[10]، محیط حرارتی[11]، نور[12]، صوت[13] و معیارهای بصری (غیر از نور)[14] تجزیه کرده‌اند. همچنین تأثیرات غیر بصری ویژگی‌های فضای داخل مانند رنگ مصالح در پژوهش‌ها مورد توجه قرار گرفته است (Cheshmeh Noor, 2024). علاوه بر این، مطالعاتی نیز بر روی رابطه بین بهره‌وری افراد و IEQ[15] متمرکز شدند، دما، سطح سر و صدا و کیفیت هوا را به عنوان مهمترین عوامل برای بهره‌وری شغلی شناسایی کردند (Al Horr et al., 2016) (Frontczak et al., 2012)(Wang et al., 2021). نتایج مشابهی را می‌توان در پروژه HOPE[16] یافت (Bluyssen et al., 2011)، که در آن رابطه معنی داری بین ترکیبات نوع دید، کیفیت دید، و تراکم اجتماعی و ناراحتی درک شده یافت شد.

برخی مطالعات علاوه بر ویژگی‌های محیطی، ویژگی کنترل‌پذیر بودن شرایط محیطی توسط ساکنین را جزو عوامل اصلی تأمین آسایش ساکنین معرفی می‌کنند. این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پارامترهایی مانند مقدار فضا، حریم خصوصی بصری، شرایط محیط کار، و افزودن "کنترل شخصی" منجر به افزایش رضایت می‌شود (Bakker et al., 2014)(Castaldo et al., 2018)، در حالی که فقدان مکانیسم های تنظیم یا ناکارآمدی آن‌ها می‌تواند منجر به ناراحتی و ناامیدی ساکنین شود (Heerwagen, 2000)(Fisk, 2000).

از سویی پژوهش‌هایی که به بررسی ویژگی‌های کیفیت محیط داخلی در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی پرداخته‌اند به ویژگی‌هایی از جمله طراحی معماری، شرایط گرمایش و تهویه مطبوع و نگهداری در دوران بهره برداری به عنوان دلایل اصلی تأمین کیفیت محیطی در این ساختمان‌ها اشاره کرده‌اند (Baeza et

al., 2020). همچنین مؤلفه‌های کیفیت بصری مرتبط با فضای سبز و ارتباط با فضای خارج و تأثیر سبزینگی بر سلامت روان در ساختمان‌های مسکونی نیز در پژوهش های پیشین بررسی شده‌اند (Carver et al., 2020). مطالعات نشان می‌دهند که بالکن‌ها به عنوان تنها فضای بیرونی در آپارتمان‌های مسکونی بر کیفیت محیط داخلی از طریق فاکتورهای آسایش حرارتی، کیفیت هوای داخلی، آسایش صوتی و بصری مؤثرند (Ribeiro et al., 2020).

1-1-مدل‌های وزن دهی کیفیت محیط داخلی

مدل کیفیت محیط داخلی یک ابزار ارزیابی است که برای ارزیابی کیفیت محیطی یک فضای داخلی با در نظر گرفتن تمام جنبه‌های IEQ استفاده می شود (Roumi et al., 2022). این مدل مقادیر چندین شاخص مربوط به جنبه‌های مختلف کیفیت محیط داخلی را در یک شاخص کلی ترکیب می‌کند که می‌تواند یک امتیاز عددی (مانند امتیاز از 0 تا 100) (Mihai & Iordache, 2016) یا یک عدد باینری (برای نشان دادن پذیرفته‌شده/عدم پذیرش) باشد (Wong et al., 2018). هدف از تهیه این مدل، ارائه بینش کمی برای استفاده مالکین ساختمان، طراحان و مدیران برای ارزیابی کیفیت محیط و نشان دادن مهمترین شاخص‌ها یا ضعیف‌ترین جنبه‌های کیفیت محیط، به منظور بهینه‌سازی رضایت کلی ساکنین از کیفیت محیط داخلی است. پژوهش‌های متعددی در مورد تأثیر نسبی شرایط مختلف کیفیت محیط داخلی بر رضایت محیطی افراد صورت گرفته است (Jamrozik et al., 2018)(Lai et al., 2009). در این تحقیقات به منظور ارزیابی ادراک کیفیت محیط داخلی، ابتدا شاخص‌های منفرد IEQ شناسایی و سپس مدل اثرگذاری مؤلفه‌ها بر ادراک کیفیت محیط داخلی به صورت رتبه‌بندی مؤلفه‌ها تهیه شده است. در جدول 1 خلاصه‌ای از بعضی مطالعات صورت گرفته در این حوزه آورده شده است.

جدول 1- پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه رتبه‌بندی مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی
Tab. 1- Research conducted on the ranking of components affecting indoor environment quality

	محققان	سال	نتیجه خلاصه
1	Wong et al. (2008)	اداری	حرارت (24.0)، کیفیت هوا (25.0)، آکوستیک (19.0)، نور(23.0)
2	Fassio et al. (2014)	آموزشی	حرارت (31.0)، کیفیت هوا (25.0)، آکوستیک (24.0)، نور(19.0)
3	Humphreys (2005)	اداری	حرارت (0.39)، کیفیت هوا (0.36)، حرکت هوا (0.16)، رطوبت (0.12)، سر و صدا (0.13)، نور (0.05)
4	Buratti et al. (2018)	آموزشی	حرارت (35.0)، آکوستیک (35.0)، نور(30.0)
5	Mui et al. (2019)	مسکونی	حرارتی (0.17) شرایط صوتی (0.01) ، کیفیت هوا (0.27) ، شرایط بصری (0.56)
6	Cao et al. (2012)	اداری و آموزشی	حرارت (316.0)، کیفیت هوا (118.0)، آکوستیک (224.0)، نور(171.0)
7	Lai&Yik (2009)	مسکونی	آسایش حرارتی (34.0) و استشمام بو (0.20) پاکیزگی هوا (0.23) و رضایت صوتی (0.23)
8	Tahsildoost and Zomorodian (2018)	آموزشی	حرارت (31.0)، کیفیت هوا (16.0)، آکوستیک (24.0)، نور(29.0)
9	Markelj et al. (2014)	مسکونی	کیفیت محیط ساخته شده(0.4108) و آسایش (0.1627) در دسته های کلی آسایش حرارتی 0.0443، تهویه 0.0406، آسایش بصری 0.0311، آسایش صوتی 0.0175، کنترل کاربر 0.0164 و امنیت و ایمنی 0.0128
10	Piasecki et al. (2020)	آموزشی	حرارت (25.0)، کیفیت هوا (25.0)، آکوستیک (25.0)، نور(25.0)
11	Kraus & Juhasova Senitkova (2020)	آموزشی	کیفیت هوا (0.249) ، آسایش بو (0.260)، صوت (0.244) ، آسایش بصری (0.203) و آسایش رنگ (0.192)

به طور کلی، بررسی مطالعات انجام شده در حوزه مدل‌های ارزیابی کیفیت محیط نشان می‌دهد، ادراک و ترجیحات ساکنین در کیفیت محیط داخلی بسته به ویژگی‌های فردی (مانند جنسیت، شغل و ملیت) (Marino et al., 2012) (Lai & Yik, 2007) و عوامل مرتبط با ساختمان (مانند نوع ساختمان و منطقه) (Lai et al., 2009) ، عوامل اجتماعی-فرهنگی (Humphreys, 2005) و نوع فضا (Frontczak et al., 2012) بسیار متفاوت است. از سویی ساکنین در کشورهای مختلف نظرات متفاوتی در مورد اهمیت معیارهای مختلف IEQ دارند(Humphreys, 2005). همچنین در یک کشور یکسان، با وجود استفاده از مدل یکسان (Mujan et al., 2021) رتبه‌بندی اهمیت شاخص‌های مختلف IEQ در رابطه با عملکرد کلی کیفیت محیط داخلی ممکن است در ساختمان‌های مختلف(Leccese et al., 2021) نیز متفاوت باشد. تحقیقات دیگر نشان می‌دهند که اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی در کاربری‌های مختلف اداری، آموزشی یا مسکونی برای ساکنین متفاوت است(Zhang et al., 2023) و حتی ساکنین ساختمان‌های مسکونی تک‌واحدی یا چند واحدی نیز در این زمینه با یکدیگر اختلاف نظر دارند(Lai & Yik, 2009). بنابراین، از جمع‌بندی پیشینه پژوهش نتیجه‌گیری می‌شود که انجام پژوهش‌های جدید برای بررسی ادراک افراد و پیشنهاد مدل کیفیت محیط داخلی در زمینه‌های مختلف جغرافیایی و فرهنگی ضروری است. بنابراین با وجود تعدد پژوهش‌ها در زمینه‌ی مدل‌های ارزیابی کیفیت محیط داخلی، به دلیل زمینه‌های متفاوت فرهنگی و جغرافیایی این پژوهش‌ها، مطالعه در محدوده جغرافیایی و فرهنگی ایران در کاربری‌های مختلف ساختمانی به منظور تهیه‌ی مدلی کاربردی مورد نیاز است.

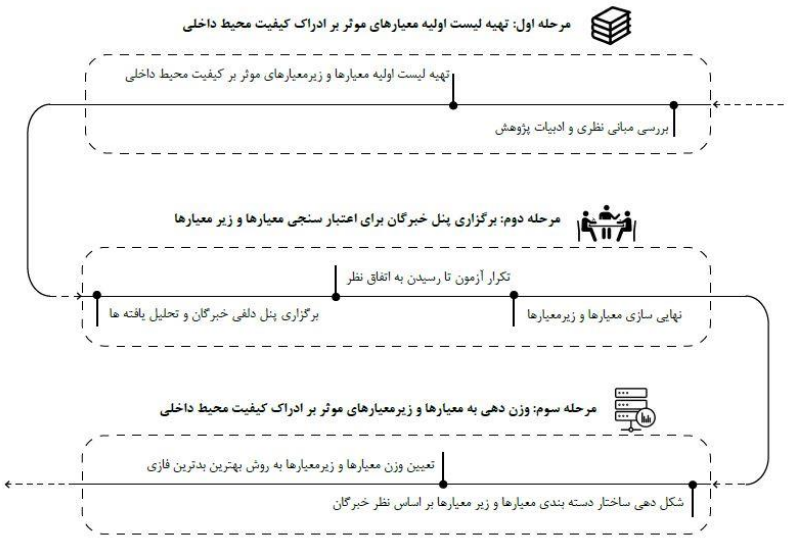
2-روش تحقیق

این پژوهش به لحاظ جهت‌گیری در دسته پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد. به لحاظ روش‌شناسی، در مرحله نخست از روش محتوایی استفاده شد و در بخش دوم بر اساس روش‌های آماری و تبیینی ذیل عنوان رویکردهای کمی و کیفی، نتایج تحلیل می‌شود. به این لحاظ، پژوهش حاضر در دسته پژوهش‌های ترکیبی قرار می‌گیرد. فرآیند این پژوهش طی سه مرحله انجام شده است (شکل 1). در مرحله اول با مرور سیستماتیک پیشینه پژوهش به استخراج مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی و دسته‌بندی اولیه معیارها پرداخته است. در مرحله دوم، پنل خبرگان به منظور ارزیابی معیارهای پژوهش و تأیید دسته‌بندی آن‌ها بر اساس روش دلفی تا رسیدن به اجماع خبرگان برگزار شد. در مرحله بعدی، به منظور تعیین وزن مؤلفه‌های اصلی تأثیر گذار بر ادراک کیفیت محیط از روش FBWM به صورت وزن‌دهی سلسله‌مراتبی استفاده شد و اولویت‌بندی و تعیین وزن معیارها و زیر معیارها حاصل شد.

2-1-مرحله اول: لیست اولیه معیارهای مؤثر بر ادراک کیفیت محیط داخلی

به منظور بررسی سیستماتیک پژوهش‌های حوزه‌کیفیت محیط داخلی ابتدا محدوده پژوهش‌های مورد بررسی به پژوهش‌هایی که به بررسی کیفیت محیط داخلی در آپارتمان‌های مسکونی و ادراک آسایش ساکنین در ساختمان پرداخته باشند، محدود شد. سپس به منظور تعیین محدوده جستجو، شبکه منطقی برای کلیدواژه‌های اصلی پژوهش تهیه شد. جدول 2 کلید واژه‌های اصلی، کلمات جایگزین و شبکه منطقی جستجو بر اساس ساختار جستجو در پایگاه داده اسکوپوس را نشان می‌دهد.

به منظور انجام این پژوهش، پایگاه داده اسکوپوس مورد استفاده قرار گرفت، زیرا حوزه های معماری، مهندسی و علوم انسانی را پوشش می‌دهد و امکان جستجوی قوی موضوعات و حوزه‌های علمی را فراهم می‌کند. در مرحله نخست، در پایگاه داده اسکوپوس و در بخش جستجوی اسناد از طریق جستجوی واژگان کلیدی در عنوان مقاله، چکیده و کلید واژه‌ها، تعداد 1922 منبع در بازه زمانی 1972 تا 2022 استخراج شد. و طی چهار مرحله غربالگری، در نهایت 127 منبع منتخب، مبنای پژوهش حاضر و استخراج معیارها قرار گرفت. شکل 2 نمودار پنج مرحله ای فرآیند انتخاب تولیدات علمی در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.



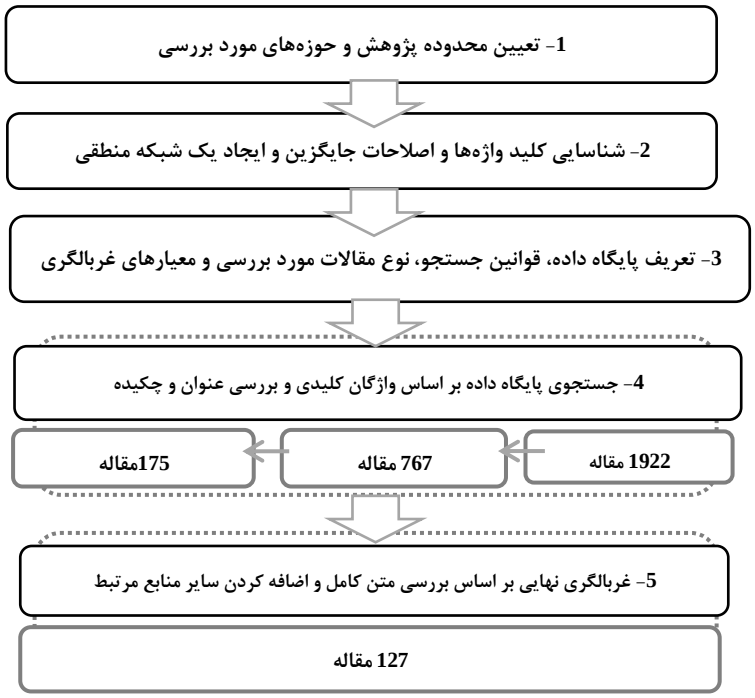
شکل 1- فرآیند مراحل انجام پژوهش

Fig. 1- Diagram of research steps

جدول 2- شبکه منطقی جستجو ی کلیدواژگان در پایگاه اسکوپوس

Tab. 2- Logical Search Network for Keywords in the Scopus Database

Occupant	Indoor Environment Quality	Perception	Apartment
Occupant OR resident OR human OR Individual OR user OR Inhabitant	"Indoor environment quality" OR IEQ OR comfort	Perception OR preference OR sensation OR behavior OR acceptability OR satisfaction OR complaint OR dissatisfaction OR discomfort OR Efficiency OR productivity OR Cognition	Residential OR apartment OR "high rise"



شکل 2- نمودار مراحل مرور پیشینه پژوهش

Fig. 2- Diagram of the Literature Review Stages

در مرحله اول، معیارهای اصلی تأثیرگذار بر ادراک کیفیت محیط داخلی از طریق مرور محتوای پیشینه پژوهش در پنج دسته شناسایی شدند. دسته اول مؤلفه‌های کالبدی بنا، نظیر هندسه، ارتفاع، فرم، مصالح، ویژگی‌های معماری و ساخت است. دسته دوم شامل مؤلفه‌های چهارگانه آسایش محیطی، نظیر دما، رطوبت، کیفیت هوا و صوت هستند. دسته سوم مؤلفه‌های کنترلی شرایط محیطی توسط ساکنین است که در مرحله بعدی برای مقایسه بهتر به عنوان زیرمجموعه دسته معیارهای کالبدی در نظر گرفته شدند. دسته چهارم مؤلفه‌های فردی شامل شرایط فیزیولوژیک و روانی ساکنین و دسته پنجم ویژگی‌های زمینه‌ای، مانند شرایط اقلیمی، اجتماعی و زیرساخت‌ها بود. در پژوهش حاضر سه دسته اول شامل ویژگی‌های محیطی، ویژگی‌های کالبدی و ویژگی‌های کنترلی ساختمان مورد بررسی قرار گرفتند و دو دسته آخر شامل ویژگی‌های فردی و زمینه‌ای به دلیل گستردگی دامنه تحقیق مورد بررسی قرار نگرفتند. جدول 3 مؤلفه‌های محیطی و کالبدی مؤثر بر کیفیت محیط داخلی مستخرج از مرور پیشینه که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد.

در مرحله بعد به منظور وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها از ترکیب پنل دلفی خبرگان و روش بهترین بدترین فازی استفاده شد. ساختار کلی روش ترکیبی در این پژوهش بدین صورت است که پس از شناسایی و دسته‌بندی معیارهای اولیه در مرحله اول، اعتبارسنجی و دسته‌بندی نهایی معیارها متناسب با گام‌های روش دلفی انجام و در گام بعد نیز با استفاده از روش FBWM وزن نهایی هر معیار مشخص شد.

2-2-مرحله دوم: برگزاری پنل دلفی خبرگان برای اعتبارسنجی معیارها و زیرمعیارها

روش دلفی یک فرایند ساختاریافته‌ای است که به هدف گردآوری و هماهنگ کردن نظرات کارشناسان در مورد یک موضوع خاص به کار می‌رود (Sforzini et al., 2022). این روش عمدتا در زمینه‌هایی مانند برنامه‌ریزی، پیش‌بینی، تصمیم‌گیری گروهی و تدوین استراتژی به کار می‌رود. در این روش، یک گروه از کارشناسان به صورت مجازی یا غیر حضوری در فرآیند مشارکت می‌کنند (Fink-Hafner et al., 2019). گام‌های روش دلفی به شرح زیرند (Sforzini et al., 2022): گام اول: انتخاب یک گروه از کارشناسان که دارای تجربه و دانش لازم در زمینه مورد بحث هستند. گام دوم: ارسال یک پرسشنامه به کارشناسان به منظور گردآوری دیدگاه‌ها، نظرات، و پیشنهادهای اولیه. گام سوم: گردآوری پاسخ‌ها و تحلیل آن‌ها برای کشف الگوها، توافق‌ها، یا ناهمخوانی‌ها. گام چهارم: بازخورد به کارشناسان و ارسال نتایج تحلیل به کارشناسان به همراه پرسشنامه جدید برای دور دوم. گام پنجم: تکرار گام‌های 2 تا 4 تا زمانی که یک سطح قابل قبول از توافق به دست آید. گام ششم: آماده کردن و ارسال یک گزارش نهایی حاوی نتایج به کلیه ذینفعان.

از جمله مزایای روش دلفی این است که از تأثیرات منفی اجماع گروهی، مانند فشار گروهی یا تأثیرات رهبری جلوگیری کرده و امکان مشارکت کارشناسان از تمامی نقاط جغرافیایی را می‌دهد و هم‌چنین حریم خصوصی کارشناسان و خبرگان حفظ می‌شود (Humphrey-Murto et al., 2020).

برای آغاز این مرحله، ابتدا گروه خبرگان شرکت کننده انتخاب شدند. در این پژوهش پنل خبرگان شامل استادان دانشگاه و پژوهشگران یا متخصصان حرفه‌ای بودند که در زمینه‌های طراحی معماری یا مهندسی ساخت، فعالیت حرفه‌ای داشتند. دانشگاهیان ملزم به داشتن تجربه تحقیق یا تدریس در حوزه کیفیت محیط داخلی و ساختمان‌های مسکونی بودند. متخصصین حرفه‌ای همچنین باید حداقل پنج سال تجربه کاری در زمینه طراحی معماری و طراحی مسکونی و یا ارزیابی کیفیت محیط داخلی یا علوم مرتبط داشته باشند. مشخصات پنل خبرگان در شکل 3 آمده است.

جدول3- مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی مورد بررسی در این پژوهش

Tab. 3- Factors Affecting Indoor Environment Quality Examined in This Research

معیارهای کالبدی

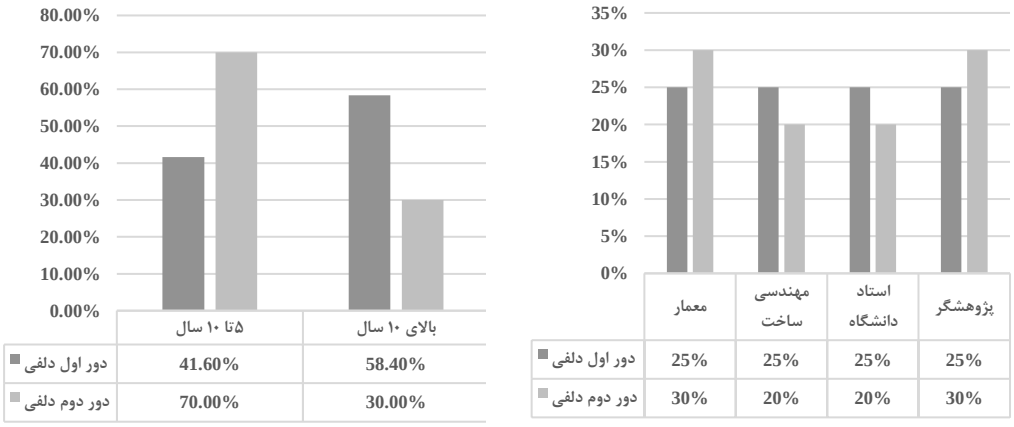
معیار اصلی	فرم و هندسه فضا	ابعاد	ارتباط با محیط خارجی و بازشوها	چیدمان و تفکیک فضایی	دکوراسیون داخلی و مبلمان	نوع ساختمان	ویژگی های کنترلی
زیر معیار	هندسه (دو بعدی) فرم (سه بعدی) شکل اتاق ارگونومی	ابعاد و تناسبات فضا مساحت فضا ارتفاع سقف	باز بودن فضاها نسبت به محیط خارجی ابعاد و تناسبات پنجره ها نسبت پنجره به دیوار جهت گیری پنجره ها آفتابگیر بودن فضا نوع و موقعیت سایبان ها موقعیت ورودی و خروجی دید داشتن به طبیعت رعایت حریم خصوصی بصری	تقسیمات فضایی (ستون، نیم طبقه و ...) چیدمان فضایی در پلان تفکیک حوزه های عملکردی و رعایت حریم خصوصی	رنگ کف، دیواره، سقف مصالح کف، دیوار، سقف بافت کف، دیوار، سقف دکوراسیون و مبلمان داخلی دکوراسیون و تزیینات سبک و زمینه مبلمان سبزینگی در فضای داخلی	تک واحدی یا چند واحدی بودن ساختمان ارتفاع از سطح زمین	کنترل بازشوها کنترل روشنایی کنترل HVAC دانش و تجربه در زمینه سیستم های کنترل محیط نوع سیستم کنترلی

O'Brien & Gunay, (2014), Franz et al., (2005), Wang et al (2021), Zhen et al. (2019), Xu et al., (2018), Mahdavi & Unzeitig (2005), Stamps, (2010), Byrd, (2012), Fich et al., (2014), Aries et al., (2010), Khair et al., (2012), Fanger, (1977), Bower et al., (2019), Frontczak and Wargocki, (2011) ,Andargie et al. (2019), Rosen & Walks (2013), Roetzel et al. (2014), Mijorski & Cammelli, (2016), ASHRAE (2016), Ricketts&Straube, (2013), Galasiu & Veitch, (2006), Schweiker & Shukuya, (2009), Guerra-Santin & Itard, (2010

معیارهای محیطی

معیار اصلی	آسایش صوتی	آسایش بصری	آسایش حرارتی	کیفیت هوا
زیر معیار	ویژگی های آکوستیک مصالح منابع صدای داخلی و خارجی آلودگی صوتی (ترافیک مسیرها، هواپیما، صحبت افراد، همهمه، صدای ماشین‌ها و ابزار) حریم صوتی	فاکتور نور روز توزیع درخشندگی و درخشندگی و یکنواختی آن ممانعت از تابش خیره کننده	دما و رنگ نور شدت روشنایی	دمای هوا میانگین دمای تابشی سرعت هوا رطوبت نسبی	تهویه طبیعی بو آلاینده های محیطی تصفیه هوا (Filteration) آلودگی های زیستی ناشی از رطوبت

Choi et al., (2009), Lai et al., (2009), Frontczak & Wargocki, (2011), Parkinson et al., (2016), Kim et al., (2017), Steinmetz & Posten, (2017), Brager & de Dear, (1998), Nicol & Humphreys, (2002), Wang et al., (2021), ASHRAE (2016), Kuller et al., (2006), Zhang et al., (2010), Hopkinson, (1972), Veitch, (2001), Dewing, (2009), Mui et al., (2019), Astolfi & Pellerey, (2008), Navai & Veitch, (2003)



شکل 3- راست: حوزه حرفه‌ای فعالیت پاسخ‌دهندگان. چپ: مدت زمان فعالیت حرفه ای پاسخ دهندگان

Fig. 3- Right: The respondents' professional field of activity. Left: Duration of professional activity of the respondents

پس از تعیین پنل خبرگان، فهرست معیارهایی که در مرحله قبل به دست آمده بود به متخصصین ارائه و فرآیند امتیاز دادن به معیارها طی دو مرحله ارسال پرسش‌نامه آغاز شد. نسخه آزمایشی پرسشنامه توسط یک گروه ارزیابی شامل پژوهشگران، یک استاد دانشگاه در حوزه معماری، یک پژوهشگر دکتری در حوزه صنایع و یک پژوهشگر دکتری در حوزه‌ی کیفیت محیط داخلی، بررسی و تصحیح شد. به منظور دریافت پاسخ‌های قابل مقایسه، دسته سوم معیارها که شامل معیارهای کنترلی محیط بودند، به عنوان زیر مجموعه دسته معیارهای کالبدی مورد ارزیابی قرار گرفت. بنابراین پس از یک بازنگری، پرسشنامه اولیه شامل دو دسته معیارهای کالبدی و محیطی شامل 11 معیار و 50 زیرمعیار به ارزیابی خبرگان گذاشته شد. پرسشنامه به دلیل سهولت استفاده و دسترسی به پنل کارشناسی به صورت برخط توزیع شد.

جدول 4- شاخص‌های پاسخ‌دهی پرسشنامه خبره
Tab. 4- Questionnaire Response Metrics

	بازدید پرسشنامه	پاسخ‌ها	نرخ پاسخ‌دهی[17]
مرحله اول(دلفی)	19	15	٪79
مرحله دوم(دلفی)	14	12	٪85
مرحله سوم(FBWM)	16	14	٪88

بر اساس مطالعات قبلی، میانگین تعداد متخصصان (یعنی شرکت کنندگان) در روش دلفی 8 نفر و حداکثر 12 نفر است (Hsu and Sandford, 2007). در مرحله اول این پژوهش، 19 پرسش‌نامه برای 19 متخصص ارسال شد تا در صورت کاهش تعداد پاسخ‌دهندگان در فرآیند پاسخ‌دهی، اعتبار پژوهش حفظ شود. در این تحقیق فرآیند دریافت بازخورد از متخصصین در دو دور اجرا شد. در مرحله اول 15 پاسخ و در مرحله دوم 12 پاسخ از 19 متخصص اولیه دریافت شد (جدول 4). در انتهای هر مرحله، تجزیه‌وتحلیل پاسخ‌ها برای بررسی دستیابی به اجماع، صورت گرفت. در مواردی که برخی از موارد بدون توافق باقی می‌ماند، میانگین رتبه‌بندی کارشناسان در نظر گرفته شد.

1-2-2 یافته‌های دلفی

نحوه تکمیل پرسشنامه دلفی متناسب با طیف لیکرت پنج‌تایی بود؛ در این راستا، در دور اول معیارهایی که میانگین امتیاز پاسخ خبرگان به آن‌ها کمتر از 3 بود حذف شده و یا با معیارهای دیگری ترکیب شدند. سپس در دور دوم، مقدار 3به عدد 3.5 افزایش یافت. هم‌چنین اگر خبرگان نظری در خصوص اضافه کردن معیاری در لیست معیارها داشتند، در انتهای پرسشنامه سری اول نظرات آن‌ها دریافت شده و در پرسشنامه سری دوم اضافه شده است. در دور دوم معیارهایی که مقدار بیش از 3.5 داشتند، به عنوان معیارهای نهایی انتخاب شدند. در شکل 4 فرآیند دور اول و دور دوم دلفی و نتایج آن به منظور انجام مرحله سوم نشان داده شده است.

در روند طی شده برخی از معیارهای قرار داده شده از قبیل هندسه دو بعدی، ارگونومی و شکل اتاق در فهرست اولیه قابلیت کسب امتیاز در هر دو مرحله از نگاه خبرگان را نداشته و از لیست نهایی معیارهای تأثیرگذار کنار گذاشته شدند. در کنار معیارهای کنار گذاشته شده با توجه به نظرات گردآوری شده از خبرگان در مرحله دوم تعدادی از معیارها و زیرمعیارها در یکدیگر تجمیع و تبدیل به معیار واحدی شدند که می‌توان به معیارهای "فرم و هندسه فضا" و "ابعاد" اشاره کرد که در مرحله اول در میان معیارها قرار گرفته بود و پس از دریافت نظرات خبرگان تبدیل به یک معیار به عنوان "هندسه و تناسبات فضا" در مرحله دوم دلفی خبرگان شد. در کنار این معیارها زیرمعیارهایی مانند مساحت فضا و ابعاد و تناسبات فضا تجمیع شد و زیرمعیارهایی مانند ارتفاع کف پنجره، نوع شیشه و صدابند بودن آن و قابلیت کنترل پرده‌ها براساس نظرات خبرگان به مرحله دوم اضافه شد. در نهایت لیست معیارها و زیرمعیارهای نهایی برای وزن‌دهی در مرحله سوم تهیه شد.

شکل 4- فرآیند دور اول و دوم دلفی و نتایج آن

Fig. 4- Process of First and Second Delphi Rounds and Their Outcomes

2-3-مرحله سوم: وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر ادراک کیفیت محیط داخلی به روش بهترین بدترین فازی (FBWM)

روش بهترین- بدترین نخستین بار در سال 2015 توسط رضایی ارائه شد(Rezaei, 2015). این روش بر مبنای مقایسات زوجی و بهره‌گیری از مدل برنامه ریزی خطی استوار است. در این روش به جای انجام مقایسات زوجی برای تمامی شاخص‌ها (معیارها و زیر معیارها) با یکدیگر که در تحلیل سلسله‌مراتبی انجام می‌گیرد، از بین شاخص‌ها بهترین و بدترین شاخص را انتخاب و بقیه شاخص‌ها را با این دو شاخص مقایسه می‌نماید، سپس یک مسأله حداکثر حداقل[18] برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرمولبندی، حل در نهایت با استفاده از یک مدل ریاضی وزن‌های مرتبط با هر شاخص تعیین می‌شود (Rezaei, 2016). همچنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شده است (Rezaei, 2015). از جمله ویژگی‌های برجسته این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نیاز به داده‌های مقایسه‌ای کمتر و پاسخ‌های قابل اطمینان‌تر آن است(Rezaei, 2016). گئو و ژائو به منظور مواجهه با فضای عدم قطعیت، روش بهترین بدترین فازی را ارائه نمودند(Guo & Zhao, 2017) . مراحل پنج‌گانه روش بهترین بدترین فازی به صورت زیر است:

مرحله اول: مشخص نمودن شاخص‌های تصمیم

مرحله دوم: تعیین بهترین (مهم‌تر، مطلوب‌تر) و بدترین (دارای کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص

مرحله سوم: انجام مقایسات زوجی فازی برای بهترین معیار: با استفاده از اصطلاحات زبانی بیان شده در جدول 5 ترجیحات فازی بهترین معیار نسبت به سایر معیارها تعیین می‌شود.

مرحله چهارم: مشخص کردن ارجحیت همه شاخص‌ها

مرحله پنجم: یافتن مقادیر بهینه وزن‌ها

جدول 5- متغیرهای زبانی تکمیل پرسشنامه

Tab. 5- Linguistic Variables for Questionnaire Completion

متغیر زبانی	$\tilde{\alpha}_{BW}$
ترجیح برابر	(1،1،1)
ترجیح کم تا متوسط	(1،1.5،1.5)
ترجیح متوسط	(1،2،2)
ترجیح متوسط تا زیاد	(3،3.5،4)
ترجیح زیاد	(3،4،4.5)
ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(3،4.5،5)
ترجیح خیلی زیاد	(5،5.5،6)
ترجیح خیلی زیاد تا کاملا زیاد	(5،6،7)
ترجیح کاملا زیاد	(5،7،9)

پس از طی این مراحل، محاسبه نرخ ناسازگاری در روش بهترین بدترین فازی باید انجام شود. نرخ سازگاری یک شاخص مهم برای بررسی میزان سازگاری مقایسات زوجی است(Guo & Zhao, 2017). مقدار شاخص سازگاری در جدول 6 نشان داده شده است. هر چه مقدار شاخص ناسازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد بردارهای بهترین و بدترین دارای سازگاری بیشتری است.

3-نتایج و بحث

جهت وزن‌دهی عوامل و مؤلفه‌های نهایی شده در بخش دلفی، از روش بهترین بدترین فازی در پرسش از متخصصین استفاده شد. در این روش که ساختار سلسله‌مراتبی در ارزیابی شاخص‌ها دارد، همانند شکل 5، نخست دو دسته معیارهای اصلی کالبدی و محیطی در مقایسه باهم وزن‌دهی می‌شوند. سپس ده دسته معیار ثانویه مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرند. سپس زیر عوامل هر دسته در مقایسه باهم وزن‌دهی می‌شوند و در نهایت وزن نهایی عوامل از ضرب سلسله‌مراتبی آن‌ها محاسبه خواهد شد.

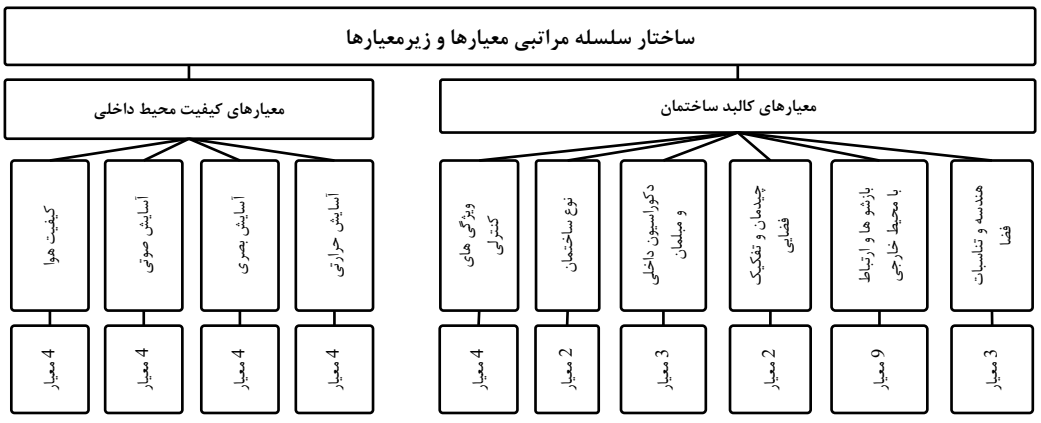
3-1-وزن‌دهی معیارهای اصلی

به منظور ارزیابی درجه اهمیت معیارهای کالبد ساختمان در مقایسه با معیارهای محیطی ابتدا دو دسته معیار اصلی و معیارهای ثانویه این دو دسته نسبت به یکدیگر وزن دهی شدند. جدول 7 وزن این دو دسته معیار و نرخ ناسازگاری آن نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نرخ ناسازگاری در تمامی جداول می‌بایست کمتر از 0.1 باشد که اعتبار وزن‌دهی آن بخش اثبات شود.

جدول 6- شاخص‌های سازگاری با استفاده از روش بهترین – بدترین فازی

Tab. 6- Consistency Indices Using the Fuzzy Best-Worst Method

$\tilde{\alpha}_{BW}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
شاخص سازگاری	2	4.2	3	8.3	6.4	29.5	69.6	3.7	04.8



شکل 5- ساختار سلسله‌مراتبی معیارها

Fig. 5- Hierarchical Structure of the Criteria

جدول 7-وزن معیارهای اصلی

Tab. 7- Weights of Primary Criteria

معیار	مؤلفه های کالبدی	مؤلفه های محیطی
وزن	5100.0	4900.0

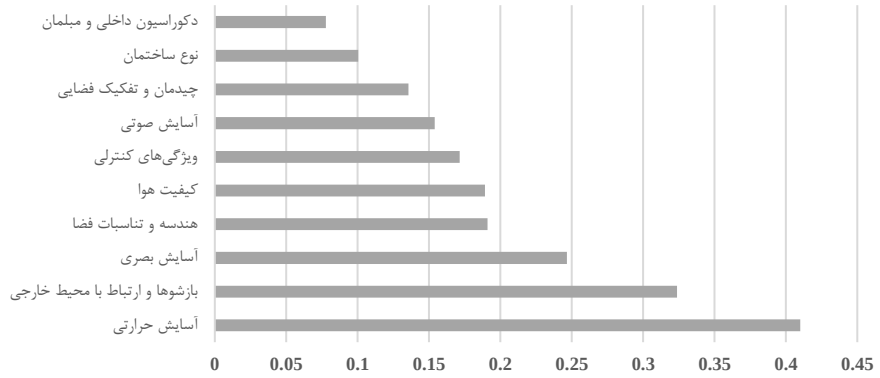
K^*= 0.018069 CI=2.40 → CR=$\frac{0.018069}{2.40}$ = 0.007528

در شکل 6، وزن معیارهای محیطی و کالبدی نشان داده شده است. وزن‌های به‌دست آمده نشان می‌دهند که معیار کالبد ساختمان با اختلاف کمی وزن بیشتری نسبت به معیار کیفیت محیط به خود اختصاص داده است. این در حالی است که در بخش عمده‌ای از پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه آسایش ساکنین تمرکز اصلی پژوهشگران بر معیارهای چهارگانه کیفیت محیط (حرارتی، بصری، صوتی، کیفیت هوا) بوده است و این معیارها به عنوان پراهمیت ترین معیارهای مؤثر بر ادراک افراد از کیفیت محیط ارزیابی شده‌اند. با این حال یافته‌های این پژوهش وزن‌های تقریبا مشابهی را برای دو دسته اصلی معیارهای کیفیت محیط و ویژگی‌های کالبدی ساختمان نشان می‌دهد. نزدیکی وزن‌های این دو معیار اصلی نشانگر ارتباط متقابل این دو جنبه در ایجاد یک محیط داخلی هماهنگ است. وزن‌های نسبتا نزدیک این دو مؤلفه نشان می‌دهد که ویژگی‌های کالبدی ساختمان مانند تناسبات، هندسه و چیدمان، تقریبا همان قدر پراهمیت هستند که ویژگی‌های محیطی برای تعیین کیفیت کلی محیط اثرگذار است. به بیان دیگر تصمیمات طراح در مراحل اولیه طراحی تأثیر مستقیم بر ویژگی‌های کیفی محیط دارد.

بررسی رده‌بندی معیارها نشان می‌دهد که در نگاه متخصصین بیشترین وزن مربوط به معیار آسایش حرارتی در دسته معیارهای کیفیت محیط و پس از آن معیار بازشوها و ارتباط با محیط خارجی در دسته کالبد ساختمان بوده است و جایگاه سوم به ویژگی‌های آسایش بصری محیط تعلق دارد. (شکل 7).

شکل 6- وزن معیارهای کالبدی و محیطی نسبت به یکدیگر

Fig. 6- Weights of Physical and Environmental Criteria



شکل 7- رتبه بندی اوزان ده دسته اصلی معیارهای کالبدی و محیطی در مقایسه با یکدیگر
Fig. 7- Ranking of Weights for the Ten Main Criteria of Physical and Environmental Factors

این یافته‌ها نشان می‌دهد که، قرارگیری معیارهای کالبدی در بین معیارهای آسایش نشان دهنده اهمیت طراحی بازشوها، پلان معماری و تفکیک‌های عملکردی و قابلیت کنترل شرایط در تأمین رضایت ساکنین است. می‌توان این طور نتیجه‌گیری کرد که جانمایی فضاهای معماری نه تنها برای تأمین نیازهای عملکردی ساکنین اهمیت دارد، بلکه سلسله مراتب دسترسی فضاها به جداره‌های نورگیر و بازشوها در ساختمان منجر به تنظیم ویژگی‌های محیطی مورد نیاز فضاهای داخلی ساختمان می‌شود. بنابراین تصمیمات اولیه طراحی، تأثیر مستقیم بر ویژگی‌های محیطی دریافتی توسط ساکنین در دوره بهره برداری، خواهد داشت. نتایج این بخش بر لزوم بررسی دقیق‌تر مؤلفه‌های کالبدی مؤثر بر کیفیت محیط داخلی تأکید داشت. بر این اساس معیارها و زیرمعیارهای کالبد ساختمان در مرحله‌ی بعد مورد ارزیابی دقیق‌تر قرار گرفت.

2-3-وزن‌دهی معیارهای کالبد ساختمان

در دسته معیارهای کالبد ساختمان، بازشوها و ارتباط با محیط خارجی(0.32) با اختلافی مشخص از سایر مؤلفه-ها وزن بیشتری را به خود اختصاص داده است. پس از آن زیرمعیار هندسه و تناسبات فضا (0.19) و ویژگی‌های کنترلی (0.17) بیشترین درجه اهمیت را نشان داده‌اند. تحقیقات بسیاری بر اهمیت ویژگی‌های بازشو به عنوان مهمترین واسطه ارتباط درون و بیرون ساختمان تأکید کرده‌اند. اما رتبه بندی به دست آمده در یافته‌های پژوهش حاضر، از آن جهت که ارزیابی مؤلفه‌های کالبدی و محیطی به طور همزمان انجام شده است از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پژوهش‌های گذشته اثبات کرده اند که نوع و ابعاد بازشو در یک ساختمان می‌تواند به طور مشخصی بر چهار جنبه‌ی آسایش حرارتی، بصری، صوتی و کیفیت هوای داخلی تأثیر گذار باشد (Brager et al., 2004) (Aries et al., 2010) (Lyons et al., 2000). وزن بالای به دست آمده برای زیرمعیار بازشو علاوه بر همسو بودن با پژوهش‌های پیشین، ارتباط نزدیک بین ویژگی‌های کالبدی و کیفی محیط را نیز مجددا مورد تأکید قرار می‌دهد. از سویی، بازشوها به عنوان یکی از کنترل‌پذیرترین مؤلفه‌های کالبدی ساختمان، قابلیتی بالا برای تنظیم شرایط دمایی، نوری، حریم بصری، صوتی و کیفت تهویه ساختمان دارند و وزن بالای این معیار، اهمیت معیار ویژگی‌های کنترلی محیط را نیز مورد تأکید قرار می‌دهد. زیرمعیارهای چیدمان و تفکیک فضایی (0.13)، نوع ساختمان(0.10) و دکوراسیون داخلی و مبلمان (0.07) رده‌های بعدی در ارزیابی متخصصین را به خود اختصاص داده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که طراحی پلان و تفکیک عملکردی فضا، اهمیت بالاتری نسبت به مبلمان و دکوراسیون فضا دارد و با طراحی دقیق و تفکیک عملکردهای داخلی در مراحل اولیه طراحی معماری، می‌توان رضایت محیطی بیشتری برای ساکنین فراهم کرد. از سویی، وزن کمتر معیار نوع ساختمان نشان می-دهد که تأمین سطح مناسبی از ارتباط با محیط، ابعاد

بهینه فضا، امکان کنترل بر شرایط محیطی و تفکیک عملکردی قابل قبول در فضا می‌تواند فارغ از تک واحدی و چندواحدی بودن مسکن، رضایت ساکنین در ساختمان‌های ویلایی یا آپارتمانی را تأمین کند.
در ادامه وزن و نرخ سازگاری زیرمعیارهای دسته کالبدی به تفکیک ارائه شده است.

3-2-1-وزن‌دهی زیرمعیارهای بازشوها و ارتباط با محیط خارجی

معیار بازشوها و ارتباط با محیط خارجی شامل نه زیرمعیار است که در جدول 8 وزن و نرخ ناسازگاری آن‌ها نشان داده شده است.
یافته‌های این بخش عوامل آفتابگیر بودن فضا (0.129)، رعایت حریم خصوصی(0.129) و باز بودن نسبت به محیط خارجی (0.120) را به عنوان مهمترین عوامل در این دسته نشان می‌دهد. ترکیب این سه معیار به بیانی نشان دهنده‌ی ویژگی‌های فرهنگی مسکن در ایران است. تأکید بر دریافت نور از طریق بازشوها و در عین حال حفظ حریم خصوصی یکی از بزرگترین ویژگی‌های فضای مسکونی در ایران است. این امر نشان می‌دهد که طراحان مسکن در ایران با چالش در تأمین ویژگی‌های مورد نیاز بازشوها روبرو هستند و دقت در طراحی بازشوها از میزان اهمیت بالایی برخوردار است. از سویی ارتباط با محیط خارج و امکان باز و بسته کردن پنجره در فضای مسکونی در این رده‌بندی مورد تأکید قرار گرفته است. در رده بعدی صدابند بودن شیشه‌ها (0.119) و ابعاد پنجره (0.119) و نسبت پنجره به دیوار (0.118) قرار دارد که نشان دهنده تلاقی دو مؤلفه آسایش صوتی و آسایش بصری در عنصر کالبدی بازشو است. به بیان دیگر، بازشوها محل تلاقی هر چهار عامل کیفیت محیطی در کالبد ساختمان و کنترل پذیرترین عنصر کالبدی ساختمان به شمار می‌روند. این به آن معنا است که در طراحی بازشوها، علاوه بر ویژگی‌های طرح معماری توجه به ویژگی‌های بصری، حرارتی، صوتی و کنترلی به طور همزمان بایستی انجام شود.

3-2-2-وزن‌دهی زیرمعیارهای هندسه و تناسبات فضا

معیار هندسه و تناسبات فضا شامل سه زیر معیار فرم و هندسه‌ی فضا، ابعاد و تناسبات فضا و ارتفاع کف تا سقف است که در جدول 9 وزن و نرخ ناسازگاری آن‌ها نشان داده شده است.
ابعاد و تناسبات فضا در پلان بیشترین امتیاز (0.48) را بدست آورده است. این نشان می‌دهد که طراحی پلان مسکونی از اهمیت بالایی بر ادراک کیفیت محیط برخوردار است. این مساله بر ویژگی‌های عملکردی فضای مسکونی تأکید می‌کند. به آن معنا که طراحی فضای مسکونی در مرحله‌ی طراحی پلان، ناظر بر تأمین نیازهای عملکردی فضایی، نظیر جانمایی مبلمان و جانمایی فعالیت‌های جمعی و فردی ساکنین است. استفاده‌ی بهینه از فضا در عین تأمین ابعاد مناسب فضایی اصل اساسی در طراحی فضای آپارتمان‌های مسکونی است. همچنین فرم و هندسه‌ی فضا (0.29) در رده‌ی دوم و ارتفاع فضا (0.22) در هماهنگی با معیار تناسبات فضا بر ظرفیت‌های طراحی داخلی فضای مسکونی تأکید می‌کنند.

جدول 8- وزن زیرمعیار بازشوها و ارتباط با محیط خارجی
Tab. 8- Openings and Connection with External Environment Sub Criteria Weights

معیار	باز بودن فضا نسبت به محیط خارجی	جهت‌گیری پنجره‌ها	ابعاد و تناسبات پنجره‌ها	نسبت پنجره به دیوار (WWR)	آفتابگیر بودن فضا	ارتفاع کف پنجره تا کف اتاق	نوع شیشه و صدابند بودن بازشوها	دید داشتن به طبیعت	رعایت حریم خصوصی بصری
وزن	0.12047	0.10854	0.11918	0.11871	0.12926	0.09209	0.11918	0.06331	0.12926

K^*= 0.048363 CI=**8.04** → CR=$\frac{0.048363}{8.04}$ = **0.006015**

جدول 9- وزن زیرمعیار هندسه و تناسبات فضا

Tab. 9- Space Geometry and Proportions Sub Criteria Weights

معیار	فرم و هندسه‌ی فضا	ابعاد و تناسبات فضا	ارتفاع کف تا سقف
وزن	0.29062	0.48634	0.22304

K^*= 0.046465 CI=$\mathbf{3.00}$ → CR=$\frac{0.046465}{3.00} = \mathbf{0.015488}$

3-2-3-وزن‌دهی زیرمعیارهای ویژگی‌های کنترلی

زیرمعیار ویژگی‌های کنترلی شامل چهار عامل قابلیت کنترل بازشوها، قابلیت کنترل میزان روشنایی، قابلیت کنترل سیستم‌های HVAC و قابلیت کنترل دید توسط پرده یا سایه‌اندازها است. در جدول 10 وزن و نرخ ناسازگاری آن‌ها نشان داده شده است.

یافته‌ها نشان داد که معیار کنترل‌پذیری شرایط محیطی سومین مؤلفه در دسته مؤلفه‌های کالبدی و یکی از پر اهمیت‌ترین ویژگی‌های کالبد ساختمان محسوب می‌شود. به این معنا که افراد حتی در صورت تأمین همه نیازهای محیطی نیازمند داشتن کنترل بر شرایط خود هستند. از سویی این معیار مؤثر بر هر دو ویژگی کالبدی و محیطی ساختمان است. کنترل پذیری بازشوها با وزن 0.34 بیشترین امتیاز را در این دسته به دست آورده است. این یافته با طبقه بندی معیار بازشوها و ارتباط با محیط خارجی به عنوان پراهمیت‌ترین معیار دسته معیارهای کالبدی هم راستا است. در واقع این یافته‌ها نشان می‌دهد که عنصر کالبدی بازشو، کنترل پذیرترین مؤلفه کالبدی ساختمان در دوران بهره‌برداری توسط کاربران است که طیفی از شرایط محیطی از جمله شرایط نور، تهویه، دما و صوت را توسط ساکنین تنظیم‌پذیر می‌کند. در اولویت بعدی زیرمعیار کنترل‌پذیری سیستم‌های HVAC (0.26) قرار دارد. این مؤلفه به دلیل اهمیت بالای آن در تنظیم شرایط محیطی به طور رایجی در تنظیم سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع در اختیار کاربران قرار دارد. قرارگیری این مؤلفه در رده دوم اهمیت در این دسته، نشان‌دهنده اهمیت ویژگی‌های ایستای ساختمان در تنظیم شرایط محیطی در مقابل ویژگی‌های پویا یا فناوری‌های تنظیم شرایط محیطی است. این یافته تأکید می‌کند که اولویت اول طراحان در تأمین شرایط محیطی رضایت بخش، بایستی بر ویژگی‌های کالبدی بنا باشد و در مرحله بعد با استفاده از تجهیزات و فناوری‌های روز رده‌های بالاتری از کیفیت محیطی را فراهم کنند. ذکر این نکته در این دسته ضروری است که سه زیرمعیار اول در این دسته بر جنبه‌های کیفیت هوا، آسایش حرارتی و آسایش بصری و صوتی تأکید داشتند. زیرمعیار آخر که بر مساله‌ی کنترل دید و حفظ حریم شخصی تأکید دارد با توجه به جنبه‌های فرهنگی مسکن در ایران با پیشنهاد متخصصین به این دسته اضافه شد که ناظر بر تأثیرات فرهنگ بر معماری هر منطقه است.

3-2-4-وزن‌دهی زیرمعیارهای چیدمان و تفکیک فضایی

این معیار شامل دو عامل به شرح چیدمان فضایی و تفکیک حوزه‌های عملکردی و رعایت حریم خصوصی است که در جدول 11 وزن و نرخ ناسازگاری آن‌ها نشان داده شده است.

جدول 10- وزن معیارهای ویژگی‌های کنترلی

Tab. 10- Control Features Sub Criteria Weights

معیار	قابلیت کنترل بازشوها	قابلیت کنترل میزان روشنایی	قابلیت کنترل سیستم‌های HVAC	قابلیت کنترل دید توسط پرده یا سایه‌اندازها
وزن	0.34741	0.22462	0.26866	0.15932

K^*= 0.033191 CI=$\mathbf{3.80}$ → CR=$\frac{0.033191}{3.80} = \mathbf{0.008734}$

جدول 11- وزن زیرمعیار چیدمان و تفکیک فضایی

Tab. 11- Spatial Layout and Division Sub Criteria Weights

معیار	چیدمان فضایی	تفکیک حوزه های عملکردی و رعایت حریم خصوصی
وزن	0.54632	0.45360

K^*= 0.089541 CI=**2.40** → CR=$\frac{0.089541}{2.40}$ = **0.0373087**

به طور کلی دو زیرمعیار چیدمان فضا (0.54) و تفکیک عملکردی (0.45) در طراحی پلان مسکونی تأثیری متقابل دارند. با این وجود اختلاف وزن بیشتر مؤلفه چیدمان فضای بر این امر تأکید دارد که در صورت جانمایی صحیح فضاها نسبت به یکدیگر و توزیع مناسب روابط بین عملکردی، تفکیک حوزه‌ها و حریم فضاهای مختلف نسبت به یکدیگر نیز رعایت خواهد شد. در واقع مؤلفه چیدمان فضا پیش‌نیاز تأمین الزامات مؤلفه تفکیک حوزه‌های عملکردی در این دسته است.

3-2-4-وزن‌دهی زیرمعیارهای نوع ساختمان

معیار نوع ساختمان شامل دو زیر معیار تک واحدی یا چند واحدی بودن ساختمان و ارتفاع واحد مسکونی از سطح زمین است که در جدول 12 وزن و نرخ ناسازگاری آن‌ها نشان داده شده است.

ارتفاع واحد مسکونی از سطح زمین که نشان دهنده‌تعداد طبقات ساختمان است عاملی است که در ساختمان‌های آپارتمانی تعیین کننده‌ارتباط ساختمان با برخی مؤلفه-های محیطی است. عواملی چون دریافت نور، دید به محیط اطراف و شدت برخورد با آلودگی‌های صوتی نظیر صدای خیابان بر اساس ارتفاع از سطح زمین متغییر است. به این لحاظ این معیار نقش بیشتری در تعیین ویژگی‌های کیفی محیط دارد. به طور کلی امتیاز کمتر معیار نوع ساختمان نشان دهنده‌ی پررنگ بودن ویژگی‌های محیطی و کالبدی داخلی واحد مسکونی است. به بیان دیگر با تأمین سایر ویژگی‌های محیطی و کالبدی می‌توان تأثیرات بعضا منفی سکونت در ساختمان‌های آپارتمانی بر ادراک محیطی افراد را تا حد زیادی تعدیل کرد.

3-2-6-وزن‌دهی زیرمعیارهای دکوراسیون داخلی

زیرمعیار دکوراسیون داخلی شامل سه عامل رنگ (کف، دیوار، سقف)، مصالح (کف، دیوار، سقف) و سبزینگی در فضای داخلی است که در جدول 13 وزن و نرخ ناسازگاری آن‌ها نشان داده شده است.

یافته‌های پژوهش نشان داد که به طور کلی معیار دکوراسیون داخلی از اهمیت کمتری در بین سایر مؤلفه‌ها برخوردار بود. در این دسته زیرمعیار مصالح با وزن 0.45 با اختلاف از دو عامل سبزینگی (0.28) و رنگ (0.26) وزن بیشتری را به دست آورد. این نتایج نشان‌دهنده تأکید متخصصان بر انتخاب مصالح مناسب برای فضای داخلی است که در فرآیند طراحی قابل تغییر است و علاوه بر ادراک کالبدی افراد بر شرایط محیطی نظیر ویژگی‌های حرارتی، صوتی و بصری محیط اثر گذار است. از سویی دسترسی فضای داخلی به سبزینگی بر ادراک ساکنین اثر گذارتر از رنگ فضا شناخته شد. این مساله بر امکان افزایش کیفیت هوا توسط گیاهان علاوه بر کیفیات بصری آن نسبت به کیفیت بصری رنگ آمیزی فضا تأکید دارد.

3-2-جمع بندی نتایج پژوهش

در این بخش از ضرب سلسله‌مراتبی عوامل و زیرمعیارها و معیارها، وزن نهایی تمامی عوامل در مقایسه باهم مشخص می‌شود که در جدول 14 نشان داده شده است.

جدول 12- وزن عوامل زیرمعیار نوع ساختمان

Tab. 12- Building Type Sub Criteria Weights

معیار	تک واحدی یا چند واحدی بودن ساختمان	ارتفاع واحد مسکونی از سطح زمین
وزن	0.41935	0.58064

K^*= 0.152658 CI=2.40 → CR=$\frac{0.152658}{2.40}$ = 0.063607

جدول 13- وزن عوامل زیرمعیار دکوراسیون داخلی

Tab. 13- Interior Decoration Sub Criteria Weights

معیار	رنگ (کف، دیوار، سقف)	مصالح (کف، دیوار، سقف)	سبزینگی در فضای داخلی
وزن	0.26096	0.45668	0.28235

K^*= 0.238805 CI=**3.00** → CR=$\frac{0.238805}{3.00}$ = **0.079601**

جدول 14- وزن معیارها و زیرمعیارهای کالبد ساختمان در تأثیر بر کیفیت محیط داخلی

Tab. 14- Buildings Physical Factors Criteria and Sub-Criteria Weights Affecting IEQ

معیار	وزن	زیرمعیار	وزن	عامل	وزن داخلی	وزن نهایی
کالبد ساختمان	0.5100	هندسه و تناسبات فضا	0.19108	فرم و هندسه‌ی فضا	0.29062	0.028321
				ابعاد و تناسبات فضا	0.48634	0.047394
				ارتفاع کف تا سقف	0.22304	0.021735
		بازشوها و ارتباط با محیط خارجی	0.32378	باز یا بسته بودن فضا نسبت به محیط خارجی	0.12047	0.019893
				جهت‌گیری پنجره‌ها	0.10854	0.017923
				ابعاد و تناسبات پنجره‌ها	0.11918	0.019680
				نسبت پنجره به دیوار (WWR)	0.11871	0.019602
				آفتابگیر بودن فضا	0.12926	0.021344
				ارتفاع کف پنجره تا کف اتاق	0.09209	0.015207
				نوع شیشه و صدابند بودن بازشوها	0.11918	0.019680
				دید داشتن به طبیعت	0.06331	0.010454
				رعایت حریم خصوصی بصری	0.12926	0.021344
		چیدمان و تفکیک فضایی	0.13554	چیدمان فضایی	0.54632	0.037765
				تفکیک حوزه های عملکردی و رعایت حریم خصوصی	0.4536	0.031355
		دکوراسیون داخلی و مبلمان	0.07771	رنگ (کف، دیوار، سقف)	0.26096	0.010342
				مصالح (کف، دیوار، سقف)	0.45668	0.018099
				سبزینگی در فضای داخلی	0.28235	0.011190
		نوع ساختمان	0.10048	تک واحدی یا چند واحدی بودن ساختمان	0.41935	0.021490
				ارتفاع ساختمان از سطح زمین	0.58064	0.029755
		ویژگی‌های کنترلی	0.17141	قابلیت کنترل بازشوها	0.34741	0.030370
				قابلیت کنترل میزان روشنایی	0.22462	0.023486
				قابلیت کنترل سیستم‌های HVAC	0.26866	0.019636
				قابلیت کنترل دید توسط پرده یا سایه‌اندازها	0.15932	0.013928

یافته‌های این بخش مؤلفه‌های ابعاد و تناسبات فضا، چیدمان فضایی و تفکیک حوزه‌های عملکردی را دارای بالاترین وزن نسبت به سایر مؤلفه‌های کالبدی نشان می‌دهد. تأکید بر ابعاد فضا و رعایت حریم خصوصی در تفکیک فضاهای معماری، ناظر بر جنبه‌های چالش‌زا در طراحی مسکن آپارتمانی است. ارزش بالای زمین منجر به شکل‌گیری مسکن آپارتمانی با متراژهای عمدتا حداقلی و در نتیجه کاهش امکان حوزه‌بندی‌های عملکردی در فضای محدود شده است. تأکید یافته‌های این پژوهش بر چیدمان فضایی در مراحل اولیه طرح معماری به نوعی است که حریم عملکردی فضاها تا حد ممکن حفظ شود. در رده بعد قابلیت کنترل بازشوها و ارتفاع واحد از سطح زمین بر کیفیت محیط داخلی در آپارتمان‌های مسکونی مؤثر است. یافته‌های پژوهش به وضوح بازشوها را مهمترین عنصر کالبدی قابل کنترل در کالبد ساختمان معرفی می‌کند که با محیط بیرون در ارتباط است. امکان کنترل هرچه بیشتر بر بازشو، به ساکنین امکان تنظیم شرایط دمایی، بصری، کیفیت هوا و حتی شرایط صوتی را خواهد داد. این معیار در ترکیب با ارتفاع واحد از سطح زمین درجات مختلفی از کیفیت نور، دریافت تابش، دید به مناظر مختلف، جریان هوا و آلودگی‌های صوتی در محیط داخلی ایجاد خواهد کرد. در رده‌های بعد، سایر موارد طرح معماری شامل هندسه، فرم و ارتفاع فضا در کنار معیار کنترل‌پذیری شرایط نور بر ویژگی‌های فرهنگی مسکن آپارتمانی در ایران تأکید می‌کند. به بیان دیگر، ویژگی‌های بصری فضا یکی از عوامل اصلی ادراک کیفیت محیط در آپارتمان‌های مسکونی در نظر گرفته می‌شوند. نکته دیگر قرارگیری معیار کنترل پذیری سامانه‌های HVAC در رده پانزدهم معیارهای کالبدی است. این موضوع بر اهمیت بیشتر طرح معماری و نقش سامانه‌های غیر فعال تنظیم شرایط محیطی بر کیفیت محیط داخلی تأکید می‌نماید. بر اساس یافته‌های این پژوهش، صرفا تأمین تجهیزات گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع منجر به ایجاد محیط با کیفیت مطلوب نخواهد شد و ویژگی‌های طرح معماری زمینه‌ی اصلی محیط با کیفت مطلوب را فراهم می‌کند.

.

شکل 9- رده بندی وزن زیرمعیارهای کالبد ساختمان

Fig. 9- Weight Ranking of Physical Factors Sub-Criteria

4-نتیجه‌گیری

بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که طراحی مدل‌های کیفیت محیط داخلی در ساختمان‌های مسکونی نسبتا کمتر مورد توجه بوده‌اند و مدل‌های فعلی IEQ عمدتا برای ارزیابی کیفیت محیط در ساختمان های عمومی، به ویژه در ادارات و مدارس طراحی شده‌اند. به همین خاطر پژوهش حاضر در یک فرایند سه مرحله‌ای به ارزیابی معیارهای مؤثر بر کیفیت محیط داخلی در ساختمان‌های آپارتمانی مسکونی پرداخته است و در نهایت یک مدل ارزیابی وزنی برای ضرایب تأثیر مؤلفه‌های کالبدی بر ادراک کیفیت محیط داخلی ارائه داده است. در مرحله اول با مرور سیستماتیک پیشینه پژوهش مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی استخراج و دسته بندی شدند. در مرحله دوم پنل دلفی خبرگان به منظور ارزیابی معیارهای پژوهش و تأیید دسته‌بندی آن‌ها برگزار شد. در مرحله سوم به منظور تعیین وزن مؤلفه‌های اصلی تأثیر گذار بر ادراک کیفیت محیط از روش FBWM به صورت وزن‌دهی سلسله‌مراتبی و تعیین وزن معیارها و زیر معیارها انجام شد نتایج این پژوهش نشان داد که علی‌رغم تأکید بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه بر معیارهای چهارگانه‌ی محیطی (آسایش حرارتی، بصری، صوتی و کیفیت هوا)، معیارهای کالبدی ساختمان با کمی اختلاف بیشتر، تأثیری تقریبا برابر بر کیفیت محیط داخلی دارند. نزدیکی وزن‌های این دو معیار اصلی، نشانگر ارتباط متقابل این دو جنبه در ایجاد یک محیط داخلی هماهنگ است. به بیان دیگر، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که ارتقای کیفیت محیط داخلی به تنهایی از فناوری‌های پیشرفته ساختمانی یا سامانه‌های کنترل محیطی ناشی نمی‌شود، بلکه به طور قابل ملاحظه ای تحت تأثیر طراحی و شکل ساختمان قرار دارد. همچنین نتایج نشان داد ویژگی بازشوها در بین مؤلفه‌ی کالبدی بیشترین تأثیر را بر کیفیت محیط داخلی دارد. این مؤلفه بالاترین درجه اهمیت در دسته معیارهای کالبدی و دومین درجه اهمیت پس از معیار آسایش حرارتی را در ارزیابی وزنی به دست آورد. آنچه مورد توجه است همپوشانی ویژگی‌های محیطی با این معیار است. به بیان دیگر ویژگی‌های بازشو بر هر چهار جنبه کیفیات محیطی آسایش حرارتی، صوتی، بصری و کیفیت هوا اثر گذار است. همچنین این مؤلفه‌ی کالبدی به عنوان کنترل پذیرترین مؤلفه کالبدی ساختمان نقش به سزایی در تطبیق شرایط محیطی به صورت ایستا در دوران بهره‌برداری ساکنین دارد. بنابراین توجه به ویژگی‌های طراحی بازشو در ساختمان‌های مسکونی در مرحله طراحی توسط طراحان بایستی در اولویت بالایی قرار گیرد و علاوه بر ویژگی‌های طرح معماری توجه به ویژگی‌های بصری، حرارتی، صوتی و کنترلی باید به طور توامان انجام شود. همچنین نیاز به تدوین قوانین دقیق‌تر برای تعیین ابعاد، جهت‌گیری، نوع شیشه‌ها و سایه‌اندازها در ساختمان‌های مسکونی توسط نهاد قانون‌گذار مورد تأکید این پژوهش است.

نتایج بعدی ناظر بر رده‌بندی معیارهای چهارگانه‌ی آسایش در سایر تحقیقات در قیاس با نتایج این پژوهش است. نتایج پژوهش حاضر در ارزیابی مؤلفه‌ی آسایش حرارتی به عنوان مهمترین معیار در ارزیابی کیفیت محیط داخلی با اکثر پژوهش‌های پیشین هم‌سو است. در ارزیابی خبرگان شرکت کننده در پژوهش حاضر وزن معیار آسایش بصری در رده دوم و پس از آن کیفیت هوا و آسایش صوتی در رده‌های بعدی قرار گرفته است که با برخی تحقیقات گذشته همسو و با برخی تحقیقات متفاوت است. این مسأله بر یکی از اصول اولیه ضرورت انجام این پژوهش تأکید دارد که نشان‌دهنده تفاوت نتایج در پژوهش‌های ادراک ساکنین در زمینه‌های مختلف جغرافیایی و فرهنگی و کاربری‌های مختلف است. بنابراین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کیفیت بصری محیط در ساختمان‌های مسکونی ایران پس از آسایش حرارتی در اولویت بالاتری قرار دارد. به بیان دیگر یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که نورپردازی محیط، دسترسی به مناظر و کنترل نور بر ادراک آسایش ساکنین در ساختمان‌های مسکونی تأثیر به سزایی دارد. قرارگیری معیار محیطی آسایش بصری پس از معیار کالبدی بازشو نیز بر اهمیت تأمین شرایط بهینه بصری از طریق ابعاد، جهت و تناسبات بازشوها و تأمین منظره‌ی مناسب تأکید می‌کند.

یکی از مهمترین یافته‌های این پژوهش تأکید بر معیار کنترل‌پذیری شرایط محیطی به عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های کالبد ساختمان است. نتایج نشان داد که افراد حتی در صورت تأمین همه‌ی نیازهای محیطی، نیازمند داشتن کنترل بر شرایط خود هستند. از سویی مقایسه نتایج دسته معیارهای کنترلی با معیار بازشوها نشان می‌دهد که عنصر کالبدی بازشو، کنترل‌پذیرترین مؤلفه کالبدی ساختمان در دوران بهره‌برداری توسط کاربران است و مهمترین تأثیر را بر تنظیم شرایط داخلی محیط دارد. نتایج نشان داد که ویژگی‌های کالبدی تنظیم شرایط محیطی ساختمان بیش از فناوری‌های HVAC بر ادراک کیفیت محیطی اثر گذار است. این یافته تأکید می‌کند که اولویت اول طراحان در تأمین شرایط محیطی رضایت‌بخش بایستی بر ویژگی‌های کالبدی بنا باشد و در مرحله بعد با استفاده از تجهیزات و فناوری‌های روز رده‌های بالاتری از کیفیت محیطی را فراهم کنند.

نتایج به‌دست آمده در سه دسته هندسه و تناسبات فضا، چیدمان و تفکیک فضایی و دکوراسیون و مبلمان داخلی نشان داد که طراحی پلان معماری و تفکیک عملکردی فضا اهمیت بالاتری نسبت به مبلمان و دکوراسیون فضا دارد. در صورت جانمایی صحیح فضاها نسبت به یکدیگر و توزیع مناسب روابط بین عملکردی، حریم فضاهای مختلف نسبت به یکدیگر نیز رعایت خواهد شد. از سویی از مقایسه‌ی معیارهای قبلی با معیار نوع ساختمان نتیجه گیری می‌شود که تأمین سطح مناسبی از ارتباط با محیط، ابعاد بهینه‌ی فضا، امکان کنترل بر شرایط محیطی و تفکیک عملکردی قابل قبول در فضا می‌تواند فارغ از تک واحدی و چندواحدی بودن مسکن، رضایت ساکنین در ساختمان‌های ویلایی یا آپارتمانی را تأمین کند. به بیان دیگر با تأمین سایر ویژگی‌های محیطی و کالبدی می‌توان تأثیرات بعضا منفی سکونت در ساختمان‌های آپارتمانی بر ادراک محیطی افراد را تا حد زیادی تعدیل کرد. همچنین تعداد طبقات ساختمان در تعیین ویژگی‌های کیفی محیط در ساختمان‌های آپارتمانی نقش دارد. زیرا با تغییر ارتفاع واحد مسکونی از سطح زمین عواملی چون دریافت نور، دید به محیط اطراف و شدت برخورد با آلودگی‌های صوتی نظیر صدای خیابان تحت تأثیر قرار می‌گیرند. به طور کلی نکته‌ی مهم در نتایج به دست آمده تأکید بر ویژگی‌های فرهنگی مسکن در ایران است. تأکید بر دریافت نور از طریق بازشوها و در عین حال کنترل دید از خارج به داخل برای رعایت حریم خصوصی، یکی از مسائل پیش روی طراحان مسکن در ایران است. در این پژوهش ارزیابی وزنی توسط خبرگان برای ارزیابی مؤلفه‌های کالبدی مؤثر بر کیفیت محیط داخلی در ساختمان‌های مسکونی صورت گرفته است و انجام پژوهش‌های بیشتر بر اساس روش‌های دیگر آماری و با سایر گروه‌های متخصص برای دستیابی به یک مدل جامع پیشنهاد می‌شود.

بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت محیط داخلی در سایر کاربری‌های عمومی، آموزشی و اداری در زمینه جغرافیایی و فرهنگی ایران به دلیل خلاء پژوهش در این حوزه مورد نیاز است.

همچنین بررسی نتایج این پژوهش در سطح وسیع‌تر بر اساس دریافت نظرات از ساکنین فضاهای مسکونی به منظور تکمیل مدل ارزیابی وزنی کیفیت محیط در ادامه این پژوهش می‌تواند منجر به دستاوردهای پژوهشی جامع‌تر در این حوزه شود.

پی‌نوشت

[1] Health
[2] Well Being
[3] Performance
[4] Indoor Environment Quality
[5] Fuzzy Best Worst Method
[6] ASHRAE
[7] Mujan et al
[8] CBE: Center for the Built Environment
[9] Wang et al
[10] Indoor air quality
[11] Thermal environment
[12] Lighting
[13] Noise
[14] Non-light visual factors
[15] Indoor Environment Quality
[16] Health Optimization Protocol for Energy-efficient building
[17] نرخ پاسخ‌دهی، حاصل تقسیم تعداد نفراتی است که پاسخ‌ها را ارسال کرده‌اند به تعداد نفراتی که پاسخ‌دهی به سؤالات را شروع کرده‌اند؛ تعداد بازدیدها، پارامتر محاسبه نیست.
[18] MAXIMIN

مراجع

Al Horr, Y., Arif, M., Kaushik, A., Mazroei, A., Katafygiotou, M., & Elsarrag, E. (2016). Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. *Building and Environment, 105*, 369–389. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.06.001

Andargie, M., Touchie, M., & O'Brien, W. (2019). A review of factors affecting occupant comfort in multi-unit residential buildings. *Building and Environment, 160*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106182

Aries, M., Veitch, J., & New, G. (2010). Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort. *Environmental Psychology, 30(4)*, 533-541. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.12.004

ASHRAE Guideline 10-2016. (2016). Interactions affecting the achievement of acceptable indoor environments. *Atlanta: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*.

ASHRAE. ASHRAE Terminology A Comprehensive Glossary of Terms for the Built Environment. URL: https://terminology.ashrae.org/?term=IEQ (accessed: 2022/12/5).

Astolfi, A., & Pellerey, F. (2008). Subjective and objective assessment of acoustical and overall environmental quality in secondary school classrooms. *J Acoust Soc Am, 123(1)*, 163-73. https://doi.org/10.1121/1.2816563

Baeza, F. J., Rajagopalan, P., & Andamon, M. M. (2020). Reviewing indoor environmental quality of high-rise social housing. *Proceedings of the International Conference of Architectural Science Association*, 2020-Novem, 925–934.

Bakker, L. G., Hoes-van Oeffelen, E. C. M., Loonen, R. C. G. M., & Hensen, J. L. M. (2014). User satisfaction and interaction with automated dynamic facades: A pilot study. *Building and Environment, 78*, 44–52. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.04.007

Bluyssen, P. M., Aries, M., & van Dommelen, P. (2011). Comfort of workers in office buildings: The European HOPE project. *Building and Environment, 46(1)*, 280–288. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.07.024

Bower, I., Tucker, R. & Enticott, P. (2019). Impact of built environment design on emotion measured via neurophysiological correlates and subjective indicators: A systematic review. *Journal of Environmental Psychology*. 66. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101344

Brager, G., & de Dear, R. (1998). Thermal adaptation in the built environment: A literature review. *Building and Environment, 27(1)*, 83-96. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(97)00053-4

Brager, G. S., Paliaga, G., & de Dear, R. (2004). Operable windows, personal control, and occupant comfort. *ASHRAE Transactions, 110*, Part 2, 17–35.

Buratti, C., Belloni, E., Merli, F., & Ricciardi, P. (2018). A new index combining thermal, acoustic, and visual comfort of moderate environments in temperate climates. *Building and Environment, 139*, 27–37. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.038

Byrd, H. (2012). Post-occupancy evaluation of green buildings: The measured impact of over-glazing. *Architectural Science Review*. 55. 1-7. https://doi.org/10.1080/00038628.2012.688017

Cao, B., Ouyang, Q., Zhu, Y., Huang, L., Hu, H., & Deng, G. (2012). Development of a multivariate regression model for overall satisfaction in public buildings based on field studies in Beijing and Shanghai. *Building and Environment, 47*, 394–399. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.06.022

Carver, A., Lorenzon, A., Veitch, J., Macleod, A., & Sugiyama, T. (2020). Is greenery associated with mental health among residents of aged care facilities? A systematic search and narrative review. *Aging and Mental Health, 24(1)*, 1–7. https://doi.org/10.1080/13607863.2018.1516193

Castaldo, V. L., Pigliautile, I., Rosso, F., Cotana, F., De Giorgio, F., & Pisello, A. L. (2018). How subjective and non-physical parameters affect occupants' environmental comfort perception. *Energy and Buildings, 178*, 107–129. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.020

Cheshme Noor, M., Yazdanfar, A., & Mehdizadeh Saradj, F. (2024). Explanation of interior architecture factors based on targeted non-visual lighting. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, 11(2), 183-206.

Frontczak, M., Schiavon, S., Goins, J., Arens, E., Zhang, H., & Wargocki, P. (2012). Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design. *Indoor Air, 22(2)*, 119–131. https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00745.x

Frontczak, M., & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment, 46(4)*, 922-937. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021

Galasiu, A., & Veitch, J. (2006). Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: A literature review. *Energy and Buildings*. 38. 728-742. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.001

Guerra-Santin, O., & Itard, L. (2010). Occupants' behaviour: determinants and effects on residential heating consumption. *Building Research & Information*, *38*(3), 318–338. https://doi.org/10.1080/09613211003661074

Guo, S. & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*. 121. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.01.010

Heerwagen, J. (2000). Green buildings, organizational success, and occupant productivity. *Building Research & Information, 28*(5–6), 353–367. https://doi.org/10.1080/096132100418500

Hsu, C. C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 12*(10), 1–8. https://doi.org/10.7275/pdz9-th90

Huang, L., Zhu, Y., Ouyang, Q., & Cao, B. (2012). A study on the effects of thermal, luminous, and acoustic environments on indoor environmental comfort in offices. *Building and Environment, 49*, 304–309. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.022

Humphreys, M. A. (2005). Quantifying occupant comfort: Are combined indices of the indoor environment practicable? *Building Research & Information, 33*(4), 317–325. https://doi.org/10.1080/09613210500161950

Humphrey-Murto, S., Wood, T. J., Gonsalves, C., Mascioli, K., & Varpio, L. (2020). The Delphi https://doi.org/10.22061/jsaud.2024.9959.2169 [in Persian]

Choi, J.-H., Aziz, A., & Loftness, V. (2009). Decision support for improving occupant environmental satisfaction in office buildings: The relationship between sub-set of IEQ satisfaction and overall environmental satisfaction. *Ninth International Conference of Healthy Buildings*.

Dewing, J. (2009). Caring for people with dementia: noise and light. *Nursing Older People, 21*, 34–38. https://doi.org/10.7748/nop2009.06.21.5.34.c7102

Fanger, P., Breum, N., & Jerking, E. (1977). Can Colour and Noise Influence Man's Thermal Comfort? *Ergonomics, 20(1)*, 11-18. https://doi.org/10.1080/00140137708931596

Fassio, F., Fanchiotti, A., & de Lieto Vollaro, R. (2014). Linear, non-linear and alternative algorithms in the correlation of IEQ factors with global comfort: a case study. *Sustainability, 6*, 8113–8127. https://doi.org/10.3390/su6118113

Fich, L. B., Jönsson, P., Kirkegaard, P. H., Wallergård, M., Garde, A. H., & Hansen, Å. (2014). Can architectural design alter the physiological reaction to psychosocial stress? A virtual TSST experiment. *Physiology & Behavior, 135*, 91–97. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.05.034

Fink-Hafner, D., Dagen, T., Doušak, M., Novak, M., & Hafner-Fink, M. (2019). Delphi method: strengths and weaknesses. *Advances in Methodology and Statistics, 16(2)*, 1-19. https://doi.org/10.51936/fcfm6982

Fisk, W. J. (2000). Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. *Annual Review of Energy and the Environment, 25(1)*, 537–566. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.537

Franz, G., Von Der Heyde, M., & Bülthoff, H. H. (2005). An empirical approach to the experience of architectural space in virtual reality-exploring relations between features and affective appraisals of rectangular indoor spaces. *Automation in Construction, 14(2)*, 165-172. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.07.009

Engelmann, W. H. (2001). The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, *11*(3), 231–252.

Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., & Tonello, G. (2006). The impact of light and colour on psychological mood: A cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics*, *49*, 1496–1507. https://doi.org/10.1080/00140130600858142

Lai, A., Mui, K., Wong, L., & Law, L. (2009). An evaluation model for indoor environmental quality (IEQ) acceptance in residential buildings. *Energy and Buildings*, *41*(9), 930–936. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.03.016

Lai, J. H. K., & Yik, F. W. H. (2007). Perceived importance of the quality of the indoor environment in commercial buildings. *Indoor and Built Environment*, *16*(4), 311–321. https://doi.org/10.1177/1420326X07080463

Lai, J. H. K., & Yik, F. W. H. (2009). Perception of importance and performance of the indoor environmental quality of high-rise residential buildings. *Building and Environment*, *44*(2), 352–360. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.03.013

Leccese, F., Rocca, M., Salvadori, G., Belloni, E., & Buratti, C. (2021). Towards a holistic approach to indoor environmental quality assessment: Weighting schemes to combine effects of multiple environmental factors. *Energy and Buildings*, *245*, 111056. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111056

Lyons, P. R., Arasteh, D., & Huizenga, C. (2000). Window performance for human thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, *106*(1), 594–604.

Mahdavi, A., & Unzeitig, U. (2005). Occupancy implications of spatial, indoor-environmental, and organizational features of office spaces. *Building and Environment*, *40*, 113–123. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.013

Markelj, J., Kitek Kuzman, M., Grošelj, P., & Zbašnik-Senegačnik, M. (2014). A simplified method for evaluating building sustainability in the early design phase for architects. *Sustainability*, *6*(12), 8775–8795. https://doi.org/10.3390/su6128775

method. *Academic Medicine*, *95*(1), 168. https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002887.

Hopkinson, R. G. (1972). Glare from daylighting in buildings. *Applied Ergonomics*, *3*(4), 206–215. https://doi.org/10.1016/0003-6870(72)90102-0

Jaakkola, J. (1998). The office environment model: A conceptual analysis of the sick building syndrome. *Indoor Air Journal*, *8*(S4), 7–16. https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.1998.tb00002.x

Jamrozik, A., Ramos, C., Zhao, J., Bernau, J., Clements, N., Vetting Wolf, T., & Bauer, B. (2018). A novel methodology to realistically monitor office occupant reactions and environmental conditions using a living lab. *Building and Environment*, *130*, 190–199. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.024

Joshua, B. A., Abdul-Manan, S., Mohamed, H. I., Marten, D., & Shokry, R. (2016). A review of research investigating indoor environmental quality in green and conventional residential buildings. In *Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering* (Vol. 2, pp. 834–842).

Khair, N., Mohd Ali, H., & Juhari, N. H. (2015). Assessment of physical environment elements in public low-cost housing. *Jurnal Teknologi*, *74*(2). https://doi.org/10.11113/jt.v74.4519

Kim, J., & de Dear, R. (2012). Nonlinear relationships between individual IEQ factors and overall workspace satisfaction. *Building and Environment*, *49*, 33–40. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.09.022

Kim, J., & Hong, T., & Jaemin, J., & Lee, M., & Lee, M., & Jeong, K., & Koo, C., & Jeong, J. (2017). Establishment of an optimal occupant behavior considering the energy consumption and indoor environmental quality by region. *Applied Energy*. 204, 1431-1443. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.017

Kraus, M., & Juhasova Senitkova, I. (2020). Indoor environmental quality determinants in the buildings. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 960). https://doi.org/10.1088/1757-899X/960/4/042092

Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., …

Environment. 77, 77-87. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.024.

Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., & Bluyssen, P. M. (2017). A review of comfort, health, and energy use: Understanding daily energy use and wellbeing for the development of a new approach to study comfort. *Energy and Buildings, 152*, 323–335. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.060

Parkinson, Thomas & Parkinson, Alex & de Dear, Richard. (2019). Continuous IEQ monitoring system: Performance specifications and thermal comfort classification. *Building and Environment. 149*. 241-252. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.016

Piasecki, M., Radziszewska-Zielina, E., Czerski, P., Fedorczak-Cisak, M., Zielina, M., Krzyściak, P., Kwaśniewska-Sip, P., Grześkowiak, W. (2020). Implementation of the Indoor Environmental Quality (IEQ) Model for the Assessment of a Retrofitted Historical Masonry Building. *Energies. 13(22)*, 6051. https://doi.org/10.3390/en13226051

Rezaei,J. (2015). Best worst multi criteria decision making method, *Omega, 53*, 49-57, https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009.

Rezaei, J, (2016). Best worst multi criteria decision making method: Some properties and a linear model, *Omega, 64*, 126-130, https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.12.001.

Ricketts, L., & Straube, J. (2014). *A field study of airflow in mid to high-rise multi-unit residential buildings*. In *Proceedings of the 14th Canadian Conference on Building Science and Technology*, Toronto, Ontario.

Ribeiro, C., Ramos, N. M. M., & Flores-Colen, I. (2020). A review of balcony impacts on the indoor environmental quality of dwellings. *Sustainability*, *12*(16), 1–19. https://doi.org/10.3390/su12166453

Roetzel, A., Tsangrassoulis, A. & Dietrich, U. (2014). Impact of building design and occupancy on office comfort and energy performance in different climates. *Building and Environment. 71*. 165–175. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.001.

Rohde, L., Larsen, T. S., Jensen, R. L., Larsen, O. K., Jønsson, K. T., & Loukou, E. (2020). Determining indoor environmental criteria

Marino, C., Nucara, A., & Pietrafesa, M. (2012). Proposal of comfort classification indexes suitable for both single environments and whole buildings. *Building and Environment, 57*, 58–67. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.04.012

Mihai, T., & Iordache, V. (2016). Determining the indoor environment quality for an educational building. *Energy Procedia, 85*, 566–574. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.246

Mijorski, S., & Cammelli, S. (2016). Stack Effect in High-Rise Buildings: A Review. *International Journal of High-Rise Buildings*. 5. 327-338. https://doi.org/10.21022/IJHRB.2016.5.4.327

Molina, F. Q., & Yaguana, D. B. (2018). Indoor environmental quality of urban residential buildings in Cuenca—Ecuador: Comfort standard. *Buildings, 8*(7), 1–19. https://doi.org/10.3390/buildings8070090

Mui, K. W., Tsang, T. W., Wong, L. T., & Yu, Y. P. W. (2019). Evaluation of an indoor environmental quality model for very small residential units. *Indoor and Built Environment, 28*(4), 470–478. https://doi.org/10.1177/1420326X18773802

Mujan, I., Anđelković, A. S., Munćan, V., Kljajić, M., & Ružić, D. (2019). Influence of indoor environmental quality on human health and productivity: A review. *Journal of Cleaner Production, 217*, 646–657. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.307

Mujan, I., Licina, D., Kljajić, M., Čulić, A., & Anđelković, A. S. (2021). Development of indoor environmental quality index using a low-cost monitoring platform. *Journal of Cleaner Production, 312*, 127846. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127846

Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings, 34*(6), 563–572. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00006-3

Navai, M., & Veitch, J. (2003). *Acoustic Satisfaction in Open-Plan Offices: Review and Recommendations*. https://doi.org/10.4224/20386513

O'Brien, H., Gunay, B. (2014). The contextual factors contributing to occupants' adaptive comfort behaviors in offices - A review and proposed modeling framework. *Building and*

Stamps, A. (2010). Effects of permeability on perceived enclosure and spaciousness. *Environment and Behavior*, *42*(6), 864–886. https://doi.org/10.1177/0013916509337287

Stamps, A. (2011). Effects of area, height, elongation, and color on perceived spaciousness. *Environment and Behavior*, *43*(2), 252–273. https://doi.org/10.1177/0013916509354696

Steinmetz, J., & Posten, A.-C. (2017). Physical temperature affects response behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, *70*, 294–300. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2016.12.001

Tahsildoost, M., & Zomorodian, Z. S. (2018). Indoor environment quality assessment in classrooms: An integrated approach. *Journal of Building Physics*, *42*(3), 336–362. https://doi.org/10.1177/1744259118759687

Veitch, J. A. (2001). Psychological Processes Influencing Lighting Quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, *30*(1), 124–140. https://doi.org/10.1080/00994480.2001.10748341

Wang, C., Zhang, F., Wang, J., Doyle, J. K., Hancock, P. A., Ming, C., & Liu, S. (2021). How indoor environmental quality affects occupants' cognitive functions: A systematic review. *Building and Environment*, *193*, 107647. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107647

Wong, L., Mui, K., & Hui, P. (2008). A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices. *Building and Environment*, *43*(1), 1–6. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.001

Wong, L. T., Mui, K. W., & Tsang, T. W. (2018). An open acceptance model for indoor environmental quality (IEQ). *Building and Environment*, *142*, 371–378. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.031

Xu, H., Huang, Q., & Zhang, Q. (2018). A study and application of the degree of satisfaction with indoor environmental quality involving a building space factor. *Building and Environment*, *143*, 227–239. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.07.007

Zagreus, L., Huizenga, C., Arens, E., & Lehrer, D. (2004). Listening to the occupants: A web-based indoor environmental quality survey. *Indoor Air*, weights through expert panels and surveys. *Building Research & Information*, *48*(4), 415–428. https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1655630

Rohde, L., Larsen, T. S., & Jensen, R. L. (2019). Framing holistic indoor environment: Definitions of comfort, health and well-being. *Indoor and Built Environment*, *0*(0), 1–19. https://doi.org/10.1177/1420326X19875795

Rosen, G. & Walks, A. (2013). Rising cities: Condominium development and the private transformation of the metropolis. *Geoforum. 49*. 160-172. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.06.010

Roumi, S., Zhang, F., Stewart, R. A., & Santamouris, M. (2022). Commercial building indoor environmental quality models: A critical review. *Energy and Buildings*, *263*, 112033. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112033

Rousseau, D., & Wasley, J. (1997). *Healthy by design: Building and remodeling solutions for creating healthy homes*. Hartley and Marks.

Sforzini, L., Worrell, C., Kose, M., Anderson, I. M., Aouizerate, B., Arolt, V., & Pariante, C. M. (2022). A Delphi-method-based consensus guideline for definition of treatment-resistant depression for clinical trials. *Molecular Psychiatry*, *27*(3), 1286–1299. https://doi.org/10.1038/s41380-021-01381-x

Schweiker, M., & Shukuya, M. (2010). Comparative effects of building envelope improvements and occupant behavioural changes on the exergy consumption for heating and cooling. *Energy Policy. 38*. 2976-2986. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.035.

Spetic, W., Kozak, R., & Cohen, D. (2008). How consumers value healthy houses: A preliminary segmentation of Canadian households. *Housing Studies*, *23*, 37–52. https://doi.org/10.1007/s10901-007-9101-x

Statistical Center of Iran. (2016). *Population and Housing Census 2016*. Retrieved May 2021, from https://www.amar.org.ir/ [in Persian]

Statistical Center of Iran. (2017). *Information on building permits issued in 2017*. Retrieved May 2021, from https://www.amar.org.ir/Portals/0/News/1396/1_apssshk1-.pdf [in Persian]

Zhang, D., Mui, K.-W., & Wong, L.-T. (2023). Ten questions concerning indoor environmental quality (IEQ) models: The development and applications. *Applied Sciences*, *13*(5), 1–24. https://doi.org/10.3390/app13053343

Qi, Zhen & Huang, Qiong & Zhang, Qi. (2019). Contribution of Space Factors to Decisions on Comfort of Healthy Building Design. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 329. 012014. https://doi.org/10.1088/1755-1315/329/1/012014.

14(s8), 65–74. https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00301.x

Zhang, L., Chi, Y., Edelstein, E., Schulze, J., Gramann, K., Velasquez, A., Cauwenberghs, G., & Macagno, E. (2010). Wireless Physiological Monitoring and Ocular Tracking: 3D Calibration in a Fully-Immersive Virtual Health Care Environment. *Conference Proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference*, *2010*, 4464–4467. https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5625969