نشریهٔ علمی باغ نظر، ۲۲(۱۵۲)، ۲۹-۴۲ / بهمن ۱۴۰۴
DOI: 10.22034/bagh.2025.543906.5884

ترجمهٔ انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Developing a Framework for Enhancing Livability in Contemporary Residential Complexes through the Application of the Biophilic Architecture Model (Selected Complexes in the City of Qazvin)
در همین شمارهٔ مجله به‌چاپ رسیده است.

مقالهٔ پژوهشی

# تدوین چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی معاصر با کاربست مدل معماری بیوفیلیک (مجتمع‌های منتخب شهر قزوین)

حسنا ورمقانی*

**گروه معماری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۴ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۱/۰۱

## چکیده

**بیان‌مسئله:** ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی به‌دلیل افزایش تراکم شهری و تغییرات محیطی یکی از چالش‌های مهم طراحی شهری شده است. معماری بیوفیلیک رویکردی نوین است که با ایجاد ارتباط میان انسان و طبیعت، زمینه‌ساز بهبود کیفیت زندگی و سلامت روانی ساکنان می‌شود. بنابراین به‌کارگیری مدل معماری بیوفیلیک می‌تواند نقش کلیدی در بهبود زیست‌پذیری مجتمع‌های مسکونی معاصر داشته باشد.

**هدف پژوهش:** این پژوهش با رویکردی کمی- کیفی مبتنی‌بر روش تحلیل نحو فضا به ارزیابی تطبیقی شیوه‌های طراحی مجتمع‌های مسکونی معاصر با اولویت‌دادن به راهبرد بیوفیلیک در ارتقای زیست‌پذیری مسکن می‌پردازد.

**روش پژوهش:** روش پژوهش استدلال منطقی و قیاسی است که با شبیه‌سازی نمونه‌های منتخب (شش مجتمع مسکونی شهر قزوین) در نرم‌افزار دپث‌مپ، اثرگذاری شیوه‌های ترکیب توده/ فضا را بر مؤلفه‌های زیست‌پذیری مبتنی‌بر بیوفیلیا خوانش می‌کند. بررسی تطبیقی شامل شش گونهٔ متمایز ترکیب فضایی ساختمان‌ها و محوطه به کمک شاخص‌های اتصال، هم‌پیوندی، هم‌پیوندی بصری و آنتروپی و نیز تطبیق دو نمونه از پلان‌های تیپ طبقات به کمک شاخص‌های اتصال، عمق و هم‌پیوندی است.

**نتیجه‌گیری:** تحلیل نتایج در دو سطح پلان تیپ طبقات و سایت‌پلان نشان‌دهندهٔ همبستگی مثبت این شاخص‌ها با مؤلفه‌های بیوفیلیایی شامل دسترسی به طبیعت، دیدهای سبز و کیفیت تعاملات اجتماعی است. دستاورد پژوهش تدوین راهکارهای ارتقای زیست‌پذیری برحسب وضعیت شاخص‌ها و شیوهٔ طراحی در نمونه‌های مطالعه و ارائهٔ چهارچوبی کاربردی برای معماران و برنامه‌ریزان شهری در طراحی فضاهای مسکونی زیست‌پذیر است.

**واژگان کلیدی:** *زیست‌پذیری، مسکن بیوفیلیک، نحو فضا، شبیه‌سازی، دپث‌مپ.*

## مقدمه

با گسترش شهرنشینی و افزایش تراکم جمعیت در محیط‌های شهری، کیفیت زندگی ساکنان در مجتمع‌های مسکونی به یکی از اولویت‌های مهم طراحی شهری و معماری تبدیل شده است. طراحی مجتمع‌های مسکونی در ایران طی دهه‌های اخیر غالباً بر پایهٔ اصول مهندسی و صرفاً کالبدی انجام شده است، درحالی‌که به رویکردهای انسان‌محور همچون طراحی بیوفیلیک کمتر توجه شده است. معماری بیوفیلیک سعی دارد ازطریق بازآفرینی و تلفیق عناصر طبیعی در فضاهای ساخته‌شده، ارتباط عمیق انسان با طبیعت را احیا کند. در این میان، کاربرد شاخص‌های نحو فضا زمینه‌ساز درک چگونگی جریان حرکت، دسترسی و تجربهٔ بصری کاربران است و به طراحی فضاهایی می‌انجامد که با نیازهای انسانی در تحقق اهداف زیست‌پذیری و بیوفیلیک هم‌خوانی بیشتری دارند. با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش با هدف تدوین چهارچوبی علمی مبتنی‌بر شاخص‌های تحلیل فضایی برای ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی معاصر با تأکید بر کاربست مدل معماری بیوفیلیک، به بررسی و تحلیل شاخص‌های فضایی کلیدی شامل اتصال، هم‌پیوندی،

* نویسندهٔ مسئول: hosna.varmaghani@iau.ac.ir، ۳۳۶۶۵۲۷۵-۰۲۸

آنتروپی و هم‌پیوندی بصری در مجتمع‌های منتخب شهر قزوین می‌پردازد. هدف اصلی پژوهش، تدوین چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی معاصر شهر قزوین است و هدف فرعی، ارزیابی نقاط قوت و ضعف مجتمع‌های منتخب و پیشنهاد اصلاح و بهبود بر مبنای تحلیل شاخص‌های مهم در رویکرد پژوهش است. نوآوری پژوهش در ترکیب کاربرد روش‌های تحلیل کمی (نرم‌افزار دپث‌مپ) و تحلیل کیفی و همچنین ارتباط مستقیم موضوع با حوزهٔ معماری منظر و مسائل معاصر ایران (تراکم، کیفیت زندگی در مجتمع‌های مسکونی) است.

## پیشینهٔ پژوهش

سابقهٔ پژوهش‌های انجام‌شده درخصوص رویکرد زیست‌پذیری عمدتاً به موضوعات شهری مربوط می‌شود و کمتر به مقیاس مسکن و فضاهای باز میانی در محیط کالبدی معماری توجه شده است. درحالی‌که موضوع زیست‌پذیری شهری و مؤلفه‌های آن در بسترهای مطالعاتی متعدد بررسی شده اما در حوزهٔ معماری، پژوهش‌ها اندک است. در این خصوص ردایی و همکاران (Radaei et al., 2022) دو رویکرد اکولوژیک و زیست‌پذیری را در خانه‌های بومی بافت تاریخی شهر یزد بررسی کرده و بیان می‌کنند، بازآفرینی اصول عقلانیت اکولوژیک در مقیاس‌های متعدد می‌تواند زمینه‌ساز ارتقای زیست‌پذیری بافت‌های شهری معاصر باشد. پاداشی و همکاران (Padashi Amlashi et al., 2021) به بررسی معماری بومی در راستای ارائهٔ شاخص‌های زیست‌پذیری در شهر املش پرداخته و با روش تحلیل آماری نتیجه می‌گیرند، ازنظر شهروندان املش، بعد زیست‌محیطی دارای اولویت بیش‌تری برای بسترسازی زیست‌پذیری مسکن با الگوهای معماری بومی شهر املش است. امیر و همکاران (Amir et al., 2015)، مشارکت ساکنان برای دستیابی به مسکن زیست‌پذیر را در مجتمع‌های اجاره‌ای بررسی کرده و نتیجه می‌گیرد مشارکت می‌تواند به شیوهٔ مثبتی در محیط‌های گسترده تأثیرگذار باشد و مکان‌های زیست‌پذیر نیز اثرگذاری مثبتی روی فعالیت و بهره‌وری ساکنان و ایجاد محیط مناسب دارند. همچنین برخی پژوهش‌ها به بررسی تأثیر بیوفیلیا بر فضاهای مسکونی پرداخته‌اند تا ضمن حفظ ارزش‌های محیطی، کیفیت زندگی ساکنان را نیز بهبود بخشند. به عنوان مثال، لی و پارک (Lee & Park, 2025) در مقاله‌ای چهارچوب طراحی بیوفیلیک را به‌صورت استراتژیک براساس سلامت ساکنان سالمند ارائه داده و نشان می‌دهند استفادهٔ هدفمند از ارتباط بصری با طبیعت، نور طبیعی و فضاهای سبز داخلی، تأثیر معناداری بر کیفیت زندگی این گروه دارد. ژونگ و همکاران (Zhong et al., 2022) با تحلیل گسترده‌ای از طراحی بیوفیلیک، نتیجه می‌گیرند این رویکرد طراحی فقط محدود به گیاهان یا نما نیست بلکه شامل طیف گسترده‌ای از تجربه‌های حسی و طبیعی در ارتباط با اهداف پایداری شهری است. الصیاد و الاظهری (Al-Sayyed & Al-Azhari, 2025) در مطالعه‌ای تجربه‌محور، تأثیر طراحی بیوفیلیک بر واکنش فیزیولوژیک انسان در فضاهای مسکونی شبیه‌سازی‌شده را بررسی کرده و نتایج معنی‌داری از کاهش سطح استرس در مواجهه با فضاهای طراحی‌شده با اصول بیوفیلیک مشاهده کرده‌اند. مطالعه‌ای در چین (Gong et al., 2023) به طراحی مجتمع‌های مسکونی با تراکم بالا پرداخته و با تحلیل سایت‌پلان و فضای سبز و مبلمان محیط، چهارچوبی برای تنظیمات مناسب طراحی فضا در تراکم بالا ارائه کرده و نشان می‌دهد رعایت مؤلفه‌های بیوفیلیا مانند دید طبیعت و فضاهای باز عمومی، کیفیت زندگی ساکنان را ارتقا می‌دهد. مطالعهٔ یو و همکاران (Yue et al, 2024) ساختار تجربی از تأثیر مؤلفه‌های بیوفیلیا بر تجربهٔ زندگی در برج‌های بلند را ارائه داده و ابزار سنجش مبتنی‌بر پرسش‌نامه را معرفی می‌کند. در مطالعهٔ لفوسی و همکاران (Lefosse et al, 2023) مرور نظام‌مند محیط شهری و طراحی فضای مسکونی با رویکرد بیوفیلیا انجام شده است. پژوهش با سه معیار شامل گستردگی مدل طراحی، مقیاس محیطی و تأثیرات انسانی- طبیعی، خلأها و نیازهای مطالعاتی آینده را شناسایی می‌کند. یاسین و مصطفی (Yaseen & Mustafa, 2023) با تلفیق نحو فضا و سنجش مؤلفه‌های بیوفیلیک در یک نمونه مدرسه، نشان داده‌اند تحلیل فضایی می‌تواند ابزار خوبی برای ارزیابی بیوفیلیا باشد. نوآوری این پژوهش در مقایسه با خلأهای مطالعاتی موجود شامل توجه هم‌زمان به رویکرد زیست‌پذیری و طراحی بیوفیلیک، تحلیل در دو مقیاس داخلی و خارجی مجتمع‌های مسکونی و کاربرد ابزار دپث‌مپ برای تحلیل شاخص‌های فضایی است. درحالی‌که اغلب مطالعات بر پرسش‌نامه متکی بوده و یا به‌صورت کیفی انجام گرفته‌اند. این پژوهش با تمرکز بر تحلیل کمی شاخص‌های فضایی دپث‌مپ در دو مقیاس داخلی و بیرونی و ارتباط‌سازی آن‌ها با مؤلفه‌های طراحی بیوفیلیک و مفاهیم زیست‌پذیری، گامی نوآورانه به‌سمت یک چهارچوب مستقل مبتنی‌بر شاخص برای ارزیابی کیفیت محیط‌های مسکونی است. این مطالعه می‌تواند خلأ موجود در پیوند کیفی‌سازی بیوفیلیا و تحلیل شبکه‌ای فضا را پر کند و قابلیت استفاده در طراحی واقعی را فراهم سازد.

## روش تحقیق

روش پژوهش شامل ترکیبی از روش‌های توصیفی تحلیلی و استدلال منطقی و قیاسی است. در مرحلهٔ اول، گردآوری اطلاعات در حوزهٔ ادبیات پژوهش با هدف تبیین و دسته‌بندی شاخص‌ها و مفاهیم زیست‌پذیری و بیوفیلیک و نظریات مرتبط به روش کتابخانه‌ای انجام پذیرفت و اهداف و جنبه‌های

تأکیدشدهٔ این دو رویکرد بررسی شد. در مرحلهٔ دوم، شناخت الگوهای مختلف چیدمان و ترکیب فضاهای باز و بسته در طرح مجتمع‌های مسکونی معاصر و تجزیه‌وتحلیل کمی و کیفی داده‌ها در نقشه‌های دوبعدی و فضای واقعی نمونه‌های منتخب صورت گرفت که ازطریق تحلیل رابطهٔ ناظر با چشم‌اندازهای طبیعی، رابطهٔ فضاهای باز و بسته، مساحت و مجاورت‌ها و بررسی الگوهای اجتماعی در نقشه‌های معماری با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی دپث‌مپ بر مبنای مؤلفه‌های پژوهش انجام شد که به تبیین پیشنهادات بازطراحی نمونه‌های منتخب و تدوین چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری انجامید. معیار انتخاب نمونه‌ها ایجاد طیف متنوعی از الگوهای شکلی فضایی و تنوع در شکل هندسی فضاهای باز و بسته (ساختمان‌ها و محوطهٔ آن‌ها) است. به‌این‌ترتیب، الگوهای بهینه چیدمان فضایی مجتمع‌های مسکونی در بهره‌مندی از شاخص‌های زیست‌پذیری دریافت می‌شود. بر این مبنا شش الگو شامل اشکال مستطیل و قرینه با چیدمان خطی (مجتمع آسمان)؛ محوطه و بلوک‌های متقارن با چیدمان مدور (مجتمع فرهنگیان)؛ چیدمان گروهی بلوک‌های جعبه‌شکل با محوطه‌سازی محدود (مجتمع کسری)؛ گسترش خطی بلوک‌ها با فواصل میانی و محوطه‌سازی خطی (مجتمع راژیا)، چیدمان مدور بلوک‌های پنج‌گانه و محوطه‌سازی نیم‌دایرهٔ محاط‌مرکزی (مجتمع صدرا)، چیدمان ردیفی بلوک‌های مکعبی منفرد (مجتمع ونوس) انتخاب شده و به‌کمک شاخص‌های نحوی معطوف به زیست‌پذیری مبتنی‌بر بیوفیلی ارزیابی شده‌اند.

## مبانی نظری

### • زیست‌پذیری

زیست‌پذیری به‌عنوان مفهومی چندبعدی، به کیفیت کلی محیط زندگی از منظر رفاه، سلامت جسمی و روانی، امنیت، دسترسی به خدمات و تعاملات اجتماعی توجه دارد (Beatley, 2011). این مفهوم با تأکید بر هم‌زیستی هماهنگ انسان و محیط‌زیست، به‌دنبال ارتقای پایدار محیط‌های مسکونی است به‌گونه‌ای که رفاه ساکنان و حفظ محیط طبیعی به‌طور هم‌زمان تأمین شود.

### • زیست‌پذیری در محیط‌های مسکونی

خانه، مهم‌ترین مکان زیستن و پناهگاه زندگی است که مفاهیمی چون هویت، همبستگی، امنیت و حفاظت را دارد (Varmaghani, 2022, 177). زیست‌پذیری یکی از مفاهیم کلیدی در طراحی خانه است که به میزان مطلوبیت فضا برای زندگی انسانی اشاره دارد و به‌عنوان معیاری چندبعدی بیانگر کیفیت زندگی در سکونتگاه‌هاست که شامل سلامت جسمانی، رفاه روانی، دسترسی به خدمات، تعامل اجتماعی و رابطه با محیط طبیعی می‌شود. در سطح محل زندگی، علاوه‌بر فضاهای عمومی، کیفیت طراحی داخلی و سیرکولاسیون داخلی نیز نقش کلیدی در ارتقای رفاه ساکنان دارد (Jayakody et al., 2024).

مطالعات اخیر نشان می‌دهند محیط‌های زیست‌پذیر، نه‌تنها موجب ارتقای سلامت و رضایت ساکنان می‌شوند بلکه تأثیر مستقیمی بر پایداری محیط‌زیست و کاهش فشارهای ناشی از توسعهٔ شهری دارند (Dempsey et al., 2011). زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی، نه‌تنها به کیفیت واحدهای سکونت بلکه به کیفیت فضاهای عمومی، پیوندهای اجتماعی و انسجام فضایی نیز بستگی دارد. در این میان، رویکرد معماری بیوفیلیک که مبتنی‌بر ادغام عناصر و الگوهای طبیعی در طراحی فضاهای ساخته‌شده است، به‌عنوان یک استراتژی مؤثر در ارتقای زیست‌پذیری شناخته می‌شود (Kellert et al., 2008). پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند، حضور عناصر بیوفیلیک در محیط‌های مسکونی می‌تواند به کاهش استرس، افزایش رضایت و بهبود کیفیت کلی زندگی ساکنان منجر شود (Joye & Van den Berg, 2011).

### • نظریهٔ بیوفیلیا و طراحی بیوفیلیک

بیوفیلیا بیانگر تمایل ذاتی انسان به فرایندهای طبیعی است. همچنین به معنای مجذوب‌شدن نسبت به تمام چیزهای زنده و زندگی‌بخش است (Varmaghani, 2023, 44). این نظریه نخستین بار توسط ویلسون (Wilson, 1984) معرفی شد که بر نیاز ذاتی انسان‌ها به ارتباط با طبیعت و حضور عناصر زیستی در محیط زندگی تأکید دارد. مدل‌های مختلفی برای پیاده‌سازی معماری بیوفیلیک پیشنهاد شده‌اند. ازجمله مدل شش‌بعدی استفن کلرت که شامل عناصر مستقیم طبیعت (نور، گیاه، آب)، عناصر غیرمستقیم (الگوهای ارگانیک، رنگ‌های طبیعی، مصالح) و شرایط فضایی و مکان‌مبنا (مقیاس انسانی، خوانایی فضا، حس قلمرو) است. چهارچوب کلرت (Kellert, 2018) به‌صورت ساختاریافته، ۱۴ مؤلفه از طراحی بیوفیلیک را معرفی می‌کند که مهم‌ترین آن‌ها ارتباط بصری با طبیعت، سکوت و پناه، تنوع حسی و الگوهای طبیعی در فضا است. در این میان حریم، سکوت و پناه از عوامل زیست‌پذیری است که ایجاد مرز می‌کند و به معنای جدایی نیست بلکه در کلیهٔ شئون زندگی و روابط اجتماعی و به تبع آن در معماری اثرگذار است (Varmaghani & Soltanzade, 2018, 131). مطالعات تجربی نشان داده‌اند طراحی مبتنی‌بر این چهارچوب، ازطریق تأمین نور طبیعی، مناظر سبز و عناصر طبیعی می‌تواند موجب کاهش استرس، بهبود سلامت روان، افزایش رضایت ساکنان و افزایش بهره‌وری گردد (Ulrich, 1984; Liu & Zhou, 2025). برای مثال براساس پژوهش‌های اخیر، به‌کارگیری پنجره‌های بزرگ با دید به فضای سبز، حضور نور طبیعی و مواد طبیعی، از عوامل کلیدی در طراحی بیوفیلیک موفق محسوب می‌شوند (Turner-Skoff & Cavender, 2019). معماری بیوفیلیک به‌عنوان رویکردی نوین در طراحی، بر اتصال مجدد انسان با طبیعت و کاربرد عناصر طبیعی ازجمله نور طبیعی، گیاهان،

مصالح طبیعی، چشم‌اندازها، صداها و حتی بوهای طبیعی در محیط مصنوع تأکید دارد (Kellert et al., 2008). بر همین اساس، طراحی بیوفیلیک علاوه‌بر بُعد زیبایی‌شناختی، نقش عملکردی در ارتقای کیفیت زندگی ایفا می‌کند (جدول ۱).

**• نظریهٔ نحو فضا**

روش نحو فضا با استفاده از سه شاخص اتصال، عمق و هم‌پیوندی به بررسی ویژگی‌های کالبدی و اجتماعی نمونه‌ها می‌پردازد (Karbasi, 2023, 6). شاخص هم‌پیوندی بصری به‌طور خاص نمایانگر میزان دید به طبیعت و نور طبیعی است (Farshidi et al., 2022) که با اصول بیوفیلیا همچون ارتباط بصری با طبیعت تطابق دارد. اتصال و هم‌پیوندی ساختار فضایی ضمن تسهیل حرکت روان (Behmanesh et al., 2023)، ویژگی‌هایی چون حس تعلق به مکان و انسجام محیطی را تقویت می‌کند که دو مؤلفهٔ کلیدی در افزایش زیست‌پذیری هستند (Hillier & Hanson, 1984; Yu et al., 2025). همچنین عمق نسبی با تعریف سلسله‌مراتب فضایی و مکانی برای ساکنان و فراهم‌سازی سناریوهای سکوت- پناه باعث ارتقای احساس امنیت و خلوت سالم برای ساکنان می‌شود و آنتروپی نیز با ایجاد تنوع حرکتی و امکان انتخاب مسیر، به تجربهٔ فضایی متنوع و جذاب کمک می‌کند (El-Khouly & Penn, 2012; Salingaros, 2015). بنابراین رویکرد بیوفیلیک می‌تواند به‌عنوان راهبرد مؤثر برای ارتقای کیفیت زندگی شهری و طراحی محیط‌های سکونتی انسان‌محور استفاده شود و تلفیق آن با تحلیل‌های فضایی، امکان ارزیابی عینی کیفیت فضا و ارائهٔ راهکارهای طراحی کارآمد را فراهم می‌کند. در جدول ۲ ارتباط شاخص‌های فضایی با مؤلفه‌های زیست‌پذیری و اهداف بیوفیلیک، بر مبنای جمع‌بندی نظریات ارائه‌شده در ادبیات پژوهش بیان شده است.

## معرفی نمونه‌های مطالعه

مجتمع مسکونی فرهنگیان به‌صورت دو برج نیم‌مدور به ارتفاع ۱۲۰ متر با چیدمان متقارن یکی از مهم‌ترین پروژه‌های مسکونی شهری است. هر برج دارای ۲۸ طبقهٔ مسکونی و دو طبقهٔ زیرزمین جهت پارکینگ است و شامل ۱۲ آسانسور و چهار راه‌پله و حدود ۲۸ واحد تجاری است. فضای میانی دو برج، محوطهٔ سبز آن را تشکیل می‌دهد. مجتمع راژیا به‌صورت سه بلوک کشیدهٔ ۱۴ طبقه با چیدمان خطی در زمینی به مساحت ۹۰۰۰ مترمربع واقع شده است. این سه بلوک مجموعاً دارای ۳۰ واحد تجاری در طبقهٔ همکف و ۲۸۰ واحد مسکونی در طبقات اول تا ۱۳ است. از دیگر فضاهای طبقهٔ همکف، سالن اجتماعات و پذیرایی، سالن ورزشی و بدن‌سازی، جکوزی و سونا، کارواش اختصاصی و مهد کودک است. مجتمع کسری دارای شش بلوک جعبه‌مانند ۱۷ طبقه با چیدمان گروهی در دو محوطهٔ مستقل (چهاربلوکه و دوبلوکه) است که با معبری کم‌عرض به یکدیگر متصل می‌شوند. در فضاهای طبقهٔ همکف، واحدهای تجاری، کلاس‌های هنری، باشگاه ورزشی و سالن اجتماعات قرار دارد. مجتمع آسمان شامل دو برج مسکونی ۱۴ طبقهٔ مستطیل‌شکل و قرینه است که محوطه‌سازی سبز با شکل هندسی نامنظم مقابل آن اجرا شده و دارای فضاهایی مانند استخر، سالن اجتماعات و سوپرمارکت در طبقهٔ همکف مختص ساکنان است. مجتمع صدرا از پنج بلوک شبه‌مستطیل ۱۴ طبقه با چیدمان نیم‌دایره و محوطهٔ سبز مرکزی با آلاچیق و محوطهٔ بازی کودکان تشکیل شده است. رمپ سرپوشیده با گذر از محوطهٔ مرکزی به پارکینگ زیرزمین راه می‌یابد. هر بلوک دارای دو طبقهٔ زیرزمین جهت پارکینگ و همچنین لابی و فضاهای مشاعات در طبقهٔ همکف است (جدول ۳).

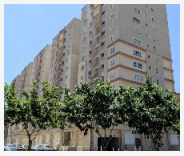
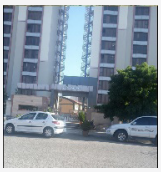
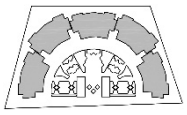
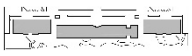
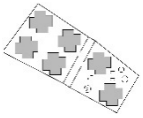
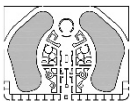
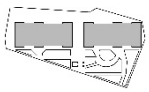
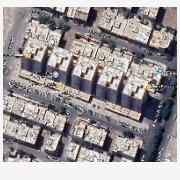
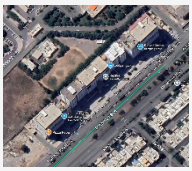
جدول ۱. معیارهای زیست‌پذیری و طراحی بیوفیلیک براساس آرای صاحب‌نظران. مأخذ: نگارنده.

| حوزه | معیارها/ مؤلفه‌ها | توضیح | منبع |
|---|---|---|---|
| زیست‌پذیری | سلامت جسمانی و روانی | دسترسی به نور، تهویه، کاهش استرس و افزایش رفاه روانی | Beatley, 2011 |
| | امنیت و ایمنی | احساس حفاظت و آرامش در فضاهای سکونتی | Jayakody et al., 2024 |
| | تعامل اجتماعی | امکان شکل‌گیری پیوندهای اجتماعی در فضاهای عمومی | Dempsey et al., 2011 |
| | کیفیت طراحی داخلی | سیرکولاسیون کارآمد، انعطاف‌پذیری فضاهای داخلی | Jayakody et al., 2024 |
| بیوفیلیک | پیوند با طبیعت | حضور مناظر سبز و چشم‌اندازهای طبیعی در فضا | Beatley, 2011 |
| | عناصر مستقیم طبیعت | نور طبیعی، گیاهان، آب، چشم‌اندازها | Ulrich, 1984 |
| | عناصر غیرمستقیم طبیعت | مصالح طبیعی، رنگ‌های ارگانیک، الگوهای طبیعت | Kellert et al., 2008 |
| | شرایط فضایی | مقیاس انسانی، خوانایی فضا، حس قلمرو، حریم و پناه | Kellert, 2018 |
| | ارتباط بصری با طبیعت | دید مستقیم به فضای سبز یا مناظر طبیعی | Joye & Van den Berg, 2011 |
| | تأثیر عملکردی | کاهش استرس، بهبود سلامت روان، افزایش بهره‌وری | Liu & Zhou, 2025 |

جدول ۲. ارتباط شاخص‌های فضایی با مؤلفه‌های زیست‌پذیری و اهداف بیوفیلیک. مأخذ: نگارنده.

| شاخص فضایی | مقیاس کاربرد | مؤلفهٔ بیوفیلیک واکنش‌دهنده | پیامد برای زیست‌پذیری |
|---|---|---|---|
| اتصال‌پذیری | داخلی و سایت‌پلان | حرکت روان، دسترسی به طبیعت | دسترسی آسان و روان به فضا |
| هم‌پیوندی | هر دو مقیاس | یکپارچگی عملکردی، تعلق مکانی | تجربهٔ یکپارچهٔ محیطی |
| عمق میانگین | داخلی | پناه و خلوت، سکون | امنیت روانی و رفاه |
| هم‌پیوندی بصری | سایت‌پلان | ارتباط بصری با طبیعت، نور طبیعی | کاهش استرس، افزایش رضایت |
| آنتروپی | سایت‌پلان | تنوع مسیر، تجربهٔ فضایی متنوع | تحریک ادراکی و جذابیت فضا |

جدول ۳. معرفی مجتمع‌های مسکونی مطالعه‌شده. مأخذ: نگارنده.

| مشخصه | ونوس | صدرا | راژیا | کسری | فرهنگیان | آسمان |
|---|---|---|---|---|---|---|
| دید کلی |  | | | | |  |
| پلان | |  |  |  |  |  |
| نقشهٔ ماهواره‌ای |  | |  | | | |
| سال احداث | ۱۳۹۵ | ۱۴۰۱ | ۱۳۹۵ | ۱۳۹۵ | ۱۴۰۳ | ۱۳۹۲ |
| تعداد طبقات | ۱۳ | ۱۴ | ۱۴ | ۱۷ | ۳۰ | ۱۴ |
| مساحت سطح اشغال | ۶۸۳۹ | ۵۷۶۵ | ۳۴۶۰ | ۵۳۱۰ | ۵۵۴۵ | ۳۰۹۸ |
| مساحت کل | ۹۶۰۰ | ۱۷۶۰۰ | ۹۰۰۰ | ۱۵۸۰۰ | ۱۵۶۰۰ | ۸۵۰۰ |
| چیدمان | ردیفی منفصل | نیم‌دایره | خطی | گروهی | مقابل و مدور | قرینه و خطی |

## یافته‌ها

به‌منظور تحلیل نمونه‌های مطالعه دو مقیاس در نظر گرفته شد. مقیاس معماری (پلان تیپ طبقات شامل واحدهای مسکونی و راهروهای ارتباطی) و مقیاس سایت (پلان همکف در اتصال با محوطه) که شاخص‌های نحوی با توجه به هدف و کاربرد در هر مقیاس تحلیل شدند (جدول ۴).

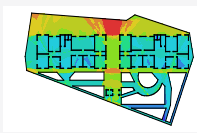
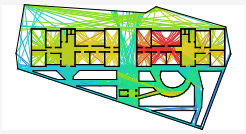
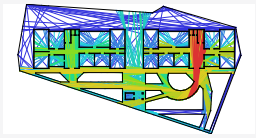
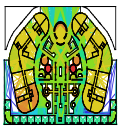
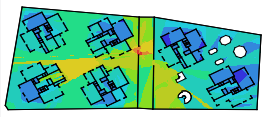
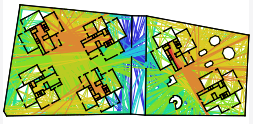
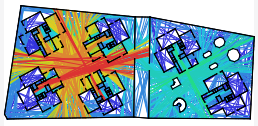
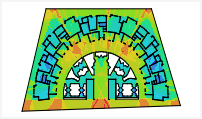
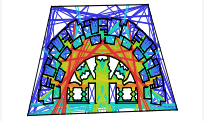
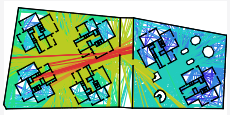
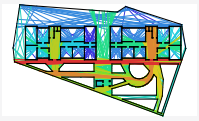
جدول ۵ شبیه‌سازی شکلی و مقادیر سه شاخص هم‌پیوندی بصری، اتصال و آنتروپی را برای شش مجتمع مسکونی مطالعه‌شده نشان می‌دهد. رنگ‌های گرم در هر نقشه به معنای مقدار بالای شاخص و رنگ سرد بیانگر مقدار پایین آن است.

تحلیل نقشهٔ اتصال: نقاط با اتصال بالا (رنگ‌های گرم) نشان‌دهندهٔ فضاهایی با بیشترین دسترسی و عبور مسیر از آن‌ها است. این فضاها نقش کانون‌های حرکتی و اجتماعاتی را داشته و به‌عنوان قلب‌های زیستی مجتمع عمل می‌کنند. ازنظر معماری بیوفیلیک، این فضاها فرصت‌های مناسبی برای تعامل انسان و طبیعت فراهم می‌کنند؛ زیرا نزدیکی به مسیرهای پرتردد، امکان استفادهٔ بهینه از فضاهای سبز، نور طبیعی و جریان هوا را فراهم می‌سازد. نقاط با اتصال پایین (رنگ‌های سرد) نشان‌دهندهٔ فضاهایی با دسترسی محدودتر و به معنای فضاهای خلوت یا خصوصی تلقی می‌شوند. در چهارچوب زیست‌پذیری، این فضاها نقش آرامش‌بخش و بازیابی‌کننده برای ساکنان دارند که باید تمایز آن با فضاهای جداافتاده و ناامن تشخیص داده شود. در

جدول ۴. شاخص‌های نحوی و کاربرد آن‌ها در تحلیل زیست‌پذیری. مأخذ: نگارنده.

| مقیاس | هدف | شاخص | کاربرد | پیوند با بیوفیلیا |
|---|---|---|---|---|
| خرد (فضاهای داخلی مسکونی) | ارتباط بین طراحی داخلی، راحتی حرکتی، سلسله‌مراتب فضایی و امنیت روانی | اتصال | دسترسی سریع و مستقیم بین فضاهای داخلی | فرم فضایی مناسب، تجربهٔ پیش‌رونده (Sequential experi-ence)، تنوع دیداری، حس خلوت و پناه (Refuge) |
| | | هم‌پیوندی | روان‌بودن حرکت بین فضاها (مثلاً آشپزخانه به پذیرایی) | |
| | | عمق نسبی | درجهٔ پنهان‌بودن فضاها (مثلاً اتاق خواب نسبت به ورودی) | |
| کلان (سایت‌پلان و محوطه) | دسترسی به فضای باز، نور طبیعی، فضاهای سبز و اجتماعی | اتصال | ارتباط مسیرهای پیاده و سواره | تماس بصری با طبیعت، دسترسی به فضای باز، تنوع حرکتی و فضایی (پویایی فضا)، درک سلسله‌مراتبی و آشنابودن فضا |
| | | هم‌پیوندی | پیوند فضاهای باز با ورودی‌ها و عملکردهای کل ساختمان | |
| | | هم‌پیوندی بصری | دید باز به فضای سبز، مسیرها و محوطه | |
| | | آنتروپی | تنوع فضایی و امکان انتخاب مسیرها | |

جدول ۵. شبیه‌سازی شکلی سایت‌پلان. مأخذ: نگارنده.

| مجتمع | مقدار شاخص | | هم‌پیوندی بصری (VI) | آنتروپی (E) | اتصال (C) |
|---|---|---|---|---|---|
| آسمان | C | ۲۳۲/۵۵۹ |  |  |  |
| | E | ۱/۹۶۰۵۱ | | | |
| | VI | ۹/۶۹۳۶۹ | | | |
| فرهنگیان | C | ۵۶۵/۹۳۷ | |  | |
| | E | ۲/۱۵۵۳ | | | |
| | VI | ۶/۱۸۹۰۶ | | | |
| کسری | C | ۲۴۵/۵۵۱ |  |  |  |
| | E | ۲/۰۸۶۵۸ | | | |
| | VI | ۶/۰۷۹۷ | | | |
| رژیا | C | ۳۲۰/۵۱۲ | | | |
| | E | ۲/۰۶۲۹۵ | | | |
| | VI | ۶/۶۹۷۲۸ | | | |
| صدرا | C | ۱۸۰/۶۲۴ |  | |  |
| | E | ۲/۰۹۶۶۵ | | | |
| | VI | ۷/۵۴۴۰۶ | | | |
| ونوس | C | ۲۶۶/۶۳۹ | | | |
| | E | ۱/۶۴۹۴۴ | | | |
| | VI | ۵/۷۳۵۳۶ | | | |
| شاخص هم‌پیوندی | A | ۵/۲۴۳۷۶ |  | |  |
| | F | ۳/۹۸۶۳۱ | | | |
| | K | ۴/۲۹۲۲۹ | | | |
| | R | ۴/۵۹۳۱ | | | |
| | S | ۴/۲۲۳۸۱ | | | |
| | V | ۵/۸۸۱۳۴ | | | |

مجتمع آسمان، مسیرهای اتصال در ورودی‌ها و لابی‌های هر دو برج نسبتاً متراکم است؛ به‌ویژه بلوک شرقی که علت آن به گستردگی محوطه‌سازی مقابل آن مربوط می‌شود. بااین‌حال باغچه‌های بزرگ محوطه میزان اتصال را کاسته‌اند. بیش‌ترین دسترسی در مجتمع کسری، حوزهٔ میانی محوطهٔ بلوک‌های چهارگانه است که تمایز آن با مقدار اتصال حوزهٔ میانی محوطهٔ دو بلوک دیگر، نقش مهم جانمایی ورودی اصلی هر بلوک را نمایان می‌کند. بااین‌حال عدم توجه به تأمین المان‌های طبیعی (درخت، آب‌نما، باغچه) در نقاط پرتراکم و از سویی فشردگی بلوک‌ها موجب کاهش کارایی شاخص اتصال، کاهش کیفیت دیداری و ازبین‌رفتن خلوت ساکنین شده است. در راژیا، علی‌رغم کشیدگی خطی بلوک‌ها، ایجاد فواصل میانی باز مابین بلوک‌ها و اتصال با محوطه‌های سبز شمالی و جنوبی، مقدار کلی اتصال را افزایش داده (۳۲۰/۵۱۲= بالاتر از میانگین)؛ هرچند تقسیم‌بندی سه‌قسمتی سایت (محوطهٔ شمالی- بلوک‌ها- محوطهٔ جنوبی) و غلبهٔ خطوط اتصال محوری و موازی، نقش ورودی‌ها و ارتباط درون و بیرون بنا را درراستای اهداف بیوفیلیک کاسته است. در محوطهٔ بسیار محدود مجتمع ونوس، تراکم خطوط اتصال، کمتر و غالباً به‌صورت هم‌راستا و ممتد است. همچنین با کمبود عناصر طبیعی و فقدان فضاهای مرکزگرای تعاملی، مقدار اتصال تأثیری در ارتقای شاخص‌های زیست‌پذیری نداشته بلکه به اتصال واحدهای مجزای تجاری همکف با معبر شهری مرتبط است. مجتمع فرهنگیان و صدرا با وجود چیدمان نسبتاً مشابه به‌ترتیب حداکثر و حداقل مقدار اتصال را در بین نمونه‌ها دارند. رنگ‌ها در شبیه‌سازی نشان می‌دهد علت این امر به الگوهای محوطه‌سازی و میزان شفافیت یا سلسله‌مراتب فضایی همکف مربوط می‌شود؛ به‌طوری که میزان حداکثری شاخص اتصال در مجتمع فرهنگیان (۵۶۵/۹۳۷) به‌راحتی حرکت و مسیریابی در فضاهای باز و بسته و ایجاد محورهای مستقیم مربوط است. همچنین حداقل‌بودن شاخص اتصال در مجتمع صدرا (۱۸۰/۶۲۴) به‌علت سلسله‌مراتب بغرنج فضای درونی (همکف) و نفوذپذیری اندک فضای سبز مرکزی است. افزایش شاخص اتصال به‌معنای تسهیل تعاملات اجتماعی و حرکت پیاده‌روی راحت‌تر در محوطه است.

**تحلیل شاخص هم‌پیوندی:** زیست‌پذیری با شاخص هم‌پیوندی رابطهٔ مستقیم دارد؛ زیرا ارتباطات بهتر فضایی، دسترسی راحت‌تر به فضای سبز و حضور عناصر طبیعی در مسیرهای رفت‌وآمد به افزایش کیفیت زندگی کمک می‌کند. مجتمع‌هایی که هم‌پیوندی بیش‌تری در فضاهای باز و سبز دارند، امکان بهره‌مندی بهتر ساکنان از طبیعت، حس تعلق، تعاملات اجتماعی و آرامش روانی را فراهم می‌کنند. مجتمع فرهنگیان بالاترین میزان هم‌پیوندی (رنگ قرمز و نارنجی) را در بخش‌های مرکزی و فضای سبز میان دو بلوک دارد. به این معنی که بیش‌ترین دسترسی و ارتباط فضایی را در ساختار محوطه‌سازی خود دارد که می‌تواند کیفیت زیست‌پذیری و تعاملات اجتماعی را در بستر طبیعت افزایش دهد. هم‌پیوندی در راژیا (۴/۵۹۳۱= پایین‌تر از میانگین) به دو بخش متمایز شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. محوطهٔ شمالی (تجاری) هم‌پیوندی کمتر و محوطهٔ جنوبی (مسکونی) هم‌پیوندی بسیار بیشتری دارد. رنگ مناطق در نقشهٔ هم‌پیوندی نمایان‌گر مکان‌های مناسب جانمایی المان‌ها و عناصر محیطی و بهبود کارایی فضا جهت استفادهٔ ساکنان است.

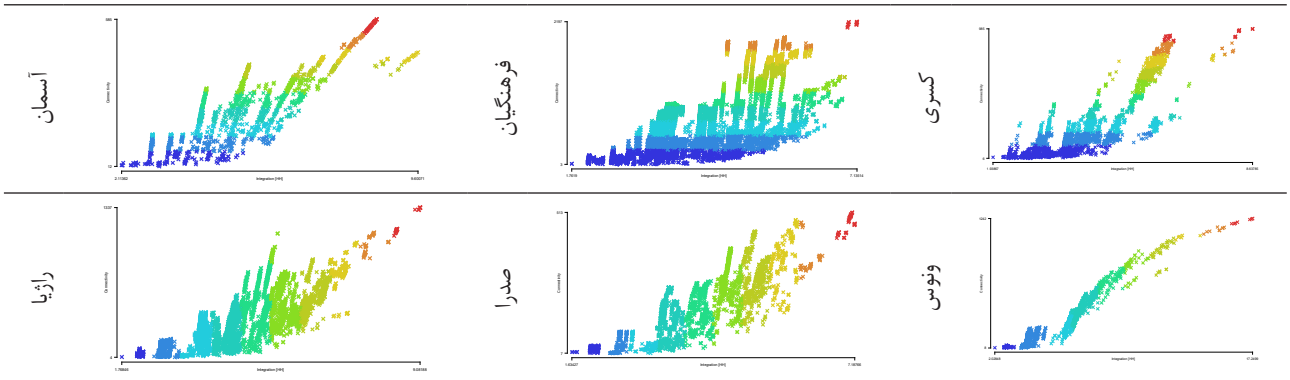
**تحلیل شاخص آنتروپی:** این شاخص در نحو فضا نشان‌دهندهٔ میزان پیچیدگی، تنوع و غیرقابل پیش‌بینی‌بودن مسیرها و روابط فضایی است. آنتروپی بالا نشان‌دهندهٔ پیچیدگی بالا و نظم کمتر (درک سخت‌تر فضا) است، درحالی‌که آنتروپی پایین به‌سادگی، نظم بیشتر و ساختار قابل پیش‌بینی اشاره دارد. بنابراین مجتمع فرهنگیان با بالاترین مقدار آنتروپی (۲/۱۵۵۳)، خوانایی کمتری دارد که این پیچیدگی و عدم‌خوانایی در فضاهای درونی بیشتر و در محوطهٔ سبز کمتر است. بنابراین آنتروپی بالا در فضاهای داخلی (با کاربری تجاری و مسکونی) ممکن است باعث سردرگمی کاربران جدید شود. مجتمع ونوس با حداقل انتخاب در مسیرهای حرکتی کمترین مقدار این شاخص (۱/۶۴۹۴۴) را دارد که یکنواختی و سادگی را به‌همراه دارد. مجتمع آسمان حد میانی این شاخص (وضعیت مطلوب) را دارد و نقشهٔ هم‌پیوندی نشان می‌دهد وضعیت بهینهٔ آنتروپی در محور میانی و نقطهٔ کانونی محوطهٔ غربی است که به تعریف ورودی و خوانایی کلی پلان می‌انجامد. آنتروپی در مجتمع کسری توزیع یکنواختی ندارد؛ به‌طوری‌که در محوطهٔ مرکزی بلوک‌های چهارگانه حد مطلوب و در نواحی حاشیه‌ای حداکثر آنتروپی دیده می‌شود. همچنین جانمایی فضای سبز اندک و پراکندهٔ مجتمع در نقاط با آنتروپی بالا و فضاهای حرکتی تعریف‌نشده کارکرد فضای سبز محوطه را کاسته است. هندسهٔ خطی بلوک‌های مسکونی راژیا موجب تفکیک محوطه به دو بخش شمالی با آنتروپی بالا (به‌علت هندسهٔ شکستهٔ ضلع شمالی سایت و تعدد ورودی واحدهای تجاری) و بخش جنوبی با آنتروپی متوسط (محوطهٔ صرفاً مسکونی) با دو الگوی طراحی متمایز شده است.

تحلیل هم‌پیوندی بصری نشان می‌دهد، کدام فضاها قابلیت رؤیت و ارتباط دیداری بیشتری با سایر فضاها دارند. هم‌پیوندی بصری به میزان اتصال دیداری و ارتباط بصری بین فضاها اشاره دارد که نقش مهمی در حس امنیت، راحتی و ارتباط با طبیعت ایفا می‌کند. چیدمان گروهی و تقریباً فشردهٔ بلوک‌ها در مجتمع کسری موجب تمرکز نقاط با هم‌پیوندی بصری بالا در بخش‌های میانی شده و ازطرفی بخش عمدهٔ فضاهای سبز و فضاهای نشیمنگاهی در نواحی پیرامونی با مقدار پایین این شاخص قرار دارند. مجتمع آسمان با بیش‌ترین مقدار شاخص (۹/۶۹۳۶۹) در

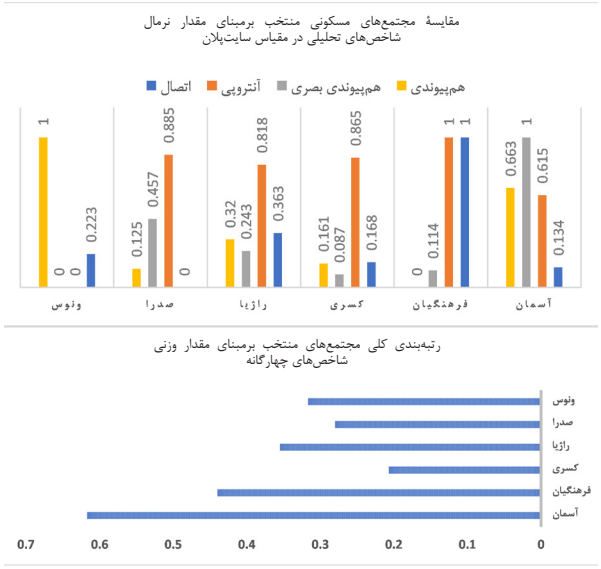
بین سایر نمونه‌ها امکان تعامل اجتماعی و جهت‌یابی بهتر را در محل‌های تلاقی محور عرضی مابین بلوک‌ها با محورهای طولی (به‌دلیل افزایش هم‌پیوندی دیداری) فراهم می‌کند. محورهای پیرامون فضای سبز متمرکز مجتمع صدرا، کیفیت بصری را افزوده‌اند. این مسیرهای پیوسته و قابل رؤیت، حس پیوستگی با طبیعت را تقویت می‌کنند. پیاده‌راه‌های عریض عبوری از لابه‌لای فضاهای سبز مرکزی گسترده و متنوع مجتمع فرهنگیان نیز حداکثر مقدار هم‌پیوندی دیداری (رنگ قرمز و نارنجی) را در کل پلان دارند که موجب نفوذپذیری بالای لکه‌های سبز مجتمع و در نتیجه افزایش جذابیت بصری و کاهش یکنواختی و ارتقای کیفیت زیستی می‌شود.

خوانایی فضا که در نرم‌افزار دپث‌مپ ازطریق ترسیم نمودار هم‌پیوندی- اتصال (تصویر ۱) تحلیل می‌شود، ارتباط مستقیمی با میزان راحتی، دسترسی، و تعاملات انسانی و طبیعت در فضا و در نتیجه ارتقای زیست‌پذیری با رویکرد معماری بیوفیلیک دارد. فضاهای با خوانایی بالا، معمولاً پرتردد، فعال و مد نظر ساکنین هستند. در معماری بیوفیلیک، خوانایی بالا می‌تواند به ارتباط بهتر انسان با طبیعت و افزایش تعاملات اجتماعی کمک کند.

پراکندگی کم نمودار در صدرا، بین دسترسی و تمرکز فضاها تعادل مناسبی ایجاد کرده و فضاهای سبز مرکزی، امکان تعامل بیشتر ساکنین را فراهم می‌کند. شیب زیاد و پراکندگی مناسب مجتمع کسری، شرایط مناسبی برای تعامل و دسترسی و امکان به‌کارگیری المان‌های بیوفیلیک در مسیرهای پررفت‌وآمد فراهم می‌کند. این مجتمع درصورت طراحی مناسب لایه‌های نرم فضا و مبلمان محوطه، فضای مطلوب‌تری برای ارتقای زیست‌پذیری است؛ زیرا کاربران به‌راحتی به فضاهای مختلف دسترسی دارند و امکان تعامل و تجربهٔ طبیعت بیشتر است. سطح مطلوب خوانایی در مجتمع صدرا و کسری بیانگر تعداد بیشتر مسیرهای منسجم و هم‌راستا در ساختار پلان است که پتانسیل طراحی بیوفیلیک (دسترسی ساده و راحت به فضای سبز و امکان تعامل اجتماعی بالا) را افزایش می‌دهد. سطح بالای خوانایی در این دو مجتمع، بستر بهتری برای پیاده‌سازی معماری بیوفیلیک فراهم کرده و زیست‌پذیری را بالا می‌برد. نمودار بسیار منظم و صعودی در ونوس، ساختار بسیار خوانا و قابل پیش‌بینی برای طراحی‌های بیوفیلیک فراهم می‌کند که نیاز به مسیرهای آسان و دسترسی مستقیم دارند؛ بااین‌حال نقشه‌های هم‌پیوندی و اتصال نشان می‌دهند این وضعیت مطلوب به واحدهای تجاری طبقهٔ همکف و مسیرهای حرکتی مستقیم داخلی پلان مربوط است. هم‌پیوندی حداکثر با اتصال کمتر به معنای وضوح مسیرهای کلیدی در عین تنوع کم آن‌هاست و درصورت کفایت عرصه‌های باز و بسته می‌تواند فرصت مناسبی برای طراحی فضاهای بیوفیلیک باشد. مسیرهای خوانا و متصل، فرصت‌های بیشتر برای حس آرامش، دسترسی به طبیعت و ارتقای کیفیت زندگی ساکنین فراهم می‌کنند که اصل معماری بیوفیلیک را تشکیل می‌دهد. مجتمع فرهنگیان و راژیا با خوانایی پایین‌تر، نیازمند بازطراحی مسیرها و افزایش ارتباطات فضایی هستند تا امکان حضور بیشتر در طبیعت و تعامل اجتماعی فراهم شود. پراکندگی زیاد داده‌ها در مجتمع‌های آسمان، راژیا و فرهنگیان نشان از ناهمگنی فضاها و عدم یکپارچگی مناسب دسترسی‌هاست که به‌علت کاهش حس پیوستگی و ارتباط با طبیعت، چالشی در زیست‌پذیری و کاربرد مدل بیوفیلیک محسوب می‌شود. تصویر ۲ نمونه‌های مطالعه را بر مبنای مقدار نرمال و مقدار وزن شاخص‌ها با یکدیگر مقایسه می‌کند. به‌منظور رتبه‌بندی نمونه‌های مطالعه براساس شاخص وزنی و مقدار نرمال، لازم است میزان اهمیت هر شاخص با توجه به هدف پژوهش تعیین گردد. بر این اساس وزن ۰/۳ به شاخص اتصال (اهمیت زیاد دسترسی آسان و روان به فضاهای باز، سبز و مسیرهای طبیعی)، وزن ۰/۱ به آنتروپی (اهمیت متوسط تنوع در فضا و امکان انتخاب مسیرهای مختلف برای تجربه‌های متفاوت)، وزن ۰/۲۵ به هم‌پیوندی (اهمیت نسبتاً زیاد ادغام فضاها در سیستم حرکتی و دسترسی کلی) و ۰/۳۵ به هم‌پیوندی بصری (اهمیت خیلی زیاد ارتباط بصری با طبیعت و حس بازبودن) در نظر گرفته شد.




تصویر ۱. مقایسهٔ میزان خوانایی فضا در نمونه‌های مطالعه (مقیاس سایت‌پلان) ازطریق نمودار هم‌پیوندی- اتصال. مأخذ: نگارنده.




تصویر ۲. مقایسه و رتبه‌بندی مجتمع‌های مسکونی به لحاظ شاخص‌های پژوهش. مأخذ: نگارنده.

جدول ۶ مقادیر سه شاخص اتصال، هم‌پیوندی و عمق میانگین را در پلان تیپ طبقات مجتمع فرهنگیان و راژیا به‌منظور تحلیل دقیق‌تر زیست‌پذیری و بیوفیلیک در مقیاس فضای داخلی واحدهای مسکونی اندازه‌گیری می‌کند.

در مجتمع راژیا، تراکم خطوط اتصال در راهروهای دسترسی، بسیار زیاد و متمرکز است. هم‌چنین پله‌ها و آسانسورها در متراکم‌ترین نقاط قرار دارند. خطوط اتصال در مجتمع فرهنگیان به‌صورت توزیع‌شده و کمتر متمرکز است. بااین‌حال در نقطهٔ تلاقی راهروهای دسترسی (بخش مرکزی) تراکم بیشتری برقرار است که به بهبود عملکرد پله‌ها و آسانسورهای موجود در این حوزه منجر خواهد شد. نقشه‌های اتصال نشان می‌دهد چیدمان فضای داخلی واحدها در هر دو نمونه با شاخص‌های زیست‌پذیری و کیفیت فضایی هماهنگی دارد؛ بااین‌حال روانی حرکت و دسترسی مستقیم در عرصه‌های عمومی و مسیرهای طولانی‌تر با اتصال‌های خردتر در عرصه‌های خصوصی واحدها در مجتمع فرهنگیان بیش از راژیا مشاهده می‌شود. در مقابل، راژیا دارای شفافیت فضایی بیش‌تر با عدد اتصال بالاتر حتی در عرصه‌های خصوصی است. در تحلیل شاخص هم‌پیوندی، در راژیا راهروهای میانی واحدها، یکپارچگی بیشتری را در ساختار کلی پلان ایجاد کرده‌اند. در تحلیل شاخص عمق میانگین، تعدد ریزفضاها و سلسله‌مراتب دسترسی در واحدهای فرهنگیان موجب شده است بخش‌های بیش‌تری از پلان در عمق بالا قرار داشته باشند. به‌علاوه موقعیت برخی ایوان‌های باز در عمق بالا، کارایی آن‌ها را در تعامل با هوای آزاد کاهش می‌دهد. در راژیا به‌طورکلی امکان ارتباط فضایی واحدها با طبیعت کمتر است. به‌علاوه عمق کمتر می‌تواند به کاهش بهره‌مندی از فضای خصوصی و درجهٔ پنهان‌بودن فضا از ورودی بیانجامد. شاخص‌های امنیت، پناه، خلوت در رویکرد بیوفیلیک به بهبود کیفیت زیستی می‌انجامد که در این خصوص فرهنگیان وضعیت مناسب‌تری دارد. مجتمع راژیا به‌دلیل داشتن اتصال و هم‌پیوندی بالا و عمق پایین (۳/۲۸۱۷۹) از ساختار فضایی منسجم بهره‌مند است که تسهیل حرکت و فضاهای اجتماعی فعال را به‌همراه دارد اما فرهنگیان با ساختار کمتر یکپارچه و عمق فضایی بیشتر (۴/۰۰۵۵۶)، عرصه‌های کمتر اجتماعی و بیش‌تر خصوصی را فراهم کرده که در تأمین خلوت ساکنین و ارتباط فردی با طبیعت و نه ارتباط اجتماعی مؤثر است.

- **راهبرد تصحیح فضایی با توجه به نتایج تحلیل**

تصحیح فضایی ازطریق تحلیل نمونه‌ها براساس شاخص‌های پژوهش و بهبود وضعیت شاخص‌ها در هر نمونه می‌تواند به ارتقای زیست‌پذیری و کیفیت زندگی ساکنین در مجتمع‌های مسکونی کمک شایانی کند. برای این منظور لازم است وضعیت عملکرد هر مجتمع و نقاط قوت و ضعف آن معین شود (جدول ۷). راهبردهای تصحیح فضایی هم‌راستا با اصول معماری بیوفیلیک باعث ایجاد ارتباط عمیق‌تر بین انسان و طبیعت خواهد شد.

جدول ۶. شبیه‌سازی شکلی پلان تیپ طبقات مسکونی مجتمع فرهنگیان و راژیا. مأخذ: نگارنده.

| مجتمع | مقدار شاخص | | عمق میانگین (MD) | هم‌پیوندی (I) | اتصال (C) |
|---|---|---|---|---|---|
| فرهنگیان | ۱۰۸/۵۳۷ | C | | | |
| | ۳/۲۱۶ | I | | | |
| | ۴/۰۰۵۵۶ | D | | | |
| | ۰/۲۵ | R | | | |
| راژیا | ۱۲۹/۳۲۳ | C | | | |
| | ۳/۹۷۳۷۵ | I | | | |
| | ۳/۲۸۱۷۹ | D | | | |
| | ۰/۷۵ | R | | | |

جدول ۷. وضعیت عملکرد نمونه‌های مطالعه و نقاط قوت و ضعف آن. مأخذ: نگارنده.

| مجتمع | قوت | ضعف | عملکرد نسبت به میانگین | | | | مقادیر میانگین | رتبه | راهبرد تصحیح فضایی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | VI | I | C | E | | | |
| آسمان | هم‌پیوندی بصری | اتصال | + | + | − | + | (C) =۲۹۵/۳۰۳<br>(E) =۱/۷۲۶۹<br>(VI) =۶/۹۸۹۸<br>(I) =۴/۷۰۳ | ۰/۶۱۷ | ایجاد مسیرهای فرعی |
| فرهنگیان | اتصال-آنتروپی | هم‌پیوندی | − | − | + | + | | ۰/۴۴ | انتظام هندسهٔ سایت |
| کسری | آنتروپی | هم‌پیوندی بصری | − | − | − | + | | ۰/۲۰۷ | توجه به ارتباطات دیداری |
| راژیا | اتصال | آنتروپی | − | − | + | + | | ۰/۳۵۵ | انسجام و تناسب گذرها |
| صدرا | هم‌پیوندی بصری | اتصال | + | − | − | + | | ۰/۲۸ | اتصال حوزه‌های مجزا |
| ونوس | هم‌پیوندی | هم‌پیوندی بصری | − | + | − | − | | ۰/۳۱۷ | گسترش محوطه‌سازی |

تصحیح فضایی مجتمع کسری می‌تواند ازطریق تمرکز بر مسیرهای با خوانایی بالا برای کاشت گیاهان، سایبان‌های طبیعی و المان‌های بیوفیلیک در مسیرهای پررفت‌وآمد و تأکید بر مسیرهای اصلی به‌عنوان راهروهای سبز با پوشش گیاهی متنوع صورت گیرد. نقطه‌ضعف مجتمع کسری لحاظ‌نکردن فضای سبز جمعی مؤثر علی‌رغم تعامل مطلوب فضاهای باز و بسته و در نتیجه بی‌سامانی و آشفتگی حرکتی (آنتروپی بالا) به‌ویژه در محدودهٔ بلوک‌های چهارگانه است. در این خصوص ایجاد باغچهٔ تعاملی در ناحیهٔ مرکزی برای ارتقای عملکرد اجتماعی و زیستی و طراحی فضاهای نشیمن سایه‌دار در نقاط پرتردد به‌منظور تشویق به مکث و تعامل در افزایش هم‌پیوندی و اعتدال آنتروپی مؤثر خواهد بود. مشکل صدرا هم‌پیوندی و اتصال پایین و آنتروپی نسبتاً بالا به‌ویژه در اتصال بخش‌های جانبی محوطهٔ سبز با فضای درونی بلوک‌ها است و راه‌حل پیشنهادی شامل افزایش اتصال حوزه‌ها و کاهش تفکیک و مرزبندی آن‌ها ازطریق تناسب عرض مسیرها در محوطهٔ سبز و عرصه‌های مجاور است. هم‌چنین تقویت مسیرهای موجود، افزودن عرض پیاده‌راه‌های سبز پیرامون پارک موجود با ایجاد تنوع گیاهی پیشنهاد می‌شود. نقطه‌قوت فرهنگیان، اتصال بالا و طراحی ارگانیک و نقطه‌ضعف آن آنتروپی حداکثر و هم‌پیوندی بصری اندک است. در این مجتمع، تمهیداتی چون استفاده از نشانه‌های طبیعی مثل درخت‌های خاص یا ترکیب‌رنگی در مسیرها برای هدایت کاربران و افزایش خوانایی، تقویت ارتباط داخل و خارج بلوک‌ها ازطریق فضاهای گذار سبز در امتداد بازشوها و ورودی‌ها برای پیوستگی روان بصری و حرکتی محوطه با عرصه‌های درونی پیشنهاد می‌شود. مشکل مجتمع آسمان اتصال پایین است. بنابراین ایجاد یک هستهٔ مرکزی سبز یا حیاط میانی که از همه‌طرف قابل دید و دسترسی باشد و مسیرهای پیاده‌روی مشخص با مرزبندی طبیعی می‌تواند این ضعف را کاهش دهد. به‌علاوه افزایش شاخص اتصال و هم‌پیوندی با طراحی مسیرهای ارتباطی بهتر و بیشتر میان فضای سبز بسته و بزرگ و ایجاد فضاهای سبز و ایمن در شمال سایت به‌منظور افزایش تعاملات و دسترسی‌ها و انسجام و پیوستگی دو حوزهٔ شمالی و جنوبی سایت از راه‌حل‌های مؤثر خواهد بود. خلاصهٔ راهبردهای تصحیح فضایی و پیشنهادها جهت انجام آن در جدول ۸ ارائه شده است.

### • چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری مجتمع‌های مسکونی معاصر

به‌منظور تدوین چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری، لازم است محورهای مفهومی و عملکردی هر شاخص و ارتباط آن‌ها با زیست‌پذیری و بیوفیلیک در دو مقیاس مطالعه مشخص شود و سپس راهکارهای کلیدی مرتبط با آن‌ها اتخاذ گردد (جدول ۹). چهارچوب پیشنهادی ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی معاصر براساس مدل معماری بیوفیلیک باید متکی‌بر افزایش اتصال و هم‌پیوندی فضایی به‌منظور تسهیل حرکت و تعاملات اجتماعی؛ ارتقای تنوع عملکردی و فضایی جهت تحریک شناختی و افزایش رضایت کاربران؛ بهبود هم‌پیوندی بصری و دید به فضاهای سبز و طبیعی به‌منظور ارتقای حس آرامش و رفاه روانی؛ تأکید بر طراحی و نگهداری باغچه‌ها و فضاهای سبز به‌عنوان عناصر کلیدی بیوفیلیک؛ بهبود مسیرهای حرکتی و افزایش اتصال فضاها؛ افزایش تنوع عملکردی و فضایی و اصلاح دیدهای بصری و بازنگری در ارتباطات بصری با محیط طبیعی باشد.

## بحث

در بین نمونه‌ها، مجتمع فرهنگیان با بالاترین شاخص اتصال، ساختاری خوانا و دسترس‌پذیر ایجاد کرده که سهولت حرکت و تعاملات اجتماعی را افزایش می‌دهد؛ درحالی‌که مجتمع‌های صدرا و آسمان به‌دلیل اتصال پایین با مشکلات حرکتی و دسترسی مواجه‌اند. مجتمع‌های آسمان و راژیا به‌واسطهٔ آنتروپی

جدول ۸. راهبردهای تصحیح فضایی و پیشنهادهای عملی برای ارتقای زیست‌پذیری مجتمع‌های مسکونی منتخب. مأخذ: نگارنده.

| مجتمع | راهبرد | پیشنهاد |
|---|---|---|
| آسمان | بازنگری مسیرهای حرکتی | ایجاد مسیرهای فرعی و کوتاه‌تر که اتصال بین فضاها را تسهیل کند. استفاده از گذرگاه‌های نیمه‌سرپوشیده برای افزایش تنوع حرکتی |
| | تقویت فضاهای سبز | افزایش تعداد باغچه‌ها و افزودن پوشش گیاهی متنوع به‌منظور ایجاد فضای طبیعی بیشتر و بهبود هم‌پیوندی بصری |
| | افزایش تنوع فضایی | طراحی فضاهای چندمنظوره مانند کافه‌ها، سالن‌های ورزشی کوچک یا فضاهای آموزشی در محوطه برای ایجاد تنوع کاربردی |
| | ارتقای دید و منظر | اصلاح نماها و حذف موانع بصری غیرضروری جهت بهبود ارتباط دیداری با فضاهای سبز و باغچه‌ها |
| کسری | کنترل پیچیدگی مسیرها | استفاده از علائم و نشانه‌های راهنمایی در مسیرها برای کمک به جهت‌یابی و کاهش سردرگمی |
| | مدیریت فضای سبز | استفاده از طراحی منظر مبتنی‌بر اصول بیوفیلیک برای ارتقای کیفیت باغچه‌ها و افزایش تعامل با طبیعت، مانند مسیرهای پیاده‌روی در میان فضاهای سبز |
| | بهینه‌سازی فضاهای عمومی | ایجاد فضاهای جمعی کوچک و نیمه‌خصوصی در نقاط کلیدی جهت افزایش تعامل اجتماعی ساکنین |
| صدرا | فعال‌سازی فضاهای کم‌کاربرد | بازطراحی یا تبدیل فضاهای کم‌استفاده به فضاهای فعال مانند فضاهای بازی کودکان، باغچه‌های کوچک یا نشیمنگاه‌های روباز |
| | ارتقای ارتباط داخلی- خارجی | تقویت ارتباط بصری و فیزیکی بین واحدهای مسکونی و فضای سبز، مثلاً ازطریق بالکن‌های باز یا پنجره‌های بزرگ‌تر |
| | بهبود شبکهٔ دسترسی | اصلاح مسیرهای حرکتی به‌منظور ایجاد جریان بهتر و کاهش مناطق غیرقابل‌دسترس |
| راژیا | ایجاد فضاهای نیمه‌عمومی | طراحی فضاهایی مانند ایوان‌ها، سکوهای نشیمن و گذرگاه‌های سبز برای افزایش تعاملات اجتماعی |
| | تقویت مسیرهای ارتباطی | افزایش راه‌های دسترسی به فضاهای سبز و باز برای ارتقای هم‌پیوندی |
| | افزایش تنوع گیاهی | استفاده از گونه‌های متنوع گیاهی در باغچه‌ها و محوطه برای تحریک حواس و زیبایی منظر |
| ونوس | طراحی فضاهای چندمنظوره | ایجاد فضاهای انعطاف‌پذیر که قابلیت استفاده برای فعالیت‌های متنوع را داشته باشند. |
| | اصلاح نما و منظر | افزایش بازشوها و ایجاد دیدهای باز به‌سمت فضای سبز برای بهبود هم‌پیوندی بصری |
| | بهبود مسیرهای دسترسی | طراحی مسیرهای پیاده‌رو و دوچرخه‌سواری متصل به فضاهای عمومی و سبز |
| فرهنگیان | اصلاح شبکهٔ حرکتی | بازطراحی مسیرهای اصلی و فرعی برای افزایش اتصال و کاهش نقاط کور حرکتی |
| | افزایش تنوع فضایی | ایجاد فضاهای فعالیتی مختلف مانند فضاهای بازی، باغچه‌های تعاملی و محل‌های استراحت |
| | تقویت فضای سبز | گسترش باغچه‌ها و کاشت گونه‌های بومی جهت افزایش تنوع‌زیستی و ارتباط بیشتر با طبیعت |
| | ارتقای کیفیت بصری | استفاده از عناصر طراحی منظر برای بهبود دید و ایجاد تجربهٔ فضایی دل‌پذیر |

مطلوب، تنوع فضایی مناسبی دارند که رضایت ساکنان را تقویت می‌کند اما ونوس به‌دلیل آنتروپی پایین‌تر، یکنواخت است. هم‌پیوندی بالای مجتمع آسمان و ونوس نشان‌دهندهٔ انسجام در ساختار فضایی است؛ هرچند فرهنگیان و صدرا از این نظر ضعف بیشتری دارند. بااین‌حال، شاخص اتصال بالا در فرهنگیان بخشی از این کمبود را جبران کرده است. هم‌پیوندی بصری در آسمان و صدرا شرایط بهتری فراهم کرده و کیفیت تجربهٔ فضایی را ارتقا داده است، درحالی‌که ونوس و کسری نیازمند اصلاحات در محوطه‌سازی و طراحی منظر هستند. تحلیل کلی نشان می‌دهد مجتمع‌هایی با اتصال بالا و مسیرهای متنوع، حرکت روان، پیوند بهتر با طبیعت و ارتقای زیست‌پذیری را تسهیل می‌کنند. در مقابل، فضاهای کم‌دسترس و نقاط کور موجب انزوا و کاهش استفاده از فضای سبز می‌شوند. نتایج تأکید دارد پیوستگی مناسب میان فضاهای داخلی و خارجی و به‌کارگیری اصول معماری بیوفیلیک (مانند مسیرهای پیاده‌روی سبز، فضاهای اجتماع‌محور و تقویت دید به طبیعت) از عوامل کلیدی در ارتقای زیست‌پذیری و سلامت جسمی و روانی ساکنان است. در این میان، فرهنگیان و صدرا بیشترین ظرفیت برای ارتقا با رویکرد بیوفیلیک را نشان داده‌اند، درحالی‌که مجتمع ونوس نیازمند بازنگری اساسی در طراحی فضایی و منظر برای دستیابی به شرایط مطلوب زیست‌پذیری است. چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی معاصر شهر قزوین

جدول ۹. خلاصهٔ چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری در قالب محورهای اصلی پژوهش. مأخذ: نگارنده.

| مقیاس | محور | شاخص‌های مرتبط | راهکار کلیدی | ارتباط با زیست‌پذیری و بیوفیلیک |
|---|---|---|---|---|
| فضای داخلی | دسترسی و خوانایی | اتصال | ایجاد مسیرهای فرعی کوتاه و متصل به مسیرهای اصلی، اتصال به نقاط سبز و اجتماع‌محور، طراحی فضاهای میانی سبز (نقاط تجمع طبیعی و اجتماعی) | تسهیل حرکت، کاهش استرس، افزایش تعامل اجتماعی، گذرهای مستقیم، ایمن و طبیعی |
| | انسجام و پیوستگی فضا | هم‌پیوندی | فضاهای یکپارچه، پاسیوهای باز در فضاهای میانی، ایجاد فضاهای نشیمن گاهی نیمه‌باز | ایجاد حس تعلق، رفاه روانی، ارتباط ذهنی با طبیعت، فضاهای تعاملی سبز، یکپارچه‌سازی فضای سبز |
| | آرامش، خلوت، پناه | عمق میانگین | افزودن عناصر طبیعی در فضاهای نیمه‌باز، نورگیرها و پنجره‌ها به‌سمت طبیعت، سلسله‌مراتب فضای خصوصی | بهبود تجربهٔ طبیعی، ارتقای سلامت جسم و روان، محیط آرامش‌بخش و دل‌پذیر، مرکزیت فضاهای کلیدی و کاهش خستگی |
| محوطه و فضای باز | دسترسی و خوانایی | اتصال | توسعهٔ فضاهای سبز دسترس‌پذیر و توزیع‌شده، افزایش اتصال مسیرهای پیاده و دسترسی‌های طبیعی | امنیت و راحتی در فضاهای باز، مسیرهای واضح و پیوسته، راهروهای سبز |
| | تنوع فضا و امکان انتخاب | آنتروپی | توزیع بهینه و متنوع فضای سبز، ترکیب مسیرهای اصلی و فرعی، جریان حرکتی متنوع، تنوع مقیاس، ایجاد فضاهای تطبیق‌پذیر و تغییرپذیر | فرصت‌های متفاوت ارتباط با طبیعت، فضاهای سبز متنوع، افزایش کیفیت محیط زیستی و زیبایی‌شناسی، فضاهای انعطاف‌پذیر و انسانی |
| | انسجام و پیوستگی فیزیکی | هم‌پیوندی | گذرگاه‌های سبز، دیدهای باز، مسیرهای واضح، پیوسته و قابل‌رؤیت، فضاهای نشستن و تعامل در طبیعت | فرم‌های هندسی منعطف و ارگانیک، جهت‌یابی و ارتباطات اجتماعی، تشویق به فعالیت‌های اجتماعی و فردی |
| | انسجام و پیوستگی دیداری | هم‌پیوندی بصری | رفع نقاط کور، ایجاد دیدهای باز به فضای سبز، پنجره‌ها و بازشوهای بزرگ، ارتباط بصری داخل و خارج | تقویت ارتباط بصری با طبیعت، افزایش احساس پیوستگی و تعلق، دیدهای باز و نورگیرهای طبیعی |

باید بر پایهٔ افزایش هم‌پیوندی فضایی، تقویت ارتباطات بصری با طبیعت و ایجاد مسیرهای متنوع و قابل‌دسترس استوار باشد. توجه ویژه به عناصر طبیعت و فضاهای سبز به‌عنوان عناصر کلیدی بیوفیلیک می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی ساکنان ایفا کند.

## نتیجه‌گیری

نتیجهٔ پژوهش در قالب پیامدهای نظری (برای دانش معماری/ منظر) و پیامدهای عملی (برای طراحان/ مدیران شهری) در راستای ارتقای زیست‌پذیری بیان می‌شود. پیامدهای نظری شامل توسعهٔ چهارچوب نظری زیست‌پذیری در معماری مسکونی، پیوند بین معماری بیوفیلیک و نظریهٔ نحو فضا و همچنین ارائهٔ الگوی تحلیلی برای سنجش زیست‌پذیری است. این پژوهش نشان داد شاخص‌های اتصال، آنتروپی و هم‌پیوندی فضایی می‌توانند در تحلیل کیفیت زیست‌پذیری مجتمع‌های مسکونی به‌کار گرفته شوند و ارتباط آن‌ها با اصول معماری بیوفیلیک تبیین می‌شود. نتایج بر اهمیت هم‌پیوندی فضایی و اتصال به‌عنوان عوامل میانجی در ارتقای تجربهٔ بیوفیلیک تأکید دارد؛ این امر بیانگر آن است که زیست‌پذیری صرفاً وابسته به حضور عناصر طبیعی نیست بلکه به سازمان فضایی و کیفیت ادراک فضایی نیز بستگی دارد. یافته‌ها می‌تواند مبنای توسعهٔ مدل‌های تحلیلی جدید در حوزهٔ معماری و منظر باشد که ابعاد فضایی و ابعاد طبیعی- زیستی را به‌صورت هم‌زمان در نظر می‌گیرند. پیامدهای عملی شامل راهبردهای طراحی برای طراحان و معماران و راهبردهای مدیریت و برنامه‌ریزی شهری است. راهبردهای طراحی عبارت از افزایش اتصال فضایی ازطریق مسیرهای پیاده‌رو متنوع و شبکهٔ حرکتی یکپارچه، طراحی دیدهای باز به فضای سبز و تقویت ارتباط بصری میان داخل و خارج بنا و افزایش تنوع فضایی در پلان‌ها به‌منظور جلوگیری از یکنواختی و ارتقای جذابیت محیطی و همچنین توجه به عناصر بیوفیلیک (نور طبیعی، گیاهان، آب، مصالح طبیعی) در تمامی سطوح طراحی است. راهبردهای مدیریتی عبارت از بازنگری در ضوابط محوطه‌سازی مجتمع‌های مسکونی با تأکید بر دسترسی‌پذیری و حضور فضاهای اجتماع‌محور، اولویت‌دادن به فضای سبز متصل و پیوسته به‌عنوان زیرساخت کلیدی در ارتقای کیفیت زندگی، تدوین دستورالعمل‌های اجرایی برای ارتقای هم‌پیوندی فضایی در پروژه‌های جدید و بازآفرینی مجتمع‌های قدیمی و تشویق به استفاده از معیارهای معماری بیوفیلیک به‌عنوان یک شاخص استاندارد در ارزیابی طرح‌های مسکونی است.

## تقدیر و تشکر

این اثر تحت حمایت مادی بنیاد ملی علم ایران (INSF) برگرفته شده از طرح شمارهٔ «۴۰۳۶۲۶۷» انجام شده است.

## فهرست منابع

• Al-Sayyed, H., & Al-Azhari, W. (2025). Investigating the role of biophilic design to enhance comfort in residential spaces: human physiological response in immersive virtual environment. *Frontiers in Virtual Reality, 6*, 1411425. https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1411425

• Beatley, T. (2011). *Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning.* Island Press.

• Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. *Sustainable Development, 19*(5), 289-300. https://doi.org/10.1002/sd.417

• Behmanesh, A., Khakzand, M., & Kamran Kasmaei, H. (2023). Analyzing the optimal pattern of the spatial syntax of the access network in exhibition stands based on a futurology approach. *Bagh-e Nazar, 20*(124), 49-66. https://doi.org/10.22034/bagh.2023.367812.5281

• El-Khouly, T., & Penn, A. (2012). Order, structure, and disorder in space syntax and linkography: intelligibility, entropy, and complexity measures. *Eighth International Space Syntax Symposium, 8242*, 1-22. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1343621

• Farshidi, M., Mansouri, S. A., & Mirshahzadeh, S. (2022). Impact of mental components on the analysis of space syntax using a weighted graph (case study: Iranian Artists' House-Tehran). *Bagh-e Nazar, 19*(113), 105-122. https://doi.org/10.22034/bagh.2022.313613.5042

• Gong, Y., Zoltán, E. S., & János, G. (2023). Healthy dwelling: the perspective of biophilic design in the design of the living space. *Buildings, 13*(8), 2020. https://doi.org/10.3390/buildings13082020

• Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press.

• Jayakody, D. Y., Adams, V. M., Pecl, G., & Lester, E. (2024). What makes a place special? Understanding drivers and the nature of place attachment. *Applied Geography, 163*, 103177. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103177

• Joye, Y., & Van den Berg, A. (2011). Is love for green in our genes? A critical analysis of evolutionary assumptions in restorative environments research. *Urban Forestry & Urban Greening, 10*(4), 261-268. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.07.004

• Karbasi, A. (2023). The developmental history of space configuration in the last hundred year houses of Najafabad. *Bagh-e Nazar, 20*(118), 5-22. https://doi.org/10.22034/bagh.2022.333782.5151

• Kellert, S. R. (2018). *Nature by design: The practice of biophilic design.* Yale University Press.

• Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2008). *Biophilic design: the theory, science, and practice of bringing buildings to life.* Wiley.

• Lee, E. J., & Park, S. J. (2025). Strategic biophilic residential design based on seniors' health profiles: a Hrqol- driven approach. *Buildings, 15*(11), 1792. https://doi.org/10.3390/buildings15111792

• Lefosse, D., Van Timmeren, A., & Ratti, C. (2023). Biophilia upscaling: A systematic literature review based on a three-metric approach. *Sustainability, 15*(22), 15702. https://doi.org/10.3390/su152215702

• Liu, Y., & Zhou, J. (2025). A review of Eye-Tracking Applications in biophilic design. *Building and Environment, 267,* 112179. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112179

• Padashi Amlashi, A., Irani Behbahani, H., Khakpour, M., & Bandarabad, A. (2021). Analytical study of native architecture in order to provide livability indicators (study area: Amlash city). *Journal of Studies of Human Settlements Planning, 16*(4), 697 – 710. https://dorl.net/dor/20.1001.1.25385968.1400.16.4.14.3

• Radaei, M., Salehi, E., Faryadi, S., Masnavi, M. R., & Zebardast, L. (2022). An analysis on principles of ecological wisdom and sustainability of native houses in desert zones, case study: monuments of historical texture in Yazd city. *Journal of Urban Ecology Researches, 13*(Vol 3, Series 28), 115-134. https://doi.org/10.30473/grup.2020.40540.2169

• Salingaros, N. (2015). *Biophilia and healing environments. healthy principles for designing the built world.* Metropolis & Terrapin Bright Green.

• Amir, A. L., Puspitaningtyas, A., & Santosa, H. R. (2015). Dwellers participation to achieve livable housing in Grudo rental flats. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 179*, 165-175. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.419

• Turner-Skoff, J. B., & Cavender, N. (2019). The benefits of trees for livable and sustainable communities. *Plants, People, Planet, 1*(4), 323-335. https://doi.org/10.1002/ppp3.39

• Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science, 224*(4647), 420-421. https://doi.org/10.1126/science.6143402

• Varmaghani, H., & Soltanzade, H. (2018). The role of gender and livelihood culture in forming house (comparing

the Qajar's houses of Gilan and Bushehr). *Armanshahr Architecture & Urban Development, 11*(23), 123-134. https://www.armanshahrjournal.com/article_69624.html?lang=en

• Varmaghani, H. (2022). Searching for the concept of Iranian house based on the adaptation of historical descriptions and physical structure (study of Yazd and Isfahan houses). *Culture of Islamic Architecture and Urbanism, 7*(1), 173-191. https://doi.org/10.52547/ciauj.7.1.173

• Varmaghani, H. (2023). Evaluating of the placing pattern of green squares in the realization of the biophilic city (Savannah, USA and Hamedan, Iran). *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning, 33*(1), 1-22. https://doi.org/10.22068/ijaup.724

• Wilson, E. O. (1984). *Biophilia.* Harvard University Press.

• Yaseen, F. R., & Mustafa, F. A. (2023). Visibility of nature-connectedness in school buildings: An analytical study using biophilic parameters, space syntax, and space/nature syntax. *Ain Shams Engineering Journal, 14*(5), 101973. https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101973

• Yu, M., Chen, X., Zheng, X., Cui, W., Ji, Q., & Xing, H. (2025). Evaluation of spatial visual perception of streets based on deep learning and spatial syntax. *Scientific Reports, 15*(1), 18439. https://doi.org/10.1038/s41598-025-03189-z

• Yue, M., Zhang, X., & Zhang, J. (2024). Biophilic experience in high-rise residential areas in china: Factor structure and validity of a scale. *Sustainability, 16*(7), 2866. https://doi.org/10.3390/su16072866

• Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research, 11*(1), 114-141. https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006

**COPYRIGHTS**
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**نحوهٔ ارجاع به این مقاله:**
ورمقانی، حسنا. (۱۴۰۴). تدوین چهارچوب ارتقای زیست‌پذیری در مجتمع‌های مسکونی معاصر با کاربست مدل معماری بیوفیلیک (مجتمع‌های منتخب شهر قزوین). *باغ نظر*، ۲۲(۱۵۲)، ۲۹-۴۲.

**DOI:** 10.22034/bagh.2025.539646.5871
**URL:** https://www.bagh-sj.com/article_233314.html