تبیین الگوهای طراحی محیط بیوفیلیک:
مرور نظام‌مند مفاهیم و رویکردها

فاطمه بهبودزاده[1]، احمد اخلاصی[*2] و سعید نوروزیان ملکی[3]

تاریخ دریافت: 1402/12/23
تاریخ پذیرش: 1403/04/28
(صفحات 66-41)

چکیده

مقدمه: در طول دو دهه‌ای که از عمر طراحی بیوفیلیک در معماری می‌گذرد، دیدگاه‌های متعددی در زمینه الگوهای یک محیط بیوفیلیک ارائه شده است که تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند. هدف از این پژوهش، تحلیل شباهت‌ها و تفاوت‌هایی است که در میان این دیدگاه‌ها وجود دارد.

روش تحقیق: نوع پژوهش کیفی و گردآوری اطلاعات بر مبنای مطالعه منابع کتابخانه‌ای- اسنادی انجام گرفته است. کلیدواژه‌ها و مفاهیم اصلی از طریق تحلیل محتوای مطالب، استخراج شده و از طریق استدلال استقرایی و تطبیق میان آن‌ها نتایج به دست آمده است. در این تحقیق، دیدگاه‌های مختلف مطرح شده در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک از طریق مرور نظام‌مند استخراج گردیده و 47 منبع نهایی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث: دیدگاه‌ها در 4 خوشه قابلیت جمع‌بندی داشتند و از میان آن‌ها خوشه غالب انتخاب شد. این خوشه از سه دسته‌بندی تجربه مستقیم طبیعت، تجربه غیرمستقیم طبیعت، تجربه فضا و مکان و 27 الگو تشکیل شده است. الگوهایی که از میانگین فراوانی دسته مربوطه، فراوانی بیشتری داشتند به عنوان الگوهای مهم شناسایی و برای هر یک از این الگوها راهکارهای طراحی ارائه شد. برخی از الگوهایی که مهمترند، عبارتند از سبزینگی، نور طبیعی، آب، اشکال و فرم‌های طبیعی، مصالح طبیعی و دورنما و پناهگاه.

نتیجه‌گیری: برخی از راهکارهای طراحی ارائه شده با فراوانی بیشتر عبارتند از وارد کردن پوشش گیاهی به فضای داخلی از طریق دیوارهای سبز داخلی، آتریوم‌های بزرگ با محیط‌های شبیه پارک و بسترهای کاشت داخلی، گنجاندن گیاهان در ساختمان با استفاده از بام‌های سبز، دیوارها و نماهای سبز و فضاهای سبز جیبی، گسترش محیط آبی از طریق ساخت مناظر آبی همچون فواره‌ها، بدنه‌های آبی، تالاب‌ها و برکه‌های ساخته شده، دیوارهای آبی و آکواریوم‌ها، استفاده از هندسه فراکتال در طراحی‌ها، استفاده از مصالح طبیعی مانند چوب، سنگ، بامبو، خاک رس در طیف وسیعی از محصولات، مبلمان و دیگر طراحی‌های داخلی و خارجی و ارتباط جغرافیایی، تاریخی، اکولوژیکی و فرهنگی با مکان.

واژگان کلیدی: بیوفیلیا، معماری بیوفیلیک، ارتباط با طبیعت، محیط ترمیمی، سلامت جسمی و روانی.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه ارشد نویسنده اول با عنوان "طراحی بیمارستان تخصصی قلب 200 تخت در شهر یزد با رویکرد تحقق‌پذیری معماری بیوفیلیک در بستر کویر" است که با راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه علم و صنعت ایران انجام شده است.

[1] **کارشناس ارشد** معماری، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

[2] **دانشیار**، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) ekhlassi@iust.ac.ir

[3] **دانشیار**، گروه معماری منظر، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

1- مقدمه

واژه بیوفیلیا[1] برای نخستین بار در سال 1964 توسط اریک فروم[2] روانشناس اجتماعی مطرح شد. او بیوفیلیا را عشق شدید به زندگی و هر آن چیزی که زنده است، توصیف می‌کند. بیست سال بعد در سال 1984 ادوارد ویلسون فرضیه بیوفیلیا را به عنوان گرایش فطری به زندگی و فرآیندهای طبیعی گسترش می‌دهد (Mohamed, 2021; Mollazadeh & Zhu, 2021; Ebrahimpour, 2020). در دو دهه گذشته بیوفیلیا مورد توجه معماران و طراحان قرار گرفته و جنبش طراحی بیوفیلیک را در معماری و طراحی شکل داده است (Mohamed, 2021). طراحی بیوفیلیک از نظر کلرت تلاشی آگاهانه در جهت ترجمه درک تمایل ذاتی انسان به همبستگی با سیستم‌ها و فرآیندهای طبیعی (بیوفیلیا) به طراحی محیط ساخته شده است (Bolten & Barbiero, 2020).

به عقیده کلرت و ویلسون (1993)، تاریخ بشر خود، ثابت‌کننده فرضیه بیوفیلیاست. تاریخ بشر به زمان‌های بسیار پیشتر از دوران پیدایش کشاورزی و یکجانشینی بازمی‌گردد. انسان مدت زمان بسیار طولانی به دنبال شکار حیوانات و بهره‌برداری از گیاهان بوده و در کنار موجودات زنده دیگر زیسته، از این رو خود را با طبیعت سازگار کرده است (Kellert & Wilson, 1993). انسان جزئی از این زیست‌کره است، پس تعجبی ندارد که با طبیعت احساس نزدیکی کند (Hung & Chang, 2021). انقلاب صنعتی همراه بود با رشد چشم‌گیر علم، تکنولوژی و صنعت که به سبب آن انسان خود را قادر به تسلط بر طبیعت دید. در نتیجه انسان بدون در نظر گرفتن علاقه و نیازهای فیزیولوژیکی خود، سعی کرد از طریق تکنولوژی شرایط سلامتی، رفاه و آسایش را در محل زندگی و کار خویش بهبود بخشد که منجر به جایگزینی محیط‌های ساخته شده به جای زیستگاه‌های طبیعی شد (Mohamed, 2021). افزایش چشم‌گیر شهرنشینی در 100 سال گذشته و تغییر سبک زندگی در دوران مدرن، ابعاد زندگی انسان را تحت تأثیر قرار داد و به احتمال زیاد دلیل بسیاری از مسائل و مشکلات سلامتی انسان است؛ چرا که محیط‌های شهری، پرجمعیت‌تر و اغلب پراسترس‌تر از محیط‌های روستایی هستند و انسان‌ها تقریبا 90 درصد زمان خود را در ساختمان‌های مدرنی سپری می‌کنند که از طبیعت فاصله گرفته‌اند (Mollazadeh & Zhu, 2021; Browning, et al., 2014; Mohamed, 2021). ادوارد ویلسون با مشاهده پیامدهای حذف طبیعت، پیش‌گام مکتب جدیدی در علوم محیطی شد که بر لزوم بازگشت انسان به طبیعت متمرکز بود (Mohamed, 2021). رویکردی که به واسطه تماس با طبیعت، نقش اساسی در سلامت جسمی و روانی انسان دارد (Ebrahimpour, 2020). با وجود این‌که طراحی پایدار در سال‌های اخیر پیشرفت چشم‌گیری داشته است اما این رویکرد تنها بر کاهش آسیب‌های محیط زیستی، بدون در نظر گرفتن برقراری ارتباط مجدد انسان با طبیعت در محیط ساخته شده تمرکز کرده است (Mohamed, 2021). طراحی پایدار بایستی با طراحی بیوفیلیک به قصد برقراری ارتباط انسان با طبیعت در محیط ساخته شده ترکیب شود تا طراحی محیطی ترمیمی را ایجاد کند (Derr & Kellert, 2013).

در طول ربع قرن گذشته، تحقیقات زیادی در زمینه بررسی رابطه میان طبیعت و سلامت انسان، نشان داده‌اند که تعامل بیوفیلیک می‌تواند مزایای روان‌شناختی و فیزیولوژیکی متعددی همچون افزایش عملکرد شناختی و بهره‌وری، کاهش علائم سندرم ساختمان بیمار[3] و تسریع فرآیند بهبودی بیمار را برای انسان به ارمغان بیاورد. چنان‌که این تحقیقات نشان داده‌اند که مواجهه با طبیعت می‌تواند موجب تعادل طبیعی میان دو سیستم سمپاتیک (جنگ یا گریز) و پاراسمپاتیک (آرامش) در بدن انسان شود و در نتیجه استرس و تحریک‌پذیری انسان را کاهش و توانایی تمرکز او را افزایش دهد (Mohamed, 2021; Hung & Chang, 2021; Afifian, et al., 2023). همان‌گونه که نظریه ترمیم توجه[4] نشان می‌دهد که محیط‌های طبیعی می‌توانند توجه غیر ارادی انسان را به خود جلب کنند و خستگی ذهنی ناشی از توجه مستقیم را بهبود بخشند. یا با توجه به نظریه بازیابی استرس[5]، مواجهه با محیط طبیعی، واکنش‌های روانی- فیزیولوژیکی انسان را بهبود می‌بخشد و موجب کاهش استرس می‌شود (Mollazadeh & Zhu, 2021).

دوران پاندمی تأییدکننده تمایل انسان به مراجعه به طبیعت است. تعطیلی و قرنطینه بی‌سابقه جهانی و تغییر سبک زندگی مردم در دوران پاندمی، مطابق با پژوهش لوپز و همکاران (2020)، موجب افزایش تمایل افراد به مراجعه به پارک‌های شهری و فضاهای سبز، نسبت به دوران قبل از کرونا شد (Hung & Chang, 2021).

1-1- مروری بر پیشینه پژوهشی

در این بخش به معرفی دیدگاه‌های ارائه شده در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک پرداخته می‌شود. هیرواگن و هزه (2001) اولین افرادی هستند که به ویژگی‌های یک محیط بیوفیلیک اشاره می‌کنند. آن‌ها هشت خصوصیت کلیدی یک ساختمان بیوفیلیک شامل دورنما، پناهگاه، آب، تنوع زیستی، تنوع حسی، بیومیمیکری، حس بازی‌پذیری و فریبندگی را بیان می‌کنند (Heerwagen & Hase, 2001). فرامکین (2001)، حوزه‌های تماس با طبیعت شامل حیوانات، گیاهان، مناظر و وحش‌بوم (طبیعت بکر و دست نخورده) را مطرح می‌کند که می‌تواند فواید سلامتی برای انسان به همراه داشته باشند (Frumkin, 2001; Asim, et al., 2020). به دنبال ایجاد پایگاه داده‌ای از مطالعات مربوط به بیوفیلیا و طراحی در مؤسسه راکی مونتین[6] در سال 2002، یائو (2003) از طریق تحلیل این پایگاه داده، به لیست اولیه‌ای از 13 شرایط بیوفیلیک دست یافت (Yao, 2003; Cramer & Browning, 2008) (جدول 1). کلرت در سال 2004، 17 ویژگی رایج طراحی بیوفیلیک را مطابق با جدول (1) معرفی می‌کند (Kellert, 2004). کلرت در سال 2005، دو بُعد اساسی طراحی بیوفیلیک شامل طراحی ارگانیک و بومی را مطرح می‌کند. در طراحی ارگانیک می‌توان تماس انسان با طبیعت را از طریق سه تجربه مستقیم، غیر مستقیم و نمادین جهان طبیعی برقرار کرد. 4 عنصر مهم طراحی بومی شامل طراحی در ارتباط با اکولوژی یا فرهنگ و تاریخ یا فرهنگ و اکولوژی مکان و طراحی به منظور پرهیز از بی‌مکانی است (Kellert, 2005).

کلرت در سال 2008 علاوه بر بیان دو بُعد طراحی ارگانیک و بومی، به ارائه 6 عنصر و 72 ویژگی طراحی بیوفیلیک پرداخت. این 6 عنصر شامل: ویژگی‌های محیطی، اشکال و فرم‌های طبیعی، الگوها و فرآیندهای طبیعی، نور و فضا، رابطه مبتنی بر مکان و رابطه تکامل یافته انسان و طبیعت است (Kellert, 2008). هیرواگن و گرگری (2008)، پالت طراحی جدیدی متشکل از 7 ویژگی طبیعت شامل غنای حسی، حرکت و جنبش، اکتشاف تصادفی، تنوع در یک زمینه یکسان، انعطاف‌پذیری، احساس آزادی و دورنما و پناهگاه را معرفی می‌کنند (Heerwagen & Gregory, 2008). هیلدبراند (2008)، به ارائه 5 الگوی مفید برای بقا که معمولا در محیط‌های جذاب برای انسان وجود دارند، می‌پردازد. این الگوها عبارتند از: دورنما، پناهگاه، فریبندگی، خطر و نظم در عین پیچیدگی (Hildebrand, 2008) (شکل 2).

جدول 1- دیدگاه یائو (2003) و کلرت (2004) در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک

Tab. 1- The opinions of Yao (2003) and Kellert (2004) in the field of biophilic design patterns

یائو (2003)	(1) خطر، (2) فریبندگی، (3) دسترسی به آب، (4) تهویه طبیعی، (5) دورنما و پناهگاه، (6) پیچیدگی و نظم	(7) مصالح طبیعی و محلی، (8) نور روز پویا و پراکنده، (9) آموزش در مورد جنبه‌های بیوفیلیک، (10) ارتباط بصری میان فضای داخلی و طبیعت	(11) ارتباط فیزیکی میان فضای داخلی و طبیعت، (12) ارتباط مصالح میان فضای داخلی و خارجی، (13) تماس مداوم و مکرر خودآیند با طبیعت
کلرت (2004)	(1) نور طبیعی، (2) تهویه طبیعی، (3) مصالح طبیعی، (4) پوشش گیاهی طبیعی و بومی، (5) طراحی منظر اکولوژیکی، (6) فضای باز	(7) آب، (8) چشم‌اندازها و ویستاهای طبیعت، (9) اشکال و فرم‌های ارگانیک، (10) پناهگاه و دورنما، (11) رمز و راز، کاوش و فریبندگی، (12) نظم و پیچیدگی	(13) ریتم‌های طبیعی، (14) فرآیندها و تغییرات طبیعی، (15) ارزش‌های زیبایی‌شناختی و سرگرم‌کنندهٔ طبیعت، (16) ارزش‌های اطلاعاتی و فکری طبیعت، (17) ارزش‌های عاطفی و معنوی طبیعت

الکس ویلسون (2008) به منظور نزدیک کردن ارتباط مردم با طبیعت، به بیان 29 استراتژی طراحی بیوفیلیک در 4 حوزه طراحی ساختمان، منظر، داخلی و هر ترکیبی از این 3 حوزه می‌پردازد (Wilson, 2008) (جدول 2). گروه تراپین برایت گرین برای اولین بار از طریق کرامر و براونینگ (2008) چارچوب مفهومی دارای سه دسته‌بندی طبیعت در فضا، قیاس‌های طبیعی و سرشت فضا را برای تعریف ساختمان‌های بیوفیلیک ارائه دادند (Cramer & Browning, 2008; Ryan, et al., 2014). یانگ (2008)، 6 اصل طراحی "با طبیعت" را ارائه می‌دهد. پیشنهادهای یانگ قابل توجه هستند، اگرچه می‌توانند برای کسی که به طراحی بیوفیلیک نزدیک می‌شود ناملموس به نظر برسند. دو مورد از این 6 اصل عبارتند از: 1) رویکرد اکولوژیکی برای طراحی در مورد یکپارچگی محیط زیستی است، 2) فرم‌ها و سیستم‌های ساخته شده، نیاز به تقلید از فرآیندها، ساختار و عملکردهای طبیعت همانند اکوسیستم‌های آن دارند (Yeang, 2008; Berto & Barbiero, 2017).

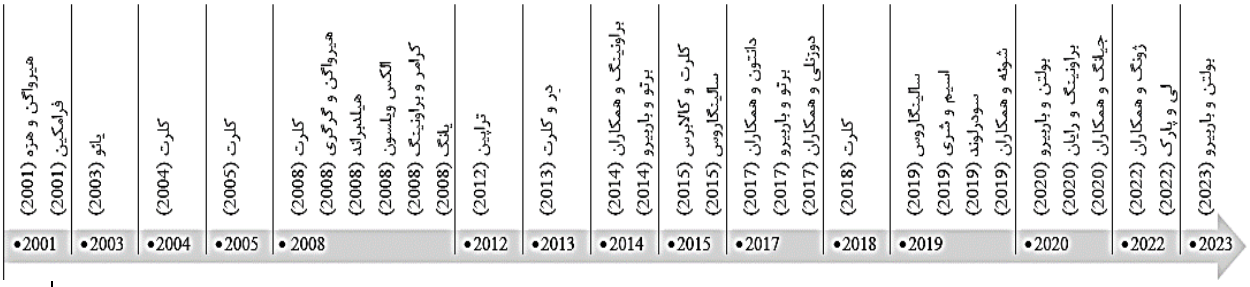
تراپین برایت گرین (2012) در مورد "اقتصاد بیوفیلیا" صحبت می‌کند و در ادامه دیدگاه کرامر و براونینگ (2008)، فهرستی از شرایط بیوفیلیک را برای هر یک از دسته‌ها ارائه می‌دهد. این شرایط عبارتند از: دسته طبیعت در فضا (ترکیب گیاهان، آب و حیوانات در محیط ساخته شده، چشم‌اندازهایی به طبیعت از داخل ساختمان)، دسته قیاس‌های طبیعی (آثار هنرهای تجسمی، تزئینات، فرم‌های بیومورفیک و مصالح طبیعی)، دسته سرشت فضا (دورنما و پناهگاه، فریبندگی و خطر) (TBG, 2012; Browning, et al., Revised 2015). درِ و کلرت در سال 2013، ویژگی‌های طراحی بیوفیلیک را در تناظر با ویژگی‌های طراحی پایدار در 4 دسته (انواع منابع) مصالح، آب، انرژی، زمین و اکوسیستم مطرح کردند (Derr & Kellert, 2013) (مطابق با جدول 2).

جدول 2- دیدگاه الکس ویلسون (2008) و درِ و کلرت (2013) در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک

Tab. 2- The opinions of Alex Wilson (2008) and Derr and Kellert (2013) in the field of biophilic design patterns

	1. عمومی	2. طراحی سایت و منظر	3. طراحی ساختمان	4. طراحی داخلی
الکس ویلسون (2008)	(1) توجه به بیوفیلیک از مراحل اولیهٔ طراحی و برنامه‌ریزی، (2) استفاده از طراحی بیوفیلیک در تمام کاربری‌ها، (3) ادغام آموزش اکولوژی با ساختمان‌ها، (4) یافتن راه‌هایی برای ادغام طراحی بیوفیلیک با ساختمان‌های موجود به خوبی ساختمان‌های جدید، (5) کمک به انتقال درست پیام، (6) به وجود آوردن یک حس رازآلودی در مناظر و ساختمان‌ها، (7) ارتقاء تعلق خاطر به مکان	(1) ایجاد فضای باز پیرامون ساختمان‌ها، (2) حفظ درختان و مناظر بومی موجود، (3) ایجاد گیاهان و محیط‌های طبیعی دلپذیر پیرامون ساختمان‌ها، (4) ایجاد مسیر در مناطق طبیعی و محوطه‌سازی شده، (5) جایگزین کردن سطوح غیرقابل نفوذ مناظر با گیاهان بومی مختلف، (6) پوشاندن جداره‌های بیرونی با دیوارهای زنده	(1) دید به طبیعت، (2) محو کردن گذار میان فضای داخل و بیرون، (3) عدم تداخل با خطوط دید کلیدی، (4) فراهم کردن سطح بالایی از نور روز، (5) ایجاد پنجره بازشو، (6) بام‌های سبز، (7) آتریوم سرسبز و پوشیده از گیاه و بسترهای کاشت داخلی، (8) استفاده از دیوارها و سیستم‌های زنده به منظور تصیفهٔ "آب" و "هوای" ساختمان، (9) بدنه‌های آبی، (10) خلق پیچیدگی و نظم، (11) توجه همزمان به وسعت و پناهگاه، (12) فرم‌های ارگانیک	(1) گیاهان گلدانی در فضای داخلی، (2) استفاده از مصالح طبیعی و هنر طبیعی، (3) طراحی فضای اداری دارای چشم‌انداز به طبیعت، (4) ارائه توضیح به عنوان بخشی از طراحی داخلی
	1. مصالح	**2. آب**	**3. انرژی**	**4. زمین و اکوسیستم**
درِ و کلرت (2013)	(1) مصالح طبیعی، (2) اشکال، فرم‌ها یا ویژگی‌های طبیعی، (3) قابلیت تغییر شکل، (4) رنگ‌های پالت مبتنی بر طبیعت	(1) طبیعت مستقیم (مانند تالاب‌ها یا برکه‌های ساخته شده)	(1) الگوهای نوری متنوع، (2) نور طبیعی، (3) ارتباط با مکان	(1) ارتباط اکولوژیکی با مکان، (2) گیاهان و حیوانات، (3) اشکال، فرم‌ها و ویژگی‌های طبیعی، (4) قابلیت تغییر شکل

رایان و همکاران در سال 2014 چارچوب مفهومی کرامر و براونینگ (2008) که شامل سه دسته‌بندی طبیعت در فضا، قیاس‌های طبیعی و سرشت فضا بود را پیش بردند و از 14 الگوی شناسایی شده طراحی بیوفیلیک در سه دسته‌بندی مذکور رونمایی کردند. دسته اول (طبیعت در فضا) شامل 7 الگوی ارتباط بصری با طبیعت، ارتباط غیر بصری با طبیعت، محرک‌های حسی غیر ریتمیک، تغییرات حرارتی و جریان هوا، وجود آب، نور پویا و پراکنده و ارتباط با سیستم‌های طبیعی است. دسته دوم (قیاس‌های طبیعی) 3 الگوی الگوها و فرم‌های بیومورفیک، ارتباط مصالح با طبیعت و پیچیدگی و نظم را شامل می‌شود. دسته سوم (سرشت فضا) شامل 4 الگوی دورنما، پناهگاه، رمز و راز و ریسک و خطر است (Ryan, et al., 2014; Browning, et al., Revised 2015). مطالعه مذکور سعی دارد از نتایج تحقیقات علوم عصب‌شناسی و سایر رشته‌ها در معرفی پارامترهای طراحی نوظهور در معماری بهره ببرد. برای اولین بار رایان و همکاران (2014)، استفاده از اصطلاح الگو را برای ویژگی‌های طراحی بیوفیلیک پیشنهاد می‌دهند. آن هم به سه دلیل: 1) استفاده از واژه‌ای واضح و استاندارد، 2) پرهیز از سردرگمی با اصطلاحات متعدد، 3) به حداکثر رساندن دسترسی با استفاده از واژه‌ای آشنا (Asim, et al., 2020). در ادامه براونینگ و همکاران در همان سال 2014 در گزارشی جامع تحت عنوان "14 الگوی طراحی بیوفیلیک" علاوه بر معرفی همان 14 الگو در سه دسته‌بندی مذکور، شواهدی را در حمایت از چگونگی تأثیرگذاری هر الگو در سلامت روانی و جسمی انسان مطرح و همچنین استراتژی‌های طراحی طبیعی یا شبیه‌سازی شده‌ای را برای نحوه به‌کارگیری هر الگو در محیط‌های ساخته شده معرفی می‌کنند (Browning, et al., 2014). برتو و باربیرو (2014) بیان می‌کنند: "*ما کاملا شگفت‌زده شده‌ایم از اینکه متوجه شدیم مسأله "بی‌صدایی و سکوت" هرگز در نظر گرفته نمی‌شود، از نظر ما این موضوعی است که سزاوار توجه بیشتری است*" (Bolten & Barbiero, 2020, p. 3). مطالعه آن‌ها نشان داد که آموزش سکوت آگاهانه، توانایی بهبود ظرفیت توجه کودکان را داراست و به عنوان ابزاری برای برانگیختن بیوفیلیا شناسایی شد (Berto & Barbiero, 2014).

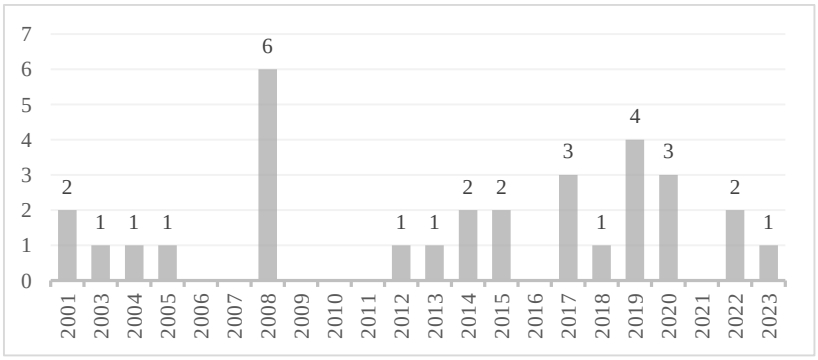


شکل 1- محور زمانی دیدگاه‌های مختلف طراحی بیوفیلیک

Fig. 1- Timeline of various biophilic design approaches

شکل 2- نمونه‌هایی از الگوهای پیشنهادی هیلدبراند (2008)

Fig. 2- Examples of the proposed patterns by Hildebrand (2008)



شکل 3- نحوه توزیع دیدگاه‌های شناسایی شده در طی سال‌ها
Fig. 3- The distribution of the opinions over the years

کلرت و کالابرس در سال 2015، 72 ویژگی طراحی بیوفیلیک کلرت (2008) را بازبینی، اصلاح و خلاصه نمودند و 24 ویژگی طراحی بیوفیلیک را در سه دسته‌بندی تجربه، شامل تجربه مستقیم طبیعت، تجربه غیر مستقیم طبیعت، تجربه فضا و مکان ارائه دادند (Söderlund, 2019; Kellert & Calabrese, 2015). دسته اول (تجربه مستقیم طبیعت) شامل 8 ویژگی نور، هوا، آب، گیاهان، حیوانات، آب‌وهوا، مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها و آتش است. دسته دوم (تجربه غیر مستقیم طبیعت) 10 ویژگی تصاویر طبیعت، مصالح طبیعی، رنگ‌های طبیعی، شبیه‌سازی هوا و نور طبیعی، اشکال و فرم‌های طبیعت‌گرایانه، تداعی‌کننده طبیعت، غنای اطلاعات، سن، تغییرات و زنگار زمان، هندسه‌های طبیعی و بیومیمیکری را شامل می‌شود. دسته سوم (تجربه فضا و مکان) شامل 6 ویژگی دورنما و پناهگاه، پیچیدگی سازمان یافته، وحدت اجزاء در جهت کل، فضاهای گذار، تحرک و راه‌یابی و دلبستگی فرهنگی و اکولوژیکی به مکان است (Kellert & Calabrese, 2015). کالابرس و دومرت (2019) به تکرار دیدگاه کلرت و کالابرس (2015) می‌پردازند (Calabrese & Dommert, 2019). سالینگاروس (2015) هشت عامل اصلی مؤثر در تجربه اثر بیوفیلیک توسط انسان را معرفی می‌کند. این 8 ویژگی عبارتند از: نور خورشید (ترجیحا از چند جهت)، رنگ (تنوع و ترکیبی از فام‌ها)، گرانش (تعادل و توازن حول محور عمودی)، فراکتال‌ها، منحنی‌ها (در مقیاس‌های کوچک، متوسط و بزرگ)، جزئیات (به معنای جذب کردن چشم)، آب (شنیده و دیده شود) و زندگی (گیاهان زنده، حیوانات و سایر افراد) (Salingaros, 2015).

دانتون و همکاران در سال 2017 بر این باورند که عنصر تصویرسازی و شبیه‌سازی طبیعت در دیدگاه براونینگ و همکاران (2014) در نظر گرفته نشده است؛ در نتیجه آن‌ها یک الگوی پیشنهادی را تحت عنوان "ارتباط مجازی با طبیعت" به دیدگاه 14 الگوی بیوفیلیک اضافه می‌کنند. همچنین جعبه‌ابزاری عملگرا شامل 17 توصیه را ارائه می‌دهند که هر یک از این موارد، تعدادی از 14 الگوی بیوفیلیک را در برمی‌گیرند (Downton, et al., 2017) (جدول 3). برتو و باربیرو (2017) شاخص کیفیت بیوفیلیک[7] را ابداع کرده‌اند که یک سیستم رتبه‌بندی و محاسبه امتیاز یک ساختمان موجود است که مقدار بیوفیلیک بودن آن ساختمان را مشخص می‌کند. شاخص کیفیت بیوفیلیک از 5 بخش تشکیل می‌شود که هر بخش از زیربخش‌ها و لیستی از ویژگی‌های محیطی تشکیل شده است. این 5 بخش عبارتند از: 1) شبکه (ساختمان در زمینه)، 2) فضاهای منفرد در داخل ساختمان، 3a) فرصت‌هایی برای ارتباط بصری با طبیعت، 3b) در صورت وجود باغ، حیاط خلوت، تراس یا پاسیو، 4) ارتباط غیر بصری با طبیعت، 5) پایداری. (Berto & Barbiero, 2017). دوزنلی و همکاران (2017)، عناصر پایه و اساسی طراحی بیوفیلیک شامل تهویه طبیعی، نور طبیعی، فرم‌های ارگانیک و مناظر طبیعی را معرفی می‌کنند (Duzenli, et al., 2017; Asim, et al., 2020).

جدول 3- دیدگاه دانتون و همکاران (2017) در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک

Tab. 3- The opinions of Downton, et al. (2017) in the field of biophilic design patterns

دانتون و همکاران (2017)	(1) اتخاذ یک برنامه طراحی بیوفیلیا، (2) استفاده عاقلانه از کاشت، بام‌ها و دیوارهای سبز، (3) استفاده بهینه از نور طبیعی، (4) به‌کار بردن جریان هوای کنترل شده، (5) استفاده خلاقانه از آب، (6) گنجاندن فرم‌ها و تصاویر بیومورفیک	(7) استفاده از مصالح به عنوان قیاس‌های طبیعی، (8) دستکاری ماهرانه منظر صوتی و منظر بویایی برای تقویت اثرات بیوفیلیک، (9) ایجاد محیط‌های فضایی متمایز، (10) لایه بافت و مدل‌سازی بر روی سطوح مسطح تمایز نیافته، (11) اکتشاف گذار اثرات بیوفیلیا، (12) به‌کار بردن تکنیک‌های طراحی فراکتال	(13) نمایان کردن و گنجاندن خط آسمان، (14) استفاده از علائم و راه‌یابی برای افزایش آگاهی عمومی از طبیعت بومی، (15) استفاده از هنر عمومی برای دستیابی به اثرات بیوفیلیک، (16) اجتناب از انتزاع غیر فراکتالی، (17) نمایان کردن و گنجاندن محیط‌های بومی اروپای پیشین/ پیش از صنعتی شدن

کلرت در سال 2018، همان دیدگاه کلرت و کالابرس (2015) را ارائه می‌دهد با این تفاوت که یک ویژگی تحت عنوان چشم‌اندازها را به دسته تجربه مستقیم طبیعت می‌افزاید و ضمن حذف الگوی تداعی‌کننده طبیعت از دسته تجربه غیر مستقیم طبیعت، ویژگی بافت را به این دسته اضافه می‌کند (Kellert, 2018). رایان و براونینگ (2018) در دایره‌المعارف معتبر علم و فناوری پایداری، به تکرار نتایج مطالعه براونینگ و همکاران (2014) می‌پردازند (Ryan & Browning, 2018).

سالینگاروس (2019) دو عامل انسان‌ساخت بیوفیلیک شامل بازنمایی طبیعت و پیچیدگی سازمان یافته را به 8 عامل پیشنهادی خود در سال 2015 افزود. همچنین به معرفی شاخص کمی شفای بیوفیلیک پرداخت. او بر این اعتقاد است که به جای صرفا شمارش تعداد عوامل بیوفیلیک موجود در یک ساختمان، می‌توان از طریق برآورد عددی ساده، به صورت نسبت دادن عدد 0، 1 یا 2 به شدت حضور هر یک از این 10 عامل، به ارزیابی دقیق‌تری از محتوای بیوفیلیک ساختمان‌های موجود یا ساخته نشده دست یافت (Salingaros, 2019). تمامی شاخص‌های معرفی شده توسط سالینگاروس (2019) با تعدادی از الگوهای الکساندر و همکاران (1977) که در توسعه اخیر طراحی بیوفیلیک مجددا کشف شده‌اند، مرتبطند. برای مثال شاخص نور خورشید برگرفته از سه الگوی بازوهای نوری، نور خورشید در فضای داخلی و نور در دو وجه از هر اتاق است. شاخص زندگی نیز برگرفته از 3 الگوی بام سبز، مسیری با سایبان مشبک پوشیده شده از گیاهان رونده و گیاهان بالارونده است. شاخص‌های رنگ و پیچیدگی سازمان یافته به ترتیب برگرفته از الگوهای رنگ‌های گرم و تزئینات است (Salingaros, 2019). اسیم و شری (2019) به دسته‌بندی دقیق و با جزئیات 62 متغیر محیط‌های بیوفیلیک[8] بر اساس فرضیه اصلی بیوفیلیا، دیدگاه‌های کلرت (2008) و براونینگ و همکاران (2014) پرداخته‌اند (Asim & Shree, 2019). سودرلوند (2019) هشت اصل طراحی بیوفیلیک شامل دیوارهای زنده عمودی، بام‌های سبز، رابط‌های سبز، حوزه حفظ زیستی، گیاهان داخلی، روشنایی طبیعی، چشم‌اندازی از طبیعت و الگوهای فراکتال را معرفی می‌کند (Söderlund, 2019). شوئه و همکاران (2019) بر اساس پژوهش‌های دیگران، استراتژی‌های کلیدی طراحی بیوفیلیک را در 3 گروه (زیرساخت‌های بیوفیلیک، طراحی حسی و محیط و عملکرد بیوفیلیک) مطابق با جدول (9) طبقه‌بندی می‌کنند (Xue, et al., 2019a, 2019b) .

بولتن و باربیرو در سال 2020، از طریق تطبیق میان دیدگاه‌های کلرت (2008، 2018) و براونینگ و همکاران (2014) به 7 ویژگی مهم طراحی بیوفیلیک شامل نور، حفاظت و کنترل، هوا، چشم‌اندازها، سبزینگی، کنجکاوی و مصالح، نازک‌کاری‌ها و رنگ‌ها دست یافتند (Bolten & Barbiero, 2020) (شکل 4). براونینگ و رایان (2020) همان دیدگاه براونینگ و همکاران (2014) را بیان می‌کنند با این تفاوت که یک الگو به 14 الگوی پیشین خود تحت عنوان هیبت در دسته سرشت فضا اضافه می‌کنند. در ادامه به ارائه 3 مورد از ملزومات طراحی بیوفیلیک شامل 5 اصل[9]، 3 قانون کلی و 15 الگوی طراحی بیوفیلیک می‌پردازند (Browning & Ryan, 2020). سالینگاروس (2020) مجددا شاخص شفای بیوفیلیک را مطرح و اضافه می‌کند که این شاخص می‌تواند میزان کاهش استرس از طریق شبکه‌های

اطلاعاتی مختلف در یک ساختمان را نیز اندازه‌گیری کند (Salingaros, 2020). جی یین و همکاران (2020، 2019، 2018) پروژه‌های تحقیقاتی آزمایشی را طراحی کردند که اثر ترمیمی محیط داخلی با عناصر مختلف بیوفیلیک را از طریق واقعیت مجازی بر عواملی چون استرس، اضطراب، عملکرد شناختی و فیزیولوژیکی انسان بررسی نمودند. کمتر تحقیقی انجام گرفته است که به بررسی اثرات عناصر بیوفیلیک به طور مجزا پرداخته باشد (Yin, et al., 2018, 2019, 2020).

ژونگ و همکاران در سال 2022 بر اساس دیدگاه‌های کلرت (2008، 2018) و براونینگ و رایان (2020) چارچوب طراحی بیوفیلیک پیشنهادی خود شامل سه رویکرد طراحی (الحاق طبیعت، الهام از طبیعت و تعامل با طبیعت) و 18 عنصر اصلی را ارائه می‌دهند. همچنین در ادامه استراتژی‌های طراحی، نقاط قوت و ضعف هر یک از عناصر را مطرح می‌کنند (Zhong, et al., 2022) (جدول 4).

کنجکاوی

محافظت و کنترل

مصالح، نازک‌کاری‌ها و رنگ‌ها

چشم‌اندازها

سبزینگی

هوا

نور

شکل 4- نمونه‌هایی از الگوهای پیشنهادی بولتن و باربیرو (2020) (Kellert S. R., 2018; Browning & Ryan, 2020)

Fig. 4- Examples of the proposed patterns by Bolten & Barbiero (2020) (Kellert S. R., 2018; Browning & Ryan, 2020)

جدول 4- دیدگاه‌های ژونگ و همکاران (2022) و لی و پارک (2022) در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک

Tab. 4- The opinions of Zhong, et al. (2022) and Lee & Park (2022) in the field of biophilic design patterns

	1. الحاق طبیعت	2. الهام از طبیعت	3. تعامل با طبیعت
ژونگ و همکاران (2022)	(1) آب، (2) هوا، (3) نور روز، (4) گیاهان، (5) حیوانات، (6) مناظر، (7) آب‌وهوا، (8) تغییرات زمانی و فصلی	(1) فرم‌ها و اشکال، (2) الگوها و هندسه‌ها، (3) مکانیسم‌ها (سازوکارها)، (4) تصاویر، (5) مصالح، بافت و رنگ‌ها	(1) دورنما و پناهگاه، (2) پیچیدگی و نظم، (3) فریبندگی (خطر و رمز و راز)، (4) ارتباط با مکان، (5) ارتباط با فضاها (فضاهای گذار و تحرک و پویایی)
	1. تجربه مسقیم طبیعت	**2. تجربه غیرمستقیم طبیعت**	**3. تجربه فضا و مکان**
لی و پارک (2022)	(1) نور خورشید، (2) هوا و حرارت، (3) آب‌وهوا و چشم‌انداز، (4) تنوع زیستی و منظر، (5) آب و آتش	(1) تصویر و ویدئو، (2) رنگ و مصالح، (3) اشکال و سازه، (4) نورپردازی مصنوعی و تهویه مطبوع، (5) بیومیمیکری	(1) پناهگاه گذار، (2) تحرک و راه‌یابی، (3) پیچیدگی و یکپارچگی فضا، (4) مکان و اجتماع، (5) بیوفیلیا و آموزش

لی و پارک (2022) بر اساس تطابق میان دیدگاه‌های کلرت (2008، 2018)، براونینگ و رایان (2020) و گواهینامه ساختمان سبز .LBC 4.0[10] دیدگاهی را برای طراحی بیوفیلیک ارائه می‌دهند که از سه دسته‌بندی تجربه مستقیم طبیعت، تجربه غیر مستقیم طبیعت، تجربه فضا و مکان و 15 عنصر کلیدی برای یک محیط مسکونی تشکیل شده است (Lee & Park, 2022) (جدول 4). ژونگ و همکاران (2023) مطالعه‌ای در زمینه فضاهای سبز جیبی (فضاهای سبز سه بعدی)[11] انجام می‌دهند و آن را به عنوان یک گونه‌شناسی متمایز از بام‌ها، دیوارها و نماهای سبز دو بعدی معرفی می‌کنند. این نوع از فضاهای سبز تجربیات متعددی از طبیعت را به جهت داشتن قابلیت دید، دسترسی و ویژگی‌های فضایی طبیعت همچون دورنما و پناهگاه، پیچیدگی سازمان یافته، خطر و رمز و راز به ساختمان‌ها وارد می‌کنند (Zhong, et al., 2023). بولتن و باربیرو (2023) دو ویژگی مرتبط با موضوع "بی‌صدایی" بیان شده توسط برتو و باربیرو (2014) شامل صداها و بوها را به 7 ویژگی پیشنهادی خود در سال 2020 می‌افزایند (Bolten & Barbiero, 2023).

یکی از مواردی که در مرور ادبیات موضوع شناسایی شد وجود دیدگاه‌های متعددی در زمینه الگوهای یک محیط بیوفیلیک است که تفاوت‌ها و شباهت‌هایی با یکدیگر دارند (شکل 1، 3). شکاف پژوهشی تشخیص داده شده در این زمینه، نیاز به ارائه راهکارهای طراحی برای پیاده‌سازی این الگوها در محیط ساخته شده است. با توجه به موارد فوق، هدف کلی از انجام این پژوهش بررسی تفاوت‌ها و شباهت‌های دیدگاه‌های مختلف و خوشه‌بندی آن‌ها بر این اساس است. همچنین شناسایی الگوهای مهم‌تر و ارائه راهکارهای طراحی برای آن‌ها از دیگر اهداف این پژوهش است. گام‌هایی که در راستای دستیابی به اهداف مذکور بایستی برداشته شوند عبارتند از: 1. شناسایی کتب و مقالات مرتبط با این پژوهش، 2. شناسایی دیدگاه‌های مختلف ارائه شده در زمینه الگوهای محیط بیوفیلیک، 3. تحلیل محتوا و انجام تطبیق میان دیدگاه‌ها و شناسایی شباهت‌ها و تفاوت‌های میان آن‌ها، 4. خوشه‌بندی دیدگاه‌های شناسایی شده، 5. شناسایی خوشه غالب و تنظیم جدول فراوانی بر مبنای آن، 6. شناسایی الگوهای مهم طراحی بیوفیلیک و ارائه راهکارهای طراحی برای هر یک از این الگوها.

2- روش تحقیق

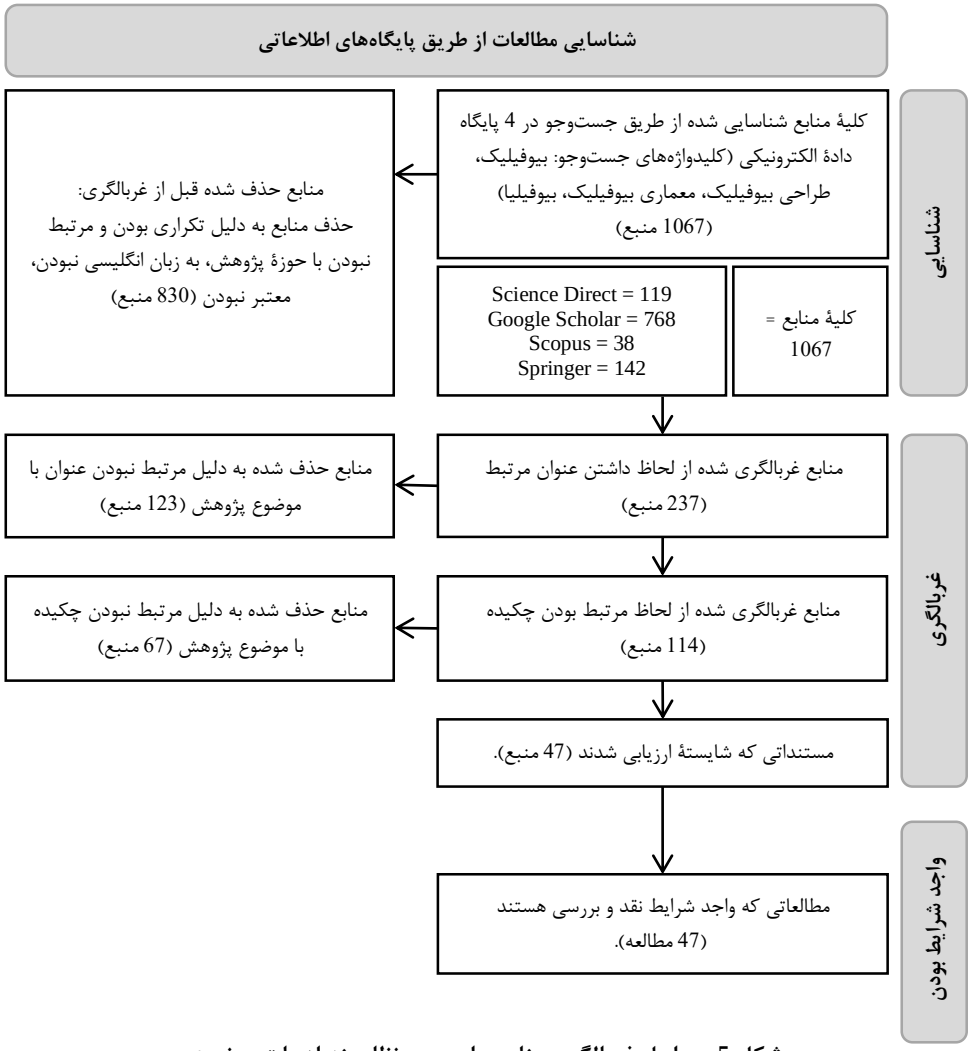
نوع طرح تحقیق، کیفی و روش مورد استفاده برحسب هدف، کاربردی است. گردآوری اطلاعات بر مبنای مطالعه منابع کتابخانه‌ای- اسنادی انجام گرفته است. واژگان کلیدی و مفاهیم اصلی از طریق تحلیل محتوای مطالب جست‌وجو شده استخراج شده و از طریق استدلال استقرایی و تطبیق میان آن‌ها نتایج به دست آمده است. در این پژوهش به منظور بررسی دیدگاه‌های مختلف مطرح شده در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک از روش مرور نظام‌مند استفاده شده است. زمانی از روش مرور نظام‌مند استفاده می‌شود که نیاز به بررسی یک موضوع پژوهشی بر اساس ارزیابی جامع تمامی پژوهش‌های پیشین، بدون هیچ‌گونه پیش‌داوری احساس شود. هدف از این روش، شناسایی و تحلیل ادبیات موضوع در زمینه مورد مطالعه و سپس تلفیق تمامی یافته‌ها به منظور دستیابی به هدفی مشخص است (Alaie, et al., 2020; Esmailpoor & Dehghanian, 2024). هدف از این پژوهش تحلیل شباهت‌ها و تفاوت‌های میان دیدگاه‌های طراحی بیوفیلیک، خوشه‌بندی کردن آن‌ها و ارائه راهکارهای طراحی برای الگوهای مهم‌تر است. جهت دستیابی به اهداف بالا مراحل مختلفی پشت سر گذاشته شده است. درمرحله نخست هدف، پیدا کردن منابع مرتبط با طراحی بیوفیلیک و دیدگاه‌های ارائه شده در این زمینه بود. در این مرحله از طریق جستجوی کلیدواژه‌های "بیوفیلیا، بیوفیلیک، طراحی بیوفیلیک، معماری بیوفیلیک" در 4 پایگاه اطلاعاتی Science Direct، Scopus، Springer، Google Scholar، 1067 منبع به دست آمد. منابع شامل مقالات مروری و تحقیقاتی، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌ها هستند. پیش از آغاز فرآیند غربالگری، منابع به دلیل تکراری بودن، مرتبط نبودن با حوزه پژوهش، به زبان انگلیسی نبودن و معتبر نبودن حذف شدند. محدودیت زمانی در سال انتشار اسناد در نظر گرفته نشده است.

پس از وارد شدن 237 مقاله به فرآیند غربالگری، منابع بر اساس تمرکز بر روی عنوان مورد بررسی قرار گرفتند و پس از حذف 123 مورد به علت دارا نبودن شرایط (عنوان نامرتبط با موضوع مورد مطالعه)، 114 مطالعه حاصل شد. سپس منابع بر اساس تمرکز بر روی چکیده، غربالگری شدند و پس از حذف 67 مورد به دلیل دارا نبودن شرایط (چکیده نامرتبط با موضوع مورد مطالعه)، 47 منبع به دست آمد (شکل 5). منابع باقی‌مانده بر اساس محتوای متنی مورد بررسی قرار گرفتند و دیدگاه‌ها، مؤلفه‌ها و اصول طراحی بیوفیلیک شناسایی شدند. به طور کلی اندیشمندانی که دیدگاه‌های مختلفی در زمینه الگوهای یک محیط بیوفیلیک ارائه کرده‌اند به سه دسته تقسیم می‌شوند: 1) اندیشمندان پیشرو در این زمینه که به طور مداوم، دیدگاه‌های خود را به‌روزرسانی یا تکمیل نموده‌اند و از سال‌های نخست در این زمینه فعالیت داشته‌اند، 2) اندیشمندانی که در سال‌های محدودتری فعالیت داشته‌اند، 3) پژوهشگرانی که به دسته‌بندی الگوهای بیوفیلیک مبتنی بر تحقیقات دیگران پرداخته‌اند.

در مجموع 32 دیدگاه شناسایی شد که به طور کلی این دیدگاه‌ها به ارائه دسته‌بندی‌ها، الگوها، ویژگی‌ها یا شاخص‌های یک محیط بیوفیلیک می‌پردازند. با تحلیل محتوا و تطبیقی که میان دیدگاه‌های گردآوری شده انجام شد، شباهت‌ها و تفاوت‌های میان آن‌ها شناسایی شد و بر اساس آن مشخص شد که این دیدگاه‌ها در 4 خوشه قابل دسته‌بندی هستند. درمرحله خوشه‌بندی 4 مطالعه برتو و باربیرو (2017)، یانگ (2008)، کلرت (2005) و الکساندر و همکاران (1977) کنار گذاشته شدند که در ادامه به بیان علت حذف آن‌ها پرداخته می‌شود. برتو و باربیرو (2017) به جهت اختصاصی بودن، محتوای آن کامل ارائه نشده است. یانگ (2008) بیشتر به بیان اصول، تعاریف و گزاره‌های اخباری می‌پردازد و با هدف این مرحله از کار هم‌سو نیست. مطالعه الکساندر و همکاران (1977) به دلیل اینـکه زمان زیادی از ارائه آن گذشته و مستقیما به طراحی بیوفیلیک اشاره‌ای ندارد. کلرت (2005) به جهت آن‌که بیانی کلی دارد و دیدگاه‌های قابل توجه‌تری از او موجود است. پس ازمرحله خوشه‌بندی مطالعات، خوشه دوم که غالب بوده و در بردارنده تعداد بیشتری از دیدگاه‌هاست، مرجع تنظیم جدول فراوانی قرار گرفت. همان‌طور که از جدول مشخص است فراوانی هر یک از الگوها بر اساس تمامی دیدگاه‌های گردآوری شده به دست آمده است[12]، سپس میانگین فراوانی هر دسته محاسبه شد و الگوهایی که فراوانی بزرگتری از میانگین داشتند به عنوان الگوهایی که اهمیت بیشتری دارند، انتخاب و برای آن‌ها راهکارهای طراحی ارائه شد. میانگین دسته اول (تجربه مستقیم طبیعت) برابر است با 15.7. الگوهایی که فراوانی بیشتر از میانگین دارند شامل 6 الگوی نور طبیعی، تهویه طبیعی، آب، سبزینگی، مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها و چشم‌اندازهای طبیعی هستند که به ترتیب، فراوانی 23، 17، 22، 26، 20 و 19 دارند. میانگین دسته دوم (تجربه غیر مستقیم طبیعت) برابر است با 12.1. الگوهایی که فراوانی بیشتر از میانگین را دارا هستند شامل 5 الگوی بازنمایی طبیعت، مصالح طبیعی، رنگ‌های طبیعی، اشکال و فرم‌های طبیعی و هندسه‌های طبیعی می‌شوند که به ترتیب دارای فراوانی 13، 21، 13، 22 و 20 هستند. میانگین دسته سوم (تجربه فضا و مکان) برابر است با 12.3. الگوهایی که فراوانی بیشتر از میانگین دارند شامل 4 الگوی دورنما و پناهگاه، پیچیدگی و نظم، ارتباط با مکان و فریبندگی (خطر و رمز و راز) هستند که به ترتیب، فراوانی 22، 14، 14 و 16 (از میان 31 دیدگاه) دارند.

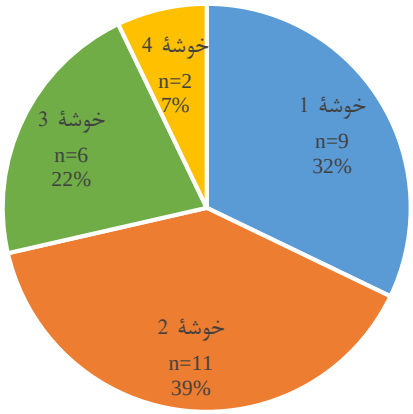
3- نتایج و بحث

بر اساس تحلیل محتوایی که بر روی دیدگاه‌های شناسایی شده صورت گرفت، این دیدگاه‌ها در 4 خوشه قابل دسته‌بندی هستند (جدول 5) که در ادامه به معرفی آن‌ها پرداخته می‌شود.



شکل 5- مراحل غربالگری منابع برای مرور نظام‌مند ادبیات موضوع

Fig. 5- The steps for screening of the records for the systematic literature review



شکل 6- سهم هر خوشه از میان 28 دیدگاه

Fig. 6- The share of each cluster from among 28 opinions

جدول 5- خوشه‌بندی دیدگاه‌های اندیشمندان در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک
Tab. 5- Clustering of the experts' opinions in the field of biophilic design patterns

خوشه 1	خوشه 2	خوشه 3	خوشه 4
براونینگ و رایان (2020)، براونینگ و همکاران (2014)، تراپین (2012)، کرامر و براونینگ (2008)، یائو (2003)، دانتون و همکاران (2017)، برتو و باربیرو (2014)، هیلدبرا ند (2008)، بولتن و باربیرو (2023)	کلرت (2018)، کلرت و کالابرس (2015)، در و کلرت (2013)، سالینگاروس (2019)، سالینگاروس (2015)، سودرلوند (2019)، ژو نگ و هم کاران (2022)، بولتن و باربیرو (2020)، دوزنلی و همکاران (2017)، فرامکین (2001)، لی و پارک (2022)	کلرت (2008)، کلرت (2004)، هیرواگن و هزه (2001)، هیرواگن و گرگری (2008)، الکس ویلسون (2008)، اسیم و شری (2019)	شوئه و همکاران (2019)، جیانگ و همکاران (2020)

3-1- خوشه اول

خوشه نخست از سه دسته‌بندی کلی طبیعت در فضا، قیاس‌های طبیعی و سرشت فضا تشکیل شده است. دسته اول (طبیعت در فضا) شامل 7 الگوی ارتباط بصری با طبیعت، ارتباط غیر بصری با طبیعت، محرک‌های حسی غیر ریتمیک، تغییرات حرارتی و جریان هوا، وجود آب، نور پویا و پراکنده و ارتباط با سیستم‌های طبیعی است. دسته دوم (قیاس‌های طبیعی) شامل 4 الگوی الگوها و فرم‌های بیومورفیک، ارتباط مصالح با طبیعت، پیچیدگی و نظم و ارتباط مجازی با طبیعت می‌شود. دسته سوم (سرشت فضا) از 9 الگوی دورنما، پناهگاه، رمز و راز، ریسک و خطر، هیبت، ایجاد محیط‌های فضایی متمایز (تنوع فضایی)، اکتشاف گذار اثرات بیوفیلیا (فضاهای گذار)، استفاده از علائم و راه‌یابی برای افزایش آگاهی عمومی از طبیعت بومی (تحرک و راه‌یابی)، نمایان کردن و گنجاندن محیط‌های بومی (ارتباط فرهنگی و تاریخی با مکان) تشکیل شده است (جدول 6). خوشه اول، 9 مطالعه براونینگ و رایان (2020)، براونینگ و همکاران (2014)، تراپین (2012)، کرامر و براونینگ (2008)، هیلدبراند (2008)، دانتون و همکاران (2017)، یائو (2003)، برتو و باربیرو (2014) و بولتن و باربیرو (2023) را در بر می‌گیرد. قابل ذکر است که 4 مطالعه اول دارای سه دسته‌بندی کلی طبیعت در فضا، قیاس‌های طبیعی و سرشت فضا هستند؛ در باقی مطالعات، الگوها بدون دسته‌بندی ارائه شده‌اند، اما الگوهایشان به جهت همانندی در این خوشه قرار می‌گیرند. در ادامه، بخشی از توضیحات مرتبط با تطبیق الگوهای ارائه شده در این دیدگاه‌ها بیان می‌شود.

یائو (2003)، ارتباط بصری و فیزیکی میان فضای داخلی و طبیعت، تماس مداوم و مکرر خودآیند با طبیعت را مطرح کرده است. کرامر و براونینگ (2008) و تراپین (2012) از ترکیب گیاهان، آب و حیوانات در محیط ساخته شده و آوردن طبیعت به داخل فضا صحبت می‌کنند. دانتون و همکاران (2017) نیز "استفاده عاقلانه از کاشت، بام‌ها و دیوارهای سبز" و "نمایان کردن خط آسمان" را عنوان می‌کنند.

جدول 6- جمع‌بندی دیدگاه‌های خوشه 1
Tab. 6- summarizing the opinions of Cluster 1

طبیعت در فضا	قیاس‌های طبیعی	سرشت فضا
(1) ارتباط بصری با طبیعت، (2) ارتباط غیربصری با طبیعت، (3) محرک‌های حسی غیرریتمیک، (4) تغییرات حرارتی و جریان هوا، (5) وجود آب، (6) نور پویا و پراکنده، (7) ارتباط با سیستم‌های طبیعی	(1) الگوها و فرم‌های بیومورفیک، (2) ارتباط مصالح با طبیعت، (3) پیچیدگی و نظم، (4) ارتباط مجازی با طبیعت	(1) دورنما، (2) پناهگاه، (3) رمز و راز، (4) ریسک و خطر، (5) هیبت، (6) ایجاد محیط‌های فضایی متمایز (تنوع فضایی)، (7) اکتشاف گذار اثرات بیوفیلیا (فضاهای گذار)، (8) استفاده از علائم و راه‌یابی برای افزایش آگاهی عمومی از طبیعت بومی (تحرک و راه‌یابی)، (9) نمایان کردن و گنجاندن محیط‌های بومی (ارتباط فرهنگی و تاریخی با مکان)

براونینگ و همکاران (2014) و براونینگ و رایان (2020) از الگوی ارتباط بصری با طبیعت (الگوی 1 از دسته اول) نام می‌برند که دربردارنده مؤلفه‌های پیشین است. بولتن و باربیرو (2023) در ادامه بیان مسأله "بی‌صدایی و سکوت" توسط برتو و باربیرو (2014)، به ارائه 2 الگوی صداها و بوها می‌پردازند. دانتون و همکاران (2017) نیز به دستکاری ماهرانه منظر صوتی و منظر بویایی برای تقویت اثرات بیوفیلیک اشاره می‌کنند. از سویی دیگر براونینگ و همکاران (2014) و براونینگ و رایان (2020) از الگوی ارتباط غیربصری با طبیعت (الگوی 2) نام می‌برند که دربردارنده مؤلفه‌های پیشین است. در مورد الگوی بعدی قابل ذکر است که یائو (2003) و دانتون و همکاران (2017) به ترتیب الگوهای تهویه طبیعی و به‌کاربردن جریان هوای کنترل شده را مطرح می‌کنند. براونینگ و همکاران (2014) و براونینگ و رایان (2020) نیز از الگوی تغییرات حرارتی و جریان هوا (الگوی 4) نام می‌برند که دربردارنده مؤلفه‌های پیشین است.

درحالی‌که الگوی الگوها و فرم‌های بیومورفیک (الگوی 1 از دسته دوم) توسط براونینگ و همکاران (2014)، براونینگ و رایان (2020)، کرامر و براونینگ (2008) و تراپین (2012) ارائه شده است، دانتون و همکاران (2017) از گنجاندن فرم‌ها و تصاویر بیومورفیک، لایه بافت و مدل‌سازی بر روی سطوح مسطح تمایز نیافته، به‌کار بردن تکنیک‌های طراحی فراکتال و اجتناب از انتزاع غیر فراکتالی نام می‌برند. الگوهای ارتباط مجازی با طبیعت (الگوی 4) و استفاده از هنرهای عمومی توسط دانتون و همکاران (2017) ارائه شده است. کرامر و براونینگ (2008) و تراپین (2012) نیز از بازنمایی طبیعت، آثار هنرهای تجسمی و تزئینات نام می‌برند که ارتباط مجازی با طبیعت تمامی این مؤلفه‌ها را در بر می‌گیرد. الگوی رمز و راز (الگوی 3 از دسته سوم) توسط براونینگ و همکاران (2014) و براونینگ و رایان (2020) ارائه شده است. درصورتی‌که یائو (2003)، هیلدبراند (2008)، تراپین (2012) و کرامر و براونینگ (2008) الگوی فریبندگی را بیان می‌کنند. الگوهای ایجاد محیط‌های فضایی متمایز (دارای مفهوم تنوع فضایی)، اکتشاف گذار اثرات بیوفیلیا (فضاهای گذار)، استفاده از علائم و راه‌یابی برای افزایش آگاهی عمومی از طبیعت بومی (تحرک و راه‌یابی)، گنجاندن محیط‌های بومی (ارتباط فرهنگی و تاریخی با مکان) در این خوشه تنها توسط دانتون و همکاران (2017) مطرح شده است.

2-3-خوشه دوم

خوشه دوم از سه دسته‌بندی کلی تجربه مستقیم طبیعت، تجربه غیرمستقیم طبیعت و تجربه فضا و مکان تشکیل شده است. دسته اول (تجربه مستقیم طبیعت) شامل 10 الگوی نور طبیعی، تهویه طبیعی، آب، گیاهان، حیات جانوری، مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها، آب‌وهوا، چشم‌اندازهای طبیعی، آتش و تغییرات زمانی و فصلی است. دسته دوم (تجربه غیر مستقیم طبیعت) 10 الگوی بازنمایی طبیعت، مصالح طبیعی، بافت، رنگ‌های طبیعی، اشکال و فرم‌های طبیعی، غنای اطلاعات، قابلیت تغییر شکل، نور و هوای طبیعی شبیه‌سازی شده و بیومیمکری را شامل می‌شود. دسته سوم (تجربه فضا و مکان) از 7 الگوی دورنما و پناهگاه، پیچیدگی و نظم، تحرک و راه‌یابی، فضاهای گذار، ارتباط با مکان، وحدت اجزاء در جهت کل و فریبندگی (خطر و رمز و راز) تشکیل شده است (جدول 7). خوشه دوم، 10 مطالعه کلرت (2018)، کلرت و کالابرس (2015)، دِر و کلرت (2013)، ژونگ و همکاران (2022)، سالینگاروس (2019)، سودرلوند (2019)، بولتن و باربیرو (2020)، دوزنلی و همکاران (2017)، فرامکین (2001) و لی و پارک (2022) را در بر می‌گیرد. قابل ذکر است که 2 مطالعه اول دارای سه دسته‌بندی تجربه مستقیم طبیعت، تجربه غیر مستقیم طبیعت و تجربه فضا و مکان است. دیدگاه ژونگ و همکاران (2022) نیز دارای سه دسته‌بندی الحاق طبیعت، الهام از طبیعت و تعامل با طبیعت است که از نظر مفهومی با سه دسته‌بندی مذکور شباهت دارد. در ادامه به توضیح برخی از تطابق‌های میان الگوهای این دیدگاه‌ها پرداخته می‌شود.

جدول 7- جمع‌بندی دیدگاه‌های خوشه 2

Tab. 7- Summarizing the opinions of Cluster 2

تجربه مستقیم طبیعت	تجربه غیرمستقیم طبیعت	تجربه فضا و مکان
(1) نور طبیعی، (2) تهویه طبیعی، (3) آب، (4) گیاهان/ سبزینگی، (5) حیات جانوری، (6) مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها، (7) آب‌وهوا، (8) چشم‌اندازهای طبیعی، (9) آتش، (10) تغییرات زمانی و فصلی	(1) بازنمایی طبیعت، (2) مصالح طبیعی، (3) بافت، (4) رنگ‌های طبیعی، (5) اشکال و فرم‌های طبیعی، (6) غنای اطلاعات، (7) قابلیت تغییر شکل، (8) هندسه‌های طبیعی، (9) نور و هوای طبیعی شبیه‌سازی شده، (10) بیومیمیکری	(1) دورنما و پناهگاه، (2) پیچیدگی و نظم، (3) تحرک و راه‌یابی، (4) فضاهای گذار، (5) ارتباط با مکان، (6) وحدت اجزاء در جهت کل، (7) فریبندگی (خطر و رمز و راز)

معادل با الگوی تهویه طبیعی (الگوی 2 از دسته اول) که توسط دوزنلی و همکاران (2017) ارائه شده است، کلرت و کالابرس (2015)، کلرت (2018)، بولتن و باربیرو (2020) و ژونگ و همکاران (2022) الگوی هوا را مطرح می‌کنند. درحالی‌که الگوی گیاهان (الگوی 4) توسط فرامکین (2001)، کلرت و کالابرس (2015)، کلرت (2018)، ژونگ و همکاران (2022) و دِر و کلرت (2013) ارائه شده است، بولتن و باربیرو (2020) برای اشاره به این الگو از واژه سبزینگی استفاده می‌کنند. از سویی دیگر سودرلوند (2019) از دیوارهای زنده عمودی، بام‌ها و رابط‌های سبز و گیاهان در فضای داخلی نام می‌برد. سالینگاروس (2019) از الگوی زندگی نام می‌برد که به گفته خودش معادل با الگوهای گیاهان و حیوانات است. الگوی تغییرات زمانی و فصلی (الگوی 10) توسط ژونگ و همکاران (2022) معرفی شده و الگوی قابلیت تغییر شکل توسط دِر و کلرت (2013) ارائه شده است. الگوی تغییرات، سن و زنگار زمان توسط کلرت و کالابرس (2015) و کلرت (2018) مطرح می‌شود که در بردارنده مفاهیم پیشین است، با این تفاوت که الگوی اول در دسته تجربه غیر مستقیم طبیعت و الگوی سوم در دسته تجربه مستقیم طبیعت قرار دارند. بدین سبب مفهوم تغییرات زمانی و فصلی از الگوی تغییرات، سن و زنگار زمان جدا شده و در دسته اول قرار می‌گیرد و مفهوم باقی‌مانده از تغییرات، سن و زنگار زمان، تحت عنوان قابلیت تغییر شکل (الگوی 7) در دسته دوم ذکر می‌شود. بولتن و باربیرو (2020) الگوی مصالح، نازک‌کاری‌ها و رنگ‌ها را در تناظر با الگوی مصالح طبیعی (الگوی 2 از دسته دوم) مطرح می‌کنند. درحالی‌که الگوی اشکال و فرم‌های طبیعی (الگوی 5) توسط دِر و کلرت (2013)، کلرت (2018)، ژونگ و همکاران (2022) و کلرت و کالابرس (2015) ارائه شده است، دوزنلی و همکاران (2017) و سالینگاروس (2019) به ترتیب از عناوین فرم‌های ارگانیک و منحنی‌ها استفاده می‌کنند. با وجود این‌که الگوی هندسه‌های طبیعی (الگوی 8) توسط کلرت و کالابرس (2015)، کلرت (2018) و ژونگ و همکاران (2022) بیان می‌شود، سالینگاروس (2019) و سودرلوند (2019) به الگوی فراکتال‌ها اشاره می‌کنند که زیرمجموعه الگوی هندسه‌های طبیعی قرار می‌گیرند. الگوی غنای اطلاعات (الگوی 6) توسط کلرت و کالابرس (2015) و کلرت (2018) ارائه شده است. از طرفی دیگر سالینگاروس (2019) الگوی جزئیات را بیان می‌کند. معادل با الگوی بیومیمیکری (الگوی 10) که توسط کلرت و کالابرس (2015) و کلرت (2018) مطرح شده است، ژونگ و همکاران (2022) از الگوی مکانیسم‌ها (سازوکارها) نام می‌برند. الگوی دورنما و پناهگاه (الگوی 1 از دسته سوم) توسط کلرت و کالابرس (2015)، کلرت (2018) و ژونگ و همکاران (2022) معرفی شده است. از سویی دیگر بولتن و باربیرو (2020)، الگوی محافظت و کنترل را ارائه می‌دهند. درحالی‌که ژونگ و همکاران (2022)، کلرت (2018) و در و کلرت (2013) به الگوی ارتباط با مکان (الگوی 5) اشاره می‌کنند، کلرت و کالابرس (2015) و سودرلوند (2019) به ترتیب الگوهای "دلبستگی فرهنگی و اکولوژیکی به مکان" و "حوزه حفظ زیستی" را بیان می‌کنند که زیرمجموعه الگوی ارتباط با مکان هستند. درحالی‌که بولتن و باربیرو (2020) الگوی کنجکاوی را ارائه می‌دهند، ژونگ و همکاران (2022) الگوی فریبندگی (خطر و رمز و راز، الگوی 7) را معرفی می‌کنند.

3-3- خوشه سوم

خوشه سوم از 6 دسته‌بندی ویژگی‌های محیطی، اشکال و فرم‌های طبیعی، الگوها و فرآیندهای طبیعی، نور و فضا، رابطه مبتنی بر مکان و رابطه تکامل یافته انسان و طبیعت تشکیل شده است. دسته اول (ویژگی‌های محیطی) شامل 14 الگوی رنگ‌های شاد، آب، تهویه طبیعی، نور خورشید و... است. دسته دوم (اشکال و فرم‌های طبیعی) 11 الگوی موتیف‌های گیاهی، سازه‌های درختی، موتیف‌های حیوانی، صدف‌ها و مارپیچ‌ها و... را شامل می‌شود. دسته سوم (الگوها و فرآیندهای طبیعی) شامل 15 الگوی تنوع حسی، غنای اطلاعات، سن، تغییرات و زنگار زمان، رشد و شکفتگی و... می‌شود. دسته چهارم (نور و فضا) شامل 12 الگوی نور طبیعی، نور فیلتر شده و یک‌نواخت، نور و سایه، نور منعکس شده و... است. دسته پنجم (رابطه مبتنی بر مکان) از 12 الگوی ارتباط جغرافیایی، تاریخی، اکولوژیکی و فرهنگی با مکان و... تشکیل شده است. دسته ششم (رابطه تکامل یافته انسان و طبیعت) شامل 15 الگوی دورنما و پناهگاه، نظم و پیچیدگی، کنجکاوی و فریبندگی، تغییر و دگرگونی و... می‌شود (جدول 8). خوشه سوم، 6 مطالعه کلرت (2004، 2008) هیرواگن و هزه (2001)، اسیم و شری (2019)، هیرواگن و گرگری (2008) و الکس ویلسون (2008) را در بر می‌گیرد. قابل ذکر است که مطالعه کلرت (2008) پایه و اساس این خوشه است. اسیم و شری (2019)، سه دسته‌بندی و 14 الگوی براونینگ و همکاران (2014) و 6 عنصر و 72 ویژگی کلرت (2008) را با یکدیگر تلفیق نموده و به دسته‌بندی جدیدی با همان اسامی دست یافته است. از آنجایی که مؤلفه‌های پیشنهادی آن‌ها بیشتر به کلرت (2008) نزدیک است در این خوشه دسته‌بندی شده است. در ادامه، بخشی از توضیحات مرتبط با تطبیق الگوهای ارائه شده در این دیدگاه‌ها بیان می‌شود.

درحالی‌که کلرت (2004) از الگوی پوشش گیاهی طبیعی و بومی (الگوی 5 از دسته اول) نام می‌برد، کلرت (2008) و اسیم و شری (2019) الگوی گیاهان را ارائه می‌دهند. الکس ویلسون نیز از تزئین کردن فضای داخلی با گیاهان گلدانی، پوشاندن جداره‌های بیرونی با دیوارهای زنده، ایجاد یک آتریوم سرسبز و پوشیده از گیاه و بسترهای کاشت داخلی، ایجاد بام‌های سبز و جایگزین کردن سطوح غیر قابل نفوذ مناظر با گیاهان بومی صحبت می‌کند. درحالی‌که الگوی زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها (الگوی 11)، توسط کلرت (2008) و اسیم و شری (2019) مطرح شده، کلرت (2004)، الگوهای طراحی منظر اکولوژیکی و فضای باز را پیشنهاد داده است. از سویی دیگر الکس ویلسون به ایجاد گیاهان و محیط‌های طبیعی دلپذیر پیرامون ساختمان‌ها، ایجاد مسیر در مناطق طبیعی و محوطه‌سازی شده و حفظ درختان و مناظر بومی موجود اشاره کرده است. در مورد الگوی محرک‌های حسی غیر ریتمیک (الگوی 14) باید گفت که مؤلفه‌های بازتاب‌ها، نمایی از ابرها و نور و سایه مطرح شده توسط اسیم و شری (2019) و الگوی حرکت و جنبش بیان شده توسط هیرواگن و گرگری (2008) زیرمجموعه این الگو قرار می‌گیرند. درحالی‌که کلرت (2008) از الگوی شبیه‌سازی ویژگی‌های طبیعی (الگوی 8 از دسته دوم) نام می‌برد، الکس ویلسون (2008) الگوی استفاده از هنرهای طبیعی در ساختمان‌ها را معرفی می‌کند. در ادامه اسیم و شری (2019) از الگویی تحت عنوان پایداری (الگوی 12 از دسته پنجم) نام می‌برند. الکس ویلسون (2008) نیز به استفاده از دیوارها و سیستم‌های زنده جهت تصفیه"آب" و "هوای" ساختمان اشاره می‌کند که زیرمجموعه الگوی پایداری قرار می‌گیرد.

درحالی‌که هیرواگن و هزه (2001)، کلرت (2008) و هیرواگن و گرگری (2008) الگوی تنوع حسی (الگوی 1 از دسته سوم) را ارائه داده‌اند، اسیم و شری (2019) مؤلفه‌های تنوع شنیداری، لمسی، بویایی و چشایی را معرفی می‌کنند. از سویی دیگر الکس ویلسون (2008) به قرارگرفتن در معرض بوها، نوسانات دمایی و احساس کردن طبیعت اشاره می‌کند. در مورد الگوی بعدی باید گفت که هیرواگن و گرگری (2008) و اسیم و شری (2019) به ترتیب الگوهای "انعطاف‌پذیری" و "رشد و تغییر" را ارائه می‌دهند که زیرمجموعه الگوی سن، تغییرات و زنگار زمان (الگوی 3) قرار می‌گیرند که توسط کلرت (2008) معرفی شده است. درحالی‌که الگوی

فراکتال‌ها (الگوی 13) توسط کلرت (2008) بیان می‌گردد، کلرت (2004) و هیرواگن و گرگری (2008) به ترتیب الگوهای ریتم‌های طبیعی و تنوع در یک زمینه یکسان را پیشنهاد می‌دهند. معادل با الگوی کنجکاوی و فریبندگی (الگوی 3 از دسته ششم) که توسط کلرت (2008)، اسیم و شری (2019) و هیرواگن و هزه (2001) بیان شده است، کلرت (2004) و الکس ویلسون (2008) به ترتیب به الگوهای "رمز و راز، کاوش و فریبندگی" و "ایجاد حس رازآلودی در مناظر و ساختمان‌ها" اشاره می‌کنند. درحالی‌که کلرت (2008) از الگوی کاوش و کشف (الگوی 9) نام می‌برد، هیرواگن و گرگری (2008) از الگوی کشفی ارزشمند به طور تصادفی سخن به میان می‌آورند. الگوی احساس آزادی (الگوی 15) که تنها توسط هیرواگن و گرگری (2008) بیان شده است، سبب می‌شود تا انسان احساس کند همچنان در فضای داخلی با محیط بیرونی در ارتباط است.

4-3- خوشه چهارم

خوشه چهارم از 3 دسته‌بندی زیرساخت‌های بیوفیلیک، طراحی حسی و محیط و عملکرد بیوفیلیک تشکیل شده است. دسته اول (زیرساخت‌های بیوفیلیک) شامل دو شاخص نسبت بیوفیلیا و مدیریت بیوفیلیا است. دسته دوم (طراحی حسی) از سه شاخص ارتباط بصری با طبیعت، ارتباط غیربصری و آسایش حرارتی و جریان هوا تشکیل شده است. دسته سوم (محیط و عملکرد بیوفیلیک) دو شاخص الگوها و فرم‌های بیومورفیک و توجه به رنگ و مصالح طبیعی در طراحی را شامل می‌شود. شاخص اول (نسبت بیوفیلیا) از 6 استراتژی افزایش سهم پوشش فضای سبز، گستراندن تاج‌پوش گیاهان به عنوان سایه‌انداز و سرپناه، افزایش سهم گونه‌های بومی، افزایش سطح تنوع زیستی، گسترش یافتن محیط آبی و استفاده از شکل‌های مختلف آب تشکیل شده است. شاخص دوم (مدیریت بیوفیلیا) دارای 4 استراتژی بهبود منظر طبیعی با مدیریت حداقلی، اجرای سطوح نفوذپذیر برای مدیریت سیلاب‌ها، ارتقای طراحی تهویه طبیعی و جریان هوا و ارتقای طراحی سایه و نور روز است. شاخص سوم (ارتباط بصری با طبیعت) شامل 5 استراتژی مناسب بودن دید پنجره به منظره طبیعی، مناسب بودن دید پنجره برای مشاهده تغییرات آب‌وهوایی، استفاده از گیاهان گلدانی در محیط داخلی، استفاده از دیوارهای سبز در محیط داخلی و استفاده از کارهای هنری مشهود مانند نقاشی و مجسمه است.

جدول 8- جمع‌بندی دیدگاه‌های خوشه 3

Tab. 8- Summarizing the opinions of Cluster 3

ویژگی‌های محیطی	اشکال و فرم‌های طبیعی	الگوها و فرآیندهای طبیعی
(1) رنگ‌های شاد، (2) آب، (3) تهویه طبیعی، (4) نور خورشید، (5) گیاهان/ پوشش گیاهی طبیعی و بومی، (6) حیات جانوری، (7) مصالح و بافت طبیعی، (8) چشم‌اندازها و ویستاهای طبیعت، (9) نمای سبز، (10) زمین‌شناسی و منظر، (11) زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها، (12) آتش، (13) تنوع زیستی، (14) محرک‌های حسی غیرریتمیک	(1) موتیف‌های گیاهی، (2) سازه‌های درختی، (3) موتیف‌های حیوانی (عمدتا مهره‌داران)، (4) صدف‌ها و مارپیچ‌ها، (5) فرم‌های تخم‌مرغی، بیضی و لوله‌ای شکل، (6) قوس‌ها، طاق‌ها و گنبدها، (7) اشکالی که در برابر خطوط مستقیم و زوایای قائم مقاومت می‌کنند، (8) شبیه‌سازی ویژگی‌های طبیعی، (9) بیومورفی، (10) ژئومورفولوژی، (11) بیومیمیکری	(1) تنوع حسی، (2) غنای اطلاعات، (3) سن، تغییرات و زنگار زمان، (4) رشد و شکفتگی، (5) نقطهٔ کانونی مرکزی، (6) کل الگودار، (7) فضای محصور، (8) فضاهای گذار، (9) سری‌ها و زنجیره‌های مرتبط، (10) وحدت اجزاء در جهت کل، (11) تضادهای مکمل، (12) تعادل حرکتی و کشش، (13) فراکتال‌ها، (14) مقیاس‌های سازمان یافته به صورت سلسله‌مراتبی، (15) دسترسی آسان به طبیعت
نور و فضا	**رابطه مبتنی بر مکان**	**رابطه تکامل یافته انسان و طبیعت**
(1) نور طبیعی، (2) نور فیلتر شده و یکنواخت، (3) نور و سایه، (4) نور منعکس شده، (5) استخرهای نوری، (6) نور گرم، (7) نور به عنوان اشکال و فرم، (8) وسعت و بزرگی، (9) تنوع فضایی، (10) فضا به عنوان اشکال و فرم، (11) هماهنگی فضایی، (12) فضاهای درونی- بیرونی	(1) ارتباط جغرافیایی با مکان، (2) ارتباط تاریخی با مکان، (3) ارتباط اکولوژیکی با مکان، (4) ارتباط فرهنگی با مکان، (5) مصالح بومی، (6) جهت‌گیری منظر، (7) ویژگی‌های منظر که فرم ساختمان را مشخص می‌کنند، (8) اکولوژی منظر، (9) یکپارچه‌سازی فرهنگ و اکولوژی، (10) روح مکان، (11) پرهیز از بی‌مکانی، (12) پایداری	(1) دورنما و پناهگاه، (2) نظم و پیچیدگی، (3) کنجکاوی و فریبندگی، (4) تغییر و دگردیسی، (5) امنیت و حفاظت، (6) تسلط و کنترل، (7) علاقه و دلبستگی، (8) جذابیت و زیبایی، (9) کاوش و کشف، (10) اطلاعات و شناخت، (11) ترس و هیبت، (12) احترام و معنویت، (13) ارزش‌های زیبایی‌شناختی و سرگرم‌کنندهٔ طبیعت، (14) حس بازی‌پذیری، (15) احساس آزادی

شاخص چهارم (ارتباط غیر بصری) 3 استراتژی توجه به اصوات طبیعی در طراحی، توجه به گیاهان معطر در طراحی و کشاورزی شهری مانند استفاده از حس لامسه و چشایی را شامل می‌شود. شاخص پنجم (آسایش حرارتی و جریان هوا) از 2 استراتژی تعبیه پنجره‌های بازشو برای تهویه طبیعی و کنترل آسایش حرارتی فردی/ گروهی تشکیل شده است. شاخص ششم (الگوها و فرم‌های بیومورفیک) شامل 3 استراتژی اجرای نما و فرم ساختمان بیومورفیک به منظور کاهش هزینه‌های انرژی، توجه به تزئینات بیومورفیک در طراحی و طراحی الگوی سطوح، مبتنی بر محیط طبیعی می‌شود. شاخص هفتم (توجه به رنگ و مصالح طبیعی در طراحی) شامل 2 استراتژی انتخاب مصالح طبیعی و انتخاب رنگ برای ارتقای محیط‌های خلاقانه می‌شود (جدول 9). این خوشه در مطالعات شوئه و همکاران (2019) و جیانگ و همکاران (2020) مشهود است.

جیانگ و همکاران (2020)، 42 استراتژی طراحی بیوفیلیک و شهرسازی بیوفیلیک شوئه و همکاران (2019) را در 6 دسته‌بندی جدید شامل مناظر و مناظر آبی، تهویه، امکانات تعاملی، اقدام کاهشی، طراحی حسی و استفاده از وسایل نقلیه خلاصه کرده‌اند. در مورد استراتژی‌های طراحی بیوفیلیک می‌توان گفت که دسته اول (مناظر و مناظر آبی) اکثر استراتژی‌های واقع در دو شاخص نسبت بیوفیلیا و مدیریت بیوفیلیا در دیدگاه شوئه و همکاران (2019) را در بر می‌گیرد که عبارتند از افزایش سهم پوشش فضای سبز، افزایش سهم گونه‌های بومی، افزایش سطح تنوع زیستی، مناظر طبیعی بهبود یافته با مدیریت حداقلی، گسترش محیط آبی، پیکربندی‌های متنوع آب و اجرای سطوح نفوذپذیر برای مدیریت سیلاب‌ها. دسته دوم (تهویه) شامل تک استراتژی ارتقای طراحی تهویه طبیعی و جریان هوا از شاخص مدیریت بیوفیلیا است. در میان 11 استراتژی تشکیل‌دهنده دسته سوم (امکانات تعاملی)، تنها یک استراتژی طراحی بیوفیلیک تحت عنوان کشاورزی شهری از شاخص ارتباط غیربصری وجود دارد.

جدول 9- جمع‌بندی دیدگاه‌های خوشه 4

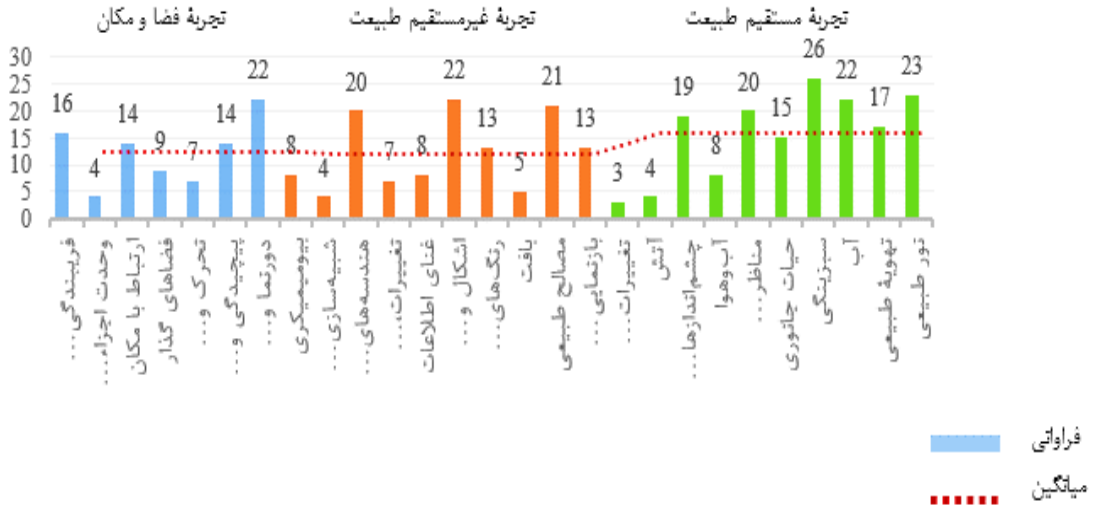
Tab. 9- Summarizing the opinions of Cluster 4

مفهوم	دسته‌بندی‌ها	شاخص‌ها	استراتژی‌ها
طراحی بیوفیلیک	زیرساخت‌های بیوفیلیک	نسبت بیوفیلیا	(1) افزایش سهم پوشش فضای سبز، (2) گستراندن تاج‌پوش گیاهان به عنوان سایه‌انداز و سرپناه، (3) بیشتر شدن سهم گونه‌های بومی، (4) بیشتر شدن سطح تنوع زیستی، (5) گسترش یافتن محیط آبی، (6) استفاده از شکل‌های مختلف آب
		مدیریت بیوفیلیا	(1) بهبود منظر طبیعی با مدیریت حداقلی، (2) اجرای سطوح نفوذپذیر برای مدیریت سیلاب‌ها، (3) ارتقای طراحی تهویه طبیعی و جریان هوا، (4) ارتقای طراحی سایه و نور روز
	طراحی حسی	ارتباط بصری با طبیعت	(1) مناسب بودن دید پنجره به منظره طبیعی مثل جنگل، دریا، موتیف‌های آب و غیره، (2) مناسب بودن دید پنجره برای تغییرات آب‌وهوایی (مانند آفتاب، باران، برف)، (3) استفاده از گیاهان گلدانی در محیط داخلی، (4) استفاده از دیوارهای سبز در محیط داخلی، (5) استفاده از کارهای هنری مشهود مانند نقاشی و مجسمه
		ارتباط غیر بصری	(1) توجه به صداهای طبیعی مانند صدای باد، آواز پرندگان یا حشرات در طراحی، (2) توجه به گیاهان معطر مانند درختان یا گل‌های خاصی در طراحی، (3) کشاورزی شهری مانند استفاده از حس لامسه و چشایی (مانند فعالیت‌های لمس و چشیدن گیاهان)
		آسایش حرارتی و جریان هوا	(1) تعبیه پنجره‌های بازشو برای تهویه طبیعی، (2) کنترل آسایش حرارتی فردی/ گروهی (مانند کنترل دمای هوا، سرعت جریان هوا یا رطوبت)
	محیط و عملکرد بیوفیلیک	الگوها و فرم‌های بیومورفیک	(1) اجرای نما و فرم ساختمان بیومورفیک به منظور کاهش هزینه‌های انرژی، (2) توجه به تزئینات بیومورفیک در طراحی (مانند استفاده از اعداد طلایی یا سری فیبوناچی)، (3) طراحی الگوی سطوح، مبتنی بر محیط طبیعی (مانند الگوی پوست حیوانات)
		توجه به رنگ و مصالح طبیعی در طراحی	(1) انتخاب مصالح طبیعی مانند چوب، بامبو، سنگ و غیره، (2) انتخاب رنگ برای ارتقای محیط‌های خلاقانه

تنها استراتژی طراحی بیوفیلیک در میان 3 استراتژی تشکیل‌دهنده دسته چهارم (اقدام کاهشی) عبارت از گستراندن تاج‌پوش گیاهان به عنوان سایه‌انداز یا سرپناه است. دسته پنجم (طراحی حسی)، استراتژی‌های واقع در شاخص‌های ارتباط بصری با طبیعت، ارتباط غیر بصری، آسایش حرارتی و جریان هوا، الگوها و فرم‌های بیومورفیک و توجه به رنگ و مصالح طبیعی در طراحی را به جز استراتژی کشاورزی شهری در خود جای می‌دهد. هیچ یک از استراتژی‌های موجود در دسته ششم (استفاده از وسایل نقلیه) متعلق به مفهوم طراحی بیوفیلیک نیست (Jiang, et al., 2020).

5-3- فراوانی، الگوهای منتخب و راهکارهای طراحی

پس از مشخص شدن خوشه‌بندی مطالعات، خوشه دوم به عنوان خوشه غالب شناسایی شد و بر مبنای آن جدول فراوانی الگوها تنظیم شد (شکل 6، جدول 10). الگوهایی که فراوانی بیشتر از میانگین دسته داشته‌اند، به عنوان الگوهایی که مهمترند، انتخاب و برای آن‌ها راهکارهای طراحی ارائه شد (جدول 11). الگوهای انتخابی از دسته اول (تجربه مستقیم طبیعت) شامل 6 الگوی نور طبیعی، تهویه طبیعی، آب، سبزینگی، مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها و چشم‌اندازهای طبیعی هستند. الگوهای انتخابی از دسته دوم (تجربه غیر مستقیم طبیعت) 5 الگوی بازنمایی طبیعت، مصالح طبیعی، رنگ‌های طبیعی، اشکال و فرم‌های طبیعی و هندسه‌های طبیعی را شامل می‌شوند. الگوهای انتخابی از دسته سوم (تجربه فضا و مکان) شامل 4 الگوی دورنما و پناهگاه، پیچیدگی و نظم، ارتباط با مکان و فریبندگی (خطر و رمز و راز) هستند (شکل 7).



شکل 7- فراوانی الگوهای طراحی بیوفیلیک در خوشه 2 و میانگین فراوانی دسته‌ها

Fig. 7- Frequency of biophilic design patterns in Cluster 2 and average frequency of the categories

جدول 10- فراوانی الگوهای خوشهٔ دوم (خوشهٔ غالب)

Tab. 10- Frequency of patterns in the second cluster (dominant cluster)

دیدگاه‌های بررسی شده در زمینهٔ الگوهای طراحی بیوفیلیک	تجربهٔ مستقیم طبیعت										تجربهٔ غیرمستقیم طبیعت										تجربهٔ فضا و مکان							
	نور طبیعی	تهویهٔ طبیعی	آب	گیاهان/ سبزینگی	حیات جانوری	مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها	آب‌وهوا	چشم‌اندازهای طبیعی	آتش	تغییرات زمانی و فصلی	بازنمایی طبیعت	مصالح طبیعی	بافت	رنگ‌های طبیعی	اشکال و فرم‌های طبیعی	غنای اطلاعات	تغییرات، سن و رنگ‌دار زمان + قابلیت تغییر شکل	هندسه‌های طبیعی	نور و هوای طبیعی شبیه‌سازی شده	بیومیمیکری	دورنما و پناهگاه	پیچیدگی و نظم	تحرک و راه‌یابی	فضاهای گذار	ارتباط با مکان	وحدت اجزاء در جهت کل	فریبندگی (خطر، رمز و راز)
الکساندر و همکاران (1977)											■			■							■	■		■				
هیرواگن و هزه (2001)	■		■	■	■	■		■				■			■			■	■		■	■						■
فرامکین (2001)			■	■	■	■																■						
ماریسا یائو (2003)	■	■	■		■			■				■										■	■					■
کلرت (2004)	■	■	■	■	■	■		■				■			■	■		■				■	■	■				■
کلرت (2005)	■	■	■	■	■	■		■				■			■	■							■	■				
کلرت (2008)	■	■	■	■	■	■		■	■			■		■	■	■		■	■	■		■	■	■	■			■
یانگ (2008)																				■				■	■			
هیرواگن و گرگری (2008)						■		■									■					■		■				■
گرانت هیلدبراند (2008)																						■						■
الکس ویلسون (2008)	■		■	■		■	■	■			■	■			■							■	■	■	■			■
کرامر و براونینگ (2008)			■	■		■		■				■			■			■				■						■
گروه تراپین برایت گرین (2012)			■	■		■		■				■			■							■						■
دِر و کلرت (2013)	■		■	■		■						■		■	■		■					■			■			
براونینگ و همکاران (2014)	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■			■			■	■			■	■					■
کلرت و کالابرس (2015)	■		■	■	■	■		■	■			■			■			■				■	■	■	■	■	■	
سالینگاروس (2015)	■		■	■	■	■		■				■			■			■				■	■	■	■			
دوزنلی و همکاران (2017)	■	■	■		■	■		■				■			■			■				■	■	■	■			
دانتون و همکاران (2017)	■	■	■	■	■			■				■			■			■	■			■	■	■	■			■
برتو و باربیرو (2017)			■	■	■	■		■				■			■			■				■	■	■	■			
کلرت (2018)	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■			■			■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
سالینگاروس (2019)	■		■	■	■	■		■				■			■			■				■	■	■	■			
سودرلوند (2019)	■		■	■		■	■	■				■			■			■	■			■	■	■	■			
اسیم و شری (2019)	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
شوئه و همکاران (2019)	■	■	■	■		■	■	■				■			■			■				■	■	■	■			
بولتن و باربیرو (2020)	■	■	■	■			■	■				■	■	■	■			■				■	■	■	■			■
براونینگ و رایان (2020)	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■			■			■	■			■	■	■	■			■
جیانگ و همکاران (2020)	■	■	■	■	■	■	■	■				■		■	■			■				■	■	■	■			
ژونگ و همکاران (2022)	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
لی و پارک (2022)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
بولتن و باربیرو (2023)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
فراوانی از میان 31 دیدگاه	23	17	22	26	15	20	8	19	4	3	13	21	5	13	22	8	7	20	4	8	22	14	7	9	14	4	16
میانگین فراوانی هر دسته	15.7										12.1										12.3						

جدول 11- راهکارهای طراحی الگوهای منتخب (الگوهای طراحی بیوفیلیک دارای فراوانی بیشتر)
Tab. 11- Design strategies for selected patterns (biophilic design patterns with higher frequency)

	الگوها	راهکارهای طراحی
تجربه مستقیم طبیعت	نور طبیعی	(1) بهره‌گیری از نور روز با استفاده از دیوارهای شیشه‌ای، پنجره‌های زیرسقفی، نورگیرهای سقفی، حیاط مرکزی، آتریوم‌ها، رنگ‌ها/ مصالح بازتابنده، (2) تقلید از کیفیت‌های طیفی و محیطی نور طبیعی مانند تعبیه چندین منبع نور الکتریکی کم‌تابش، نورپردازی پراکنده محیطی روی دیوارها/ سقف و پوشش‌های پنجره محافظ نور روز، (3) تأثیر شکل بنا در نورگیری ساختمان مانند ایجاد بازوهای نوری و کشیدگی شرقی- غربی ساختمان، (4) ایجاد کیفیت‌های فضایی از طریق وارد کردن نور روز از دو وجه از هر اتاق، ایجاد الگوهای ریتمیکی از نور و سایه که در طول زمان تغییر می‌کنند، (5) جلوگیری از خیرگی نور و وارد کردن نور فیلتر شده مانند نور بازتابیده، استفاده از شیشه‌های رنگی یا شیشه‌های هوشمند حساس به میزان نور
	تهویه طبیعی	(1) برقراری جریان هوا از طریق ایجاد سایه و استفاده از اختلاف دمای سایه و آفتاب مانند کاربرد ایوان‌ها، (2) افزایش تهویه طبیعی با استفاده از پنجره‌های بازشو، دریچه‌ها، پنجره‌های زیرسقفی، (3) هدایت جریان باد مطلوب از طریق بادگیرها، سازه‌های باریک (مانند دیوارهای الحاقی)، (4) کنترل آسایش حرارتی فردی/ گروهی (کنترل دمای هوا، سرعت جریان هوا یا رطوبت)، (5) اجتناب از حرکت هوا با سرعت بالا
	آب	(1) گسترش محیط آبی از طریق ساخت مناظر آبی (در فضای داخلی یا در معرض دید) مانند فواره‌ها، بدنه‌های آبی، تالاب‌ها یا برکه‌های ساخته شده، دیوارهای آبی، فواره‌های آب باران و آکواریوم‌ها، (2) دسترسی به آب‌های طبیعی مانند آبشارها رودخانه‌ها، نهرها و دریا، (3) ایجاد سازه‌ها و مسیرهای دائمی در کنار آب‌ها و نهرها و ساخت پل‌هایی برای عبور از روی آن‌ها، (4) استفاده از شکل‌های مختلف آب شامل آب جاری (آب تمیز و هوادهی شده)، آب ساکن، صورت‌های خطی (افقی، عمودی)، سطحی (افقی، عمودی) و حجمی آب، (5) استفاده از سطح درخشان و بازتابنده آب تمیز، (6) استفاده از فرم‌های نمادین آب
	گیاهان/ سبزینگی	(1) افزایش سهم پوشش فضای سبز، (2) آوردن پوشش گیاهی به فضای داخلی با استفاده از گیاهان گلدانی، تراریوم، دیوارهای سبز داخلی، آتریوم‌های بزرگ با محیط‌های مشابه پارک و بسترهای کاشت داخلی، (3) گنجاندن گیاهان در ساختمان با استفاده از بام‌ها و تراس‌های سبز، دیوارها و نماهای سبز و فضاهای سبز جیبی، (4) استفاده از گیاهان بالارونده مانند مسیری با سایبان مشبک، تکیه‌گاهی برای گیاهان رونده، (5) استفاده از انواع گیاهان بومی
	مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها	(1) ایجاد مناظر در سایت‌هایی مانند تالاب‌ها و برکه‌های ساخته شده، مراتع، دشت‌ها، جنگل‌ها و سایر زیستگاه‌ها، (2) ایجاد مناظر داخلی در آتریوم‌ها، باغ‌حیاط‌ها/ حیاط‌های مرکزی، حیاط خلوت، لابی‌ها، راهروها و پاسیو، (3) قابل دسترس بودن باغ‌ها و تراس‌های در ارتفاع، باغ‌های روی پشت‌بام به عنوان محوطه و همچنین قابل رؤیت از فضاهای مورد استفاده، (4) ایجاد فضای باز و محیط‌های طبیعی دلپذیر پیرامون ساختمان‌ها، (5) حفظ درختان و مناظر بومی موجود و در مواردی بهبود منظر طبیعی با مدیریت حداقلی، (6) تنوع در زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها (گیاهان، حیوانات، پرندگان و غیره)، (7) برقراری ارتباط نزدیک مناظر و ساختمان‌ها با زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های محلی مانند تالاب‌ها، جنگل‌ها، علفزارها و حوزه‌های آب‌خیز، (8) ارتباط سازگار ساختمان با ویژگی‌های برجسته زمین‌شناسی منظر
	چشم‌اندازهای طبیعی	(1) تعبیه پنجره به تعداد مورد نیاز برای افزودن دید مناسب به مناظر طبیعی مثل جنگل، دریا، بدنه‌های آبی و فرم‌های زمین‌شناسی، (2) دید دادن به مناظر انسان‌ساخت داخلی و خارجی مثل حیاط‌ها یا باغ‌های داخلی و پاسیوها، (3) عدم تداخل سیستم‌های شیشه‌ای، نرده‌ها یا سایر ویژگی‌های طراحی شده با خطوط دید کلیدی
تجربه غیرمستقیم طبیعت	بازنمایی طبیعت	(1) ارائه صحنه‌های طبیعی، گیاهان، حیوانات، آب، مناظر یا ویژگی‌های زمین‌شناسی در آثار هنرهای تجسمی مانند: عکس‌ها، نقاشی‌ها، فیلم‌ها، پارچه‌ها، نقاشی‌های دیواری/ سقفی، تزئینات طبیعت‌گرایانه، نقوش برجسته، مجسمه‌ها، (2) غنی بودن تصاویر طبیعی از انواع گونه‌ها، مناظر یا تجربیات بقای انسان در طبیعت، (3) شبیه‌سازی عناصر و فرآیندهای طبیعی و سیستم‌های زنده از طریق واقعیت مجازی، نمایش‌دهنده‌های آسمان مجازی، شبیه‌سازی نور و هوای طبیعی
	مصالح طبیعی	(1) استفاده از مصالح طبیعی و بومی مانند چوب، بامبو، سنگ، خاک رس و ارتباط برقرار کردن میان مصالح فضای داخلی و خارجی، (2) استفاده صادقانه از مصالح در جنبش مدرنیستی مانند چوب رنگ‌آمیزی و پرداخت شده برای نشان دادن رگه‌ها، سنگ تراشیده شده و صیقل داده شده برای افزایش رنگ و نقش آن، پارچه‌های بافته شده برای نشان دادن بافت و رنگ ذاتی الیاف طبیعی کتان، پشم، ابریشم و پنبه
	رنگ‌های طبیعی	(1) استفاده از رنگ‌های طبیعی مانند آبی، سبز یا سایر رنگ‌های زمین (Earth colors)، (2) استفاده از رنگ‌های شاد/ گرم، (3) استفاده از رنگ‌های مؤثر در افزایش خلاقیت و بهره‌وری در محیط
	اشکال و فرم‌های طبیعی	(1) تقلید از خطوط خارجی و موتیف‌های موجودات زنده (طراحی بیومورفیک) در فرم، سازه، اجزاء و فضای داخلی ساختمان‌ها، (2) استفاده از عناصر بیومورفیک شامل موتیف‌های گیاهی/ حیوانی (عمدتاً مهره‌داران)، سازه‌های درختی، صدف‌ها و مارپیچ‌ها، فرم‌های تخم‌مرغی، بیضی و لوله‌ای شکل، قوس‌ها، طاق‌ها و گنبدها و ژئومورفولوژی، (3) استفاده از اشکالی که در برابر خطوط مستقیم و زوایای قائم مقاومت می‌کنند (منحنی‌ها/ اشکال ارگانیک)، (4) طراحی الگوی

		سطوح، مبتنی بر محیط طبیعی (مانند الگوی پوست حیوانات)، (5) لایه بافت و مدل‌سازی بر روی سطوح مسطح تمایز نیافته (اضافه نمودن لایه‌های فرم‌های بیومورفیک به ساختار نمای معمولی)
تجربه فضا و مکان	هندسه‌های طبیعی	(1) استفاده از هندسه فراکتال و مقیاس‌های سازمان یافته به صورت سلسله‌مراتبی در طراحی‌ها، (2) استفاده از نسبت طلایی (1:6.618) مانند سری فیبوناچی یا انتخاب نسبت متوسط (1:1.3-1.75)، (3) توجه به تزئینات بیومورفیک در طراحی.
	دورنما و پناهگاه	(1) فضاهایی با دو ویژگی مکمل، داشتن پشتی محافظت شده توسط یک ساختار محکم، با قابلیت دید گسترده، (2) طراحی فضاهایی با ویژگی دورنما از طریق: الف) روشنایی در میدان دید (مانند پنجره‌ها)، ب) چشم‌اندازهای بدون مانع در فاصله‌ای دور، ج) ایجاد دالان‌های دید، د) نمایان کردن و گنجاندن خط آسمان، (3) ایجاد اثرات پناهگاه از طریق: الف) اثر سایبان (پایین آوردن ارتفاع سقف، فرم‌هایی مانند شاخه درختان در بالای سر، گستراندن تاج‌پوش گیاهان)، ب) سطوح محصورکننده (دیوار، پارتیشن و پرده)، ج) دیواره‌ها و سطوح نفوذپذیر برای دید به بیرون، د) تنوع در سطوح نور/ استفاده از نور قابل کنترل (تاریکی حس پناه را القا می‌کند)، (4) توجه هم به وسعت هم به پناهگاه در طراحی ساختمان مانند در نظر گرفتن تنوع ارتفاع سقف در طرح که دو نوع فضا را به وجود می‌آورد؛ یکی فضایی که یادآور فضای بیرون است (از نظر باز بودن فضا و روشنایی) و دیگری فضای سرپناه که حس امنیت بیشتری را القا می‌کند (فضاهای محدود با سقف کوتاه‌تر).
	پیچیدگی و نظم	(1) ایجاد جزئیات و تنوع غنی به شیوه‌ای منظم، (2) در نظر گرفتن فرم‌ها و هندسه‌های طبیعی در سازه، نما و جزئیات اکسپوز ساختمان‌ها، (3) انتخاب مصالح با بافت‌ها و رنگ‌های خاص یا ترتیب دادن انواع مختلف گیاهان و محل قرارگیری آن‌ها.
	ارتباط با مکان	(1) ارتباط جغرافیایی، تاریخی، اکولوژیکی و فرهنگی با مکان، (2) ایجاد روح مکان و پرهیز از بی‌مکانی، (3) به‌کار گرفتن ویژگی‌های منظر برای مشخص کردن فرم و جهت‌گیری بناها، (4) گنجاندن محیط‌های بومی از طریق استفاده از آثار هنری، مصنوعات، بازآفرینی‌های مجازی مانند نمایش سکونت بومیان منطقه و نمایش دادن اطلاعات، (5) استفاده از دیوارها و سیستم‌های زنده جهت تصفیه "آب" و "هوای" ساختمان، (6) استفاده از حوزه حفظ زیستی جهت تصفیه روان‌آب‌های باران.
	فریبندگی (خطر، رمز و راز)	(1) ایجاد حس رمز و راز با استفاده از مسیرهای پیچ در پیچ، مصالح نیمه‌شفاف، منابع صوتی نامحسوس، پنهان کردن/ انحنا دادن لبه‌ها، سطوح منحنی، برش‌هایی در یک پارتیشن، (2) ترغیب به کشف کردن از طریق ایجاد پیچیدگی یا غنای اطلاعاتی، (3) ایجاد احساس خطر با استفاده از کنسول‌ها، لبه‌های نامتناهی، نماهای شفاف، مواجهه با شفافیت کف، مسیرهای زیر/ روی آب، صحنه‌هایی برای به چالش کشیدن گرانش، دو برابر ارتفاع طبیعی در یک فضا، پل‌های اتصال‌دهنده

4- نتیجه‌گیری

در طول دو دهه گذشته، دیدگاه‌های متعددی در زمینه الگوهای یک محیط بیوفیلیک ارائه شده است که تفاوت‌ها و شباهت‌هایی با یکدیگر دارند. این پژوهش به بررسی تفاوت‌ها و همانندی‌های میان این دیدگاه‌ها پرداخته است. در این راستا به مرور نظام‌مند دیدگاه‌های ارائه شده در زمینه الگوهای طراحی بیوفیلیک در بازه زمانی (2001-2023) پرداخته شد. پس از گردآوری دیدگاه‌ها، با روش تحلیل محتوا و تطبیقی که میان آن‌ها صورت گرفت مشخص گردید که دیدگاه‌های شناسایی شده قابلیت دسته‌بندی در 4 خوشه را دارا هستند. پس از شناسایی خوشه دوم به عنوان خوشه غالب، جدول فراوانی بر مبنای آن تنظیم گردید. سپس الگوهایی که فراوانی بیشتر از میانگین هر دسته را دارا بودند به عنوان الگوهایی که از اهمیت بیشتری برخوردار هستند برای ارائه راهکارهای طراحی انتخاب شدند. خوشه دوم دارای سه دسته‌بندی کلی تجربه مستقیم طبیعت، تجربه غیرمستقیم طبیعت و تجربه فضا و مکان است و از 27 الگو تشکیل می‌شود که 15 مورد از مهم‌ترین این الگوها عبارتند از نور طبیعی، تهویه طبیعی، آب، سبزینگی، مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها، چشم‌اندازهای طبیعی، بازنمایی طبیعت، مصالح طبیعی، رنگ‌های طبیعی، اشکال و فرم‌های طبیعی، هندسه‌های طبیعی، دورنما و پناهگاه، پیچیدگی و نظم، ارتباط با مکان و فریبندگی (خطر و رمز و راز). برای هر یک از الگوهای منتخب، راهکارهای طراحی ارائه شده است. در ادامه به شرح راهکارهای طراحی با فراوانی بیشتر برای هر یک از الگوهای منتخب پرداخته می‌شود.

از طریق جمع‌بندی پژوهش‌ها مشخص گردید که می‌توان نور طبیعی را از طریق تعامل خلاقانهٔ شدت‌های

مختلف نور و سایه که در طول روز تغییر می‌کنند، به فضاهای داخلی وارد کرد. همچنین تجربه تهویه طبیعی در محیط ساخته شده می‌تواند به وسیلهٔ تغییرات در جریان هوا، دما و رطوبت افزایش یابد. این شرایط را می‌توان از طریق تعبیه پنجره‌های بازشو، دریچه‌ها، پنجره‌های زیرسقفی و سازه‌های باریک به دست آورد. این نتایج با مطالعات (Browning, et al., 2014; Kellert, 2018; Zhong, et al., 2022; Kellert & Calabrese, 2015; Xue, et al, 2019a) هم‌راستا است.

یافته‌ها نشان داد که راهکارهای طراحی برای آشکار کردن آب عبارتند از فواره‌ها، بدنه‌های آبی، تالاب‌ها و برکه‌های ساخته شده و آکواریوم‌ها. آب در محیط ساخته شده اغلب هنگامی‌که تمیز، روان و به وسیله حواس چندگانه قابل درک باشد، بسیار خوشایندتر است. همچنین گیاهان را می‌توان در فضای داخلی از طریق دیوارهای سبز داخلی، آتریوم‌های بزرگ با محیط‌های مشابه پارک و بسترهای کاشت داخلی وارد نمود. با استفاده از بام‌ها و نماهای سبز و فضاهای سبز جیبی می‌توان پوشش گیاهی را در ساختمان‌ها گنجاند. این نتایج با مطالعات (Zhong, et al., 2022; Söderlund, 2019; Kellert, 2018; Heerwagen & Hase, 2001; Salingaros, 2019, Wilson, 2008) هم‌راستا است.

نتایج نشان داد که طراحی منظر می‌تواند در پیرامون ساختمان‌ها و همچنین در فضاهای داخلی ساختمان انجام شود. طراحی مناظر بیوفیلیک می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد، از جمله تالاب‌ها و برکه‌های ساخته شده، مراتع، دشت‌ها، جنگل‌ها و سایر زیستگاه‌ها. طراحی بیوفیلیک مناظر داخلی اغلب بر آتریوم‌ها، حیاط‌ها، لابی‌ها و راهروها متمرکز است. این نتایج هم‌راستا با مطالعات (Kellert, 2018; Zhong, et al., 2022; Cramer & Browning, 2008; Wilson, 2008) است.

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که چشم‌انداز به طبیعت را می‌توان از طریق تعبیه پنجره‌ها و مناسب بودن دید به مناظر طبیعی (چون جنگل‌ها، بدنه‌های آبی و فرم‌های زمین‌شناسی) یا مناظر انسان‌ساخت داخلی یا خارجی (مانند باغ‌های داخلی، پاسیوها و آتریوم‌ها) فراهم نمود. همچنین تصاویر و بازنمایی طبیعت را می‌توان از طریق ارائه صحنه‌های طبیعی در آثار هنرهای تجسمی، شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای و سایر ابزارهای نمایشی در محیط ساخته شده به دست آورد. بازنمایی طبیعت می‌تواند اثرات ترمیمی مشابه هرچند ضعیف‌تری نسبت به تجربه محیط طبیعی واقعی داشته باشد. این نتایج با مطالعات (Xue, et al, 2019a; Heerwagen & Gregory, 2008; TBG, 2012; Kellert & Calabrese, 2015; Downton, et al., 2017) هم‌راستا است.

یافته‌ها نشان داد که می‌توان از مصالح طبیعی مانند چوب، سنگ، بامبو و خاک رس در طیف وسیعی از محصولات، مبلمان و دیگر طراحی‌های داخلی و خارجی استفاده کرد. استفاده از مصالح بومی به جای مصالح غیر بومی توصیه می‌شود. همچنین طراحان برای ایجاد تأثیرات مثبت از رنگ‌های طبیعی همچون آبی، سبز یا سایر رنگ‌های زمین استفاده می‌کنند. استفاده از رنگ‌های گرم به این دلیل توصیه می‌شوند که گرم بودن نور محیط، پیامدهای روانی مثبتی دارد. این نتایج با مطالعات (Xue, et al., 2019a; Kellert & Calabrese, 2015; Yao, 2003; Zhong, et al., 2022; Alexander, et al., 1977; Derr & Kellert, 2013) هم‌سو است.

یافته‌ها حاکی از آن است که اشکال و فرم‌های طبیعی می‌توانند از طریق تقلید از خطوط خارجی و موتیف‌های موجودات زنده در فرم ساختمان‌ها، سیستم‌های سازه‌ای، مناظر، فضای داخلی و الگوی سطوح، مورد استفاده قرار گیرند. همچنین یکی از راهکارهای طراحی الگوی هندسه‌های طبیعی، استفاده از هندسه فراکتال و مقیاس‌های سازمان یافته به صورت سلسله‌مراتبی مانند نسبت‌های طلایی و سری فیبوناچی در طراحی‌ها است. استفاده از هندسه‌های طبیعی در محیط ساخته شده به ارتقای احساس تعادل، تقارن و هماهنگی کمک می‌کند. این نتایج در راستای مطالعات (Kellert, 2018; Zhong, et al., 2022; Xue, et al., 2019a; Heerwagen & Gregory, 2008; Kellert, 2008) است.

بر اساس یافته‌ها، ویژگی دورنما را می‌توان از طریق ایجاد روشنایی در میدان دید، چشم‌اندازهای بدون مانع از فاصله‌ای دور، ایجاد دالان‌های دید و نمایان کردن خط آسمان به دست آورد. همچنین از طریق ایجاد اثر سایبان

مانند پایین آوردن سقف، سطوح محصورکننده و تنوع در سطوح نور می‌توان به ویژگی پناهگاه دسترسی پیدا کرد. فضاهایی با این دو ویژگی مکمل مانند ایوان‌های سرپوشیده، بالکن‌ها و رواق‌ها می‌توانند تجربه دورنما و پناهگاه را پدید آورند. همچنین پیچیدگی و نظم را می‌توان با ایجاد ساختارهایی با جزئیات و تنوع غنی به شیوه‌ای منظم، انتخاب مصالح با بافت‌ها و رنگ‌های خاص، ترتیب دادن انواع گیاهان و محل قرارگیری آن‌ها و به‌کار بردن تزئینات در محیط فراهم نمود. این نتایج هم‌راستا با مطالعات (Heerwagen & Hase, 2001; Downton, et al., 2017; Zhong, et al., 2022; Salingaros, 2019; Browning, et al., 2014) است.

جمع‌بندی پژوهش‌ها نشان داد که ارتباط با مکان دارای ابعاد فرهنگی، تاریخی، جغرافیایی و اکولوژیکی است. ارتباط با مکان را می‌توان از طریق دید دادن به مکان‌های دیدنی برجسته و مناظر طبیعی، استفاده از مصالح و گیاهان بومی، توجه به ویژگی‌هایی از منظر که فرم ساختمان را مشخص می‌کنند، ایجاد روح مکان و پرهیز از بی‌مکانی به دست آورد. همچنین می‌توان حس رمز و راز را با استفاده از مسیرهای پیچ‌درپیچ، مصالح نیمه‌شفاف، منابع صوتی نامحسوس، سطوح منحنی القا نمود. احساس خطر را می‌توان با استفاده از کنسول‌ها، نماهای شفاف، مسیرهای زیر/ روی آب و به چالش کشیدن گرانش ایجاد نمود. فریبندگی (خطر و رمز و راز) موجب تقویت کنجکاوی و در نتیجه ترغیب به کاوش، کشف و افزایش خلاقیت و توانایی حل مسأله می‌شود. این نتایج با مطالعات (Zhong, et al., 2022; Heerwagen & Hase, 2001; Browning, et al., 2014; Kellert, 2008; Wilson, 2008) هم‌سو است (جدول 11).

نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در محدود نمودن دامنه اطلاعات در زمینه الگوهای یک محیط بیوفیلیک و در جهت پیاده‌سازی این الگوها در محیط ساخته شده به طراحان یاری برساند. پیش از این تحقیقاتی وجود داشته‌اند که از طریق تجمیع چند دیدگاه غالبا معروف به دیدگاه جدیدی دست یابند همچون ژونگ و همکاران (2022)، لی و پارک (2022)، شوئه و همکاران (2019) و اسیم و شری (2019)، اما در این پژوهش سعی بر آن بود که تمامی دیدگاه‌های شناسایی شده در بازه زمانی (2001-2023) در چند خوشه دسته‌بندی شوند. براساس یافته‌ها، آینده تحقیقاتی در حوزه بیوفیلیک علاوه بر پژوهش در زمینه ریشه‌های علمی الگوها و فرضیه‌سازی در مورد الگوهای جدید (Ryan & Browning, 2018) به سمت کمی شدن الگوهای بیوفیلیک در حرکت است (Kellert, 2018) همان‌گونه که برتو و باربیرو (2017) و سالینگاروس (2019) در این جهت تلاش نموده‌اند.

پی‌نوشت

[1] کلمه بیوفیلیا ریشه یونانی دارد و از دو بخش bio به معنای زندگی و philia به معنای عشق تشکیل شده است (Mohamed, 2021; Browning & Ryan, 2020).

[2] Eric Fromm

[3] شرایطی که در آن ساکنان ساختمان اثرات حاد سلامتی را نشان می‌دهند که به نظر می‌رسد با مدت زمان سپری شده در آن ساختمان در ارتباط است و هیچ بیماری یا علت خاصی را نمی‌توان شناسایی کرد (Asim, et al., 2020).

[4] Attention Restoration Theory (ART)

[5] Stress Recovery Theory (SRT)

[6] Rocky Mountain Institute

[7] The Biophilic Quality Index (BQI): A Tool to Improve a Building from “Green” to Restorative.

[8] Biophilic Environment Variables (BEV)

[9] 5 اصل طراحی بیوفیلیک توسط کلرت و کالابرس (2015) ارائه شده است. این اصول شرایط اساسی هستند که وجود آن‌ها موجب مؤثر واقع شدن اقدامات بیوفیلیک می‌شوند (Kellert & Calabrese, 2015).

[10] The Living Building Challenge standard

[11] Green Pockets (3D- Green Spaces)

[12] دیدگاه برتو و باربیرو (2014) در جدول فراوانی الگوها (جدول 10) در نظر گرفته نشده است؛ زیرا الگوی بیان شده توسط آن‌ها در خوشه دوم وجود ندارد.

مراجع

Afifian, M., Keshmiri, H., Moztarzadeh , H., & Ziari , K. (2023). Evaluation of the Relationship between Biophilic Outdoor Elements of Residential Complexes and the Elderly’s Residential Satisfaction (Case Study: Residential complexes of Shiraz). *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design, 11(1)*, 215-234. [in Persian]

Bright Green, LLC, www.TerrapinBrightGreen.com.

Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). *14 patterns of biophilic design: Improving Health & Well-Being in the Built Environment.* new York: Terrapin Bright Green, LLC.

Calabrese, E. F., & Dommert, A. (2019). Biophilia and the Practice of Biophilic Design. In R. Coles, S. Costa, & S. Watson, *Pathways to Wellbeing in Design: Examples from the Arts, Humanities and the Built Environment* (pp. 97-127). New York: Routledge.

Cramer, J. S., & Browning, W. D. (2008). Transforming Building Practices Through Biophilic Design. In S. R. Kellert, J. Heerwagen, & M. Mador, *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life* (pp. 335-346). Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Derr, T., & Kellert, S. (2013). Making Children's Environments "R.E.D.": Restorative Environmental Design and Its Relationship to Sustainable Design. *In Proceedings of the 44th annual conference of the environmental design research association.*

Downton, P., Jones, D., Zeunert, J., & Roös, P. (2017). *Creating healthy places: railway stations, biophilic design and the Metro Tunnel Project.* Geelong, Australia: Deakin University.

Duzenli, T., Tarakci, E., & Akyol, D. (2017). Concept of Sustainability and Biophilic Design in Landscape Architecture. *The Journal of Academic Social Science, 5*, 43-49.

Ebrahimpour, M. (2020). Proposing a Framework of Biophilic Design Principles in Hot and Arid Climate of Iran by Using Grounded Theory. *Civil and Environmental Engineering, 16(1)*, 71-78.

Esmailpoor, N., & Dehghanian, M. (2024). Systematic Review of the Factors and Consequences of Residential Mobility in Cities. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design, 11(2)*, 119-144. [in Persian]

Frumkin, H. (2001). Beyond Toxicity: Human Health and the Natural Environment. *American journal of preventive medicine, 20(3)*, 234-240.

Heerwagen, J. H., & Gregory, B. (2008). Biophilia and Sensory Aesthetics. In S. R. Kellert,

Alaie, A., Yazdanfar, A., Hosseini, S.-B., & Norouzian-Maleki, S. (2020). A Framework for the Components of Social Sustainability in Housing Based on Content Analysis of Relevant Studies. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design, 8(2)*, 81-94. [in Persian]

Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). *A Pattern Language.* New York: Oxford University Press.

Asim, F., & Shree, V. (2019). The impact of Biophilic Built Environment on Psychological Restoration within student hostels. *Visions for Sustainability, 12*, 18-33.

Asim, F., Rai, S., & Shree, V. (2020). Biophilic Architecture for restoration and therapy within the built environment. *Visions for Sustainability, 15*, 53-79.

Berto, R., & Barbiero, G. (2014). Mindful silence produces long lasting attentional performance in children. *Visions for Sustainability, 2*, 49-60.

Berto, R., & Barbiero, G. (2017). The Biophilic Quality Index: A Tool to Improve a Building from "Green" to Restorative. *Visions for Sustainability, 8*, 38-45.

Bolten, B., & Barbiero, G. (2020). Biophilic Design: How to enhance physical and psychological health and wellbeing in our built environments. *Visions for Sustainability, 00*, 01-04.

Bolten, B., & Barbiero, G. (2023). Biophilic Design: Nine Ways to Enhance Physical and Psychological Health and Wellbeing in Our Built Environments. In S. Capolongo, M. Botta, & A. Rebecchi, *Therapeutic Landscape Design: Methods, Design Strategies and New Scientific Approaches* (pp. 13-19). Cham: Springer International Publishing.

Browning, W. D., & Ryan, C. (2020). *Nature Inside: A Biophilic Design Guide.* London: RIBA Publishing.

Browning, W., Kallianpurkar, N., Ryan, C., & Labruto, L. (Revised 2015). *The Economics of Biophilia: Why Designing with Nature in Mind Makes Financial Sense.* New York: Terrapin

Kellert, S. R., & Wilson, E. O. (1993). *The Biophilia Hypothesis.* Island Press.

Lee, E. J., & Park, S. J. (2022). Biophilic Experience-Based Residential Hybrid Framework. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*, 8512.

Mohamed, D. S. (2021). Biophilic design impact on Healthcare facilities interior design in Egypt. *Journal of Design Sciences and Applied Arts, 2(1)*, 60-70.

Mollazadeh, M., & Zhu, Y. (2021). Application of Virtual Environments for Biophilic Design: A Critical Review. *Buildings, 11(4)*, 148.

Ryan, C. O., Browning, W., Clancy, J., Andrews, S., & Kallianpurkar, N. (2014). Biophilic Design Patterns: Emerging Nature-Based Parameters for Health and Well-Being in the Built Environment. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research, 8(2)*, 62-76.

Ryan, C., & Browning, W. (2018). Biophilic Design. In R. M. (ed.), *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 1-44). New York, NY, USA: Springer.

Salingaros, N. A. (2015). *Biophilia & Healing Environments: Healthy Principles for Designing the Built World.* New York: Terrapin Bright Green, LLC.

Salingaros, N. A. (2019). The Biophilic Healing Index Predicts Effects of the Built Environment on Our Wellbeing. *Journal of Biourbanism, 8(1)*, 13-34.

Salingaros, N. A. (2020). Neuroscience Experiments to Verify The Geometry of Healing Environments: Proposing a Biophilic Healing Index of Design and Architecture. In J. B. Hollander, & A. Sussman, *Urban Experience and Design: Contemporary Perspectives on Improving the Public Realm* (pp. 58-72). New York and London: Routledge, Taylor & Francis group.

Söderlund, J. (2019). *The Emergence of Biophilic Design.* cham, Switzerland : Springer.

J. Heerwagen, & M. Mador, *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life* (pp. 227-241). Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Heerwagen, J., & Hase, B. (2001). Building Biophilia: Connecting People to Nature in Building Design. *Environmental Design and Construction, 3*, 30-36.

Hildebrand, G. (2008). Biophilic Architectural Space. In S. R. Kellert, J. Heerwagen, & M. Mador, *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life* (pp. 263-275). Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Hung, S. H., & Chang, C. Y. (2021). Health benefits of evidence-based biophilic-designed environments: A review. *Journal of People, Plants, and Environment, 24(1)*, 1-16.

Jiang, B., Song, Y., Li, H. X., Lau, S. S.-Y., & Lei, Q. (2020). Incorporating biophilic criteria into green building rating tools: Case study of Green Mark and LEED. *Environmental Impact Assessment Review, 82*, 106380.

Kellert, S. R. (2004). Beyond LEED: From Low Environmental Impact to Restorative Environmental Design. *Keynote Address, Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference*.

Kellert, S. R. (2005). *Building for Life: Designing and Understanding the Human-Nature Connection.* Washington, DC, USA: Island Press.

Kellert, S. R. (2008). Dimensions, Elements, and Attributes of Biophilic Design. In S. R. Kellert, J. Heerwagen, & M. Mador, *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life* (pp. 3-19). Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Kellert, S. R. (2018). *Nature by Design: The Practice of Biophilic Design.* Yale University Press.

Kellert, S. R., & Calabrese, E. (2015). The Practice of Biophilic Design. *www.biophilic-design.com*.

Yin, J., Arfaei, N., MacNaughton, P., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2019). Effects of Biophilic Interventions in Office on Stress Reaction and Cognitive Function: A Randomized Crossover Study in Virtual Reality. *Indoor Air, 29(6)*, 1028-1039.

Yin, J., Yuan, J., Arfaei, N., Catalano, P., Allen, J., & Spengler, J. (2020). Effects of biophilic indoor environment on stress and anxiety recovery: A between-subjects experiment in virtual reality. *Environment International, 136, 105427*.

Yin, J., Zhu, S., MacNaughton, P., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2018). Physiological and Cognitive Performance of Exposure to Biophilic Indoor Environment. *Building and Environment, 132*, 255-262.

Zhong, W., Schroder, 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.

Zhong, W., Schroeder, T., & Bekkering, J. (2023). Designing with nature: Advancing three-dimensional green spaces in architecture through frameworks for biophilic design and sustainability. *Frontiers of Architectural Research, 12* , 732-753.

TBG, T. B. (2012). *the economics of biophilia: Why designing with nature in mind makes financial sense.* New York: Terrapin Bright Green, LLC, www.terrapinbrightgreen.com.

Wilson, A. (2008). Biophilia in Practice: Buildings That Connect People with Nature. In S. R. Kellert, J. H. Heerwagen, & M. L. Mador, *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life* (pp. 325-333). Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Xue, F., Gou, Z., Lau, S. S.-Y., Lau, S.-K., Chung, K.-H., & Zhang, J. (2019a). From biophilic design to biophilic urbanism: Stakeholders' perspectives. *Journal of Cleaner Production, 211*, 1444-1452.

Xue, F., Lau, S. S., Gou, Z., Song, Y., & Jiang, B. (2019b). Incorporating biophilia into green building rating tools for promoting health and wellbeing. *Environmental Impact Assessment Review, 76*, 98-112.

Yao, M. (2003). *The Natural Environment and Human Health: Epidemiological Evaluations of Case Studies on Biophilia and Green Design.* Yale School of Forestry and Environmental Studies.

Yeang, K. (2008). Ecoskyscrapers and Ecomimesis: New tall building typologies, CTBUH 8th World Congress.