مجلهٔ منظر، ۱۷ (۷۲)، ۵۰-۶۳ / پاییز ۱۴۰۴
DOI: 10.22034/manzar.2025.508795.2339

ترجمهٔ انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
The Role of Trees in Evaluating the Visual Aesthetics and Morphological Complexity of Urban Landscapes
در همین شمارهٔ مجله به چاپ رسیده است.

مقالهٔ پژوهشی

نقش درختان در سنجش زیبایی‌شناسی بصری و پیچیدگی کالبدی مناظر شهری*

علیرضا ارثیا
گروه شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
طوفان حقانی**
گروه شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
علیرضا بندرآباد
گروه شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ تاریخ قرارگیری روی سایت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

چکیده| با وجود نقش حیاتی درختان در ارتقای کیفیت بصری فضاهای شهری، اجماع علمی مشخصی دربارهٔ نحوهٔ و میزان تأثیر آن‌ها بر زیبایی‌شناسی و پیچیدگی مناظر شهری وجود ندارد. بیشتر پژوهش‌های پیشین بر ارزیابی‌های ذهنی تمرکز داشته و تأثیر دقیق حذف یا افزودن درختان بر پیچیدگی کالبدی و زیبایی مناظر را کمتر تحلیل کرده‌اند. این خلأ، نیاز به مطالعه‌ای دقیق و جامع را مطرح می‌کند. هدف این پژوهش بررسی تأثیر افزودن یا جابه‌جایی درختان بر زیبایی‌شناسی بصری و پیچیدگی کالبدی مناظر شهری است. پرسش اصلی آن است که آیا این تغییرات همواره باعث بهبود کیفیت بصری می‌شوند یا در برخی موارد ممکن است اثر معکوس داشته باشند. این پژوهش با بهره‌گیری از روش‌های کیفی و کمّی انجام شده است. با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی بصری واقعیت افزوده (AR) و تحلیل تصویری در نرم‌افزار ImageJ، ۱۱ تصویر از مناظر شهری مختلف در سراسر جهان انتخاب شد. سپس از طریق یک پرسشنامهٔ تصویری، نظرات ۵۱ متخصص منظر شهری گردآوری شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون خی‌دو و t مستقل، همچنین تحلیل ابعاد فراکتال تصاویر استفاده شد. در نمونه از ۱۱ مورد، افزودن درختان به‌طور معناداری زیبایی و پیچیدگی بصری را افزایش داد (سطح معناداری ۰/۰۵> و Cramér's V=۰/۷۷۹). تحلیل فراکتال و آزمون t نیز پیچیدگی بالاتر مناظر دارای درختان را تأیید کرد. بااین‌حال، در برخی موارد، درختان با پوشاندن جزئیات معماری، زیبایی را کاهش دادند. بررسی‌ها نشان داد مکان قرارگیری درختان نسبت به ساختار کالبدی اهمیت به‌سزایی دارد. به بیان دیگر، رابطهٔ بین پیچیدگی و زیبایی خطی نیست و وجود یک «آستانهٔ بصری» ضروری به نظر می‌رسد که پس از آن، افزودن عناصر طبیعی می‌تواند اثر منفی داشته باشد. این یافته‌ها به طراحان کمک می‌کند تا با طراحی هوشمندانه و مکانیابی درختان، تجربهٔ بصری شهروندان را بهبود و کیفیت زندگی شهری را ارتقا دهند.

واژگان کلیدی| *پیچیدگی بصری، پیچیدگی کالبدی، ابعاد فراکتال، درختان، زیبایی‌شناسی منظر.*

مقدمه| منظر حاصل تعامل انسان و محیط و نقش محوری در شکل‌گیری هویت، فرهنگ و کیفیت زندگی داشته است و بستری حیاتی برای توسعهٔ اجتماعی، اقتصادی و حفظ میراث فرهنگی به شمار می‌رود (Mansouri & Habibi, 2011, 64). «متداول‌ترین روش تخمین کیفیت زیبایی‌شناسی در منظر، از طریق بُعد بصری آن است» (Serrano Giné et al., 2021). ارزش‌های زیبایی‌شناختی منظر به‌دلیل وجود طیفی از خصوصیات و ویژگی‌های منظر، یا ترکیبی از این دو است. منظری که با ساختاری خوانا و خاطره‌انگیز تماشاگر را به خود جذب می‌کند، یا با خصوصیات غیرمعمول (مانند: ظاهر، بو، صدای ویژگی‌های طبیعی یا مصنوعی)، معمولاً دارای ارزش‌های زیبایی‌شناختی بالایی ارزیابی می‌شود (Othman et al., 2015, 331).

** نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۱۱۲۹۱۳۴ toofan.haghani@iauctb.ac.ir

زیبایی‌شناسی نقش مهمی در منظر ایفا می‌کند و به‌عنوان محرکی برای تحول آن، بر پایهٔ ارزش‌های فرهنگی، عدالت اجتماعی و حقوق زیست‌محیطی عمل می‌کند. این رویکرد با خلق فرم‌های نوین، به پایداری، زیبایی و معنابخشیدن به فضاهای منظری کمک می‌کند (Habibi, 2017, 65). همچنین جاذبه‌های بصری و زیبایی‌شناسی، نقش تعیین‌کننده‌ای در ترجیحات کاربران و حضور مردم در فضاهای عمومی دارند (Haghani, 2015).

توجه به درختان به‌عنوان یکی از عناصر تشکیل‌دهندهٔ زیرساخت‌های سبز با نقش‌آفرینی در کاهش دما، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تعدیل اثرات جزیرهٔ گرمایی، می‌تواند راهکاری مؤثر برای مواجهه با مشکلات روزافزون شهرهای امروزی باشد (Habibi & Kahe, 2024; Arsiya & Mehrabani Golzar, 2018). فضای

سبز شهری به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی محیط شهری، نه‌تنها در بهبود کیفیت زندگی و ارتقای سلامت اکولوژیکی نقش دارد، بلکه عامل مهمی در شکل‌دهی به هویت بصری و تجربهٔ زیبایی‌شناختی شهروندان است (Chiesura, 2004; Tzoulas et al., 2007; Nowak & Dwyer, 2007). ازطرفی، درختان و پوشش‌های گیاهی که شاخص‌های اصلی این فضاها هستند، به‌طور قابل توجهی در ایجاد جذابیت بصری و افزایش پیچیدگی محیطی تأثیرگذارند (Liu et al., 2021). بااین‌حال، میزان و نحوهٔ تأثیرگذاری این عناصر در مناظر شهری همچنان محل بحث است.

بسیاری از مطالعات پیشین به اهمیت عناصر طبیعی در بهبود کیفیت بصری فضاهای شهری پرداخته‌اند، اما اغلب این تحقیقات بر ارزیابی‌های کلی تأثیرات زیبایی‌شناختی متمرکز بوده و رابطهٔ دقیق میان افزودن یا حذف درختان و تغییرات در پیچیدگی کالبدی بناهای ساخته‌شده را کمتر بررسی کرده‌اند. همچنین، اغلب این پژوهش‌ها بر ادراک ذهنی افراد از زیبایی فضاهای سبز تأکید داشته‌اند، درحالی‌که روش‌های کمّی و تحلیلی که بتوانند تغییرات بصری را در تعامل میان عناصر طبیعی و کالبدی به‌طور دقیق ارزیابی کنند، کمتر استفاده قرار شده‌اند.

ازآنجاکه شهرها ترکیبی از ساختارهای کالبدی طبیعی و مصنوع هستند، ایجاد تعادل میان این دو عنصر ضروری است. افزودن درختان و پوشش گیاهی از یک‌سو می‌تواند به افزایش زیبایی و جذابیت بصری فضاهای شهری منجر شود، اما ازسوی‌دیگر ممکن است با کاهش خوانایی بصری یا افزایش بیش از حد پیچیدگی، تجربهٔ محیطی را تحت‌تأثیر قرار دهد. بر همین اساس، این پژوهش به‌دنبال بررسی این مسئله از طریق ترکیبی از روش‌های تحلیل بصری، ارزیابی نظرات متخصصان و استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر است تا درک بهتری از تأثیر عناصر طبیعی بر ساختار بصری و ادراکی محیط شهری ارائه دهد.

تمرکز و هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر افزودن یا جابه‌جایی درختان در مناظر شهری بر زیبایی بصری و پیچیدگی کالبدی انجام شده است. سؤال اصلی این است که آیا افزودن یا جابه‌جایی درختان در مناظر شهری همواره به افزایش زیبایی و پیچیدگی بصری منجر می‌شود؟ و چگونه می‌توان تعادل مطلوبی میان این دو معیار برقرار کرد؟ در این راستا فرضیهٔ پژوهش را می‌توان چنین تعریف کرد که افزودن درختان همواره موجب افزایش هم‌زمان زیبایی بصری و پیچیدگی کالبدی مناظر شهری است.

پیشینهٔ پژوهش

بررسی ارتباط میان پیچیدگی، زیبایی و کاربری فضاهای سبز، از موضوعات مهم در پژوهش‌های اخیر است و به درک بهتر نقش طراحی شهری در بهبود کیفیت محیط‌های زندگی کمک می‌کند. برای ایجاد درک منسجم از دامنهٔ پژوهش‌های انجام‌شده، می‌توان آن‌ها را به چهار دستهٔ اصلی طبقه‌بندی کرد.

• مطالعات بر پارک‌ها و فضاهای سبز عمومی

بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها، بر بررسی رابطهٔ میان پوشش گیاهی و کیفیت زیبایی‌شناسی در پارک‌ها و فضاهای عمومی تمرکز دارند. مندس و همکاران (Mendes et al., 2024) با بررسی بقایای طبیعی، پارک‌ها و زمین‌های خالی در کانادا نشان دادند که در فضاهای سبز، پیچیدگی بصری و تنوع گیاهی با ارزیابی مثبت زیبایی‌شناسی مرتبط است، درحالی‌که وجود سازه‌های مصنوعی در زمین‌های خالی موجب کاهش این ارزش می‌شود. جهانی و همکاران (Jahani et al., 2021) نیز با استفاده از مدل‌سازی شبکهٔ عصبی مصنوعی، دریافتند که عواملی مانند سطوح سخت، میانگین قطر درختان و وجود ساختمان‌ها، بیشترین تأثیر را بر میزان پیچیدگی بصری مناظر پارکی دارند. این مدل به‌عنوان ابزاری برای پیش‌بینی سطح پیچیدگی و توسعهٔ گردشگری شهری پیشنهاد شده است. همچنین پژوهش حامی و همکاران (Hami et al., 2014) با تمرکز بر فضاهای سبز شهری، نشان داد که پیچیدگی پایین‌تر عناصر طبیعی با افزایش تعاملات اجتماعی همراه است، درحالی‌که پیچیدگی بالاتر می‌تواند به کاهش جذابیت و احساس امنیت منجر شود. این یافته‌ها بر ضرورت تعادل میان زیبایی‌شناسی و کاربری فضا تأکید دارند.

• مطالعات بر فضاهای سکونتی و کالبد شهری (حومه و خیابان‌ها)

برخی پژوهش‌ها تمرکز خود را بر فضاهای سکونتی، اعم از مناطق حومه‌ای یا خیابان‌های درون شهری، قرار داده‌اند. وکومانوویچ و اور (Vukomanovic & Orr, 2014) در پژوهشی دربارهٔ مناظر حومه‌ای نشان دادند که خانه‌هایی با پوشش گیاهی بیشتر، زمین‌های پیچیده‌تر و دیدهای وسیع‌تر جذابیت بصری دارند. این مطالعه اهمیت پیچیدگی بصری و مقیاس دید را در ادراک زیبایی‌شناسی محیطی تقویت می‌کند. در همین راستا، وبر و همکاران (Weber et al., 2008) با بررسی عناصر خیابان‌های شهری دریافتند که ویژگی‌هایی نظیر تقارن، یکنواختی، پوشش گیاهی، سبکی و همگنی مقیاس از عوامل تأثیرگذار بر قضاوت‌های زیبایی‌شناسی هستند. هر دو مطالعه بر نقش ساختارهای کالبدی و تنوع گیاهی در شکل‌گیری تجربهٔ زیبایی در فضاهای روزمرهٔ شهری تأکید دارند.

• مطالعات با رویکرد تاریخی و بلندمدت

مطالعاتی با نگرش تاریخی نیز به بررسی تغییرات زیبایی‌شناسی منظر شهری پرداخته‌اند. سرافراز اسبق و همکاران (Sarafraz Asbagh et al., 2022) با تحلیل کیفیت مناظر شهری تبریز طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۰، دریافتند که شهرنشینی باعث تکه‌تکه‌شدن و کاهش انسجام مناظر شده، اما در عین حال، پیچیدگی و طبیعی‌بودن آن‌ها در گذر زمان اهمیت بیشتری پیدا کرده است. این یافته‌ها ضرورت پایش بلندمدت پیچیدگی مناظر و توجه به آن در طراحی شهری را برجسته می‌سازند. در همین راستا، اورزخوفسکاشایدا (Orzechowska-Szajda, 2014) نیز پیچیدگی را

به‌عنوان شاخصی بنیادین در کیفیت زیباشناسی معرفی کرد و نشان داد که تنوع و غنای عناصر طبیعی از عوامل کلیدی در ادراک بصری و بهبود کیفیت روانی کاربران هستند. او هشدار داد که کاهش تنوع و یکنواختی در مناظر می‌تواند ارزش زیبایی‌شناسی را کاهش دهد.

• مطالعات مفهومی بر پایهٔ تنوع پوشش گیاهی

پژوهش‌هایی همچون ژانگ و همکارن (Zhang et al., 2022)، هریس (Harris et al., 2017) و برگروت (Bergerot et al., 2020) نیز به نقش تنوع گیاهی در زیبایی منظر شهری پرداخته‌اند. این مطالعات غالباً تمرکز خود را بر پارک‌ها، باغ‌های خصوصی یا فضاهای محدود درون شهری قرار داده‌اند. در این پژوهش‌ها، «پیچیدگی» عمدتاً معادل با «تنوع پوشش گیاهی» در نظر گرفته و با ترجیحات مثبت زیبایی‌شناسی مرتبط دانسته شده است. لیکن منابعی که موضوع رابطهٔ پیچیدگی محیط فیزیکی و طبیعی ساخته‌شدهٔ شهری[1] را با یکدیگر مقایسه و تحلیل کرده باشند، محدود است. این پژوهش با زاویهٔ متفاوتی به مفهوم پیچیدگی، تأثیر آن را بر زیبایی‌شناسی مناظر شهری بررسی کرده است.

برخلاف بسیاری از مطالعات پیشین که عمدتاً بر ارزیابی‌های کلی تأثیر پیچیدگی بصری و تنوع عناصر طبیعی بر زیبایی‌شناسی مناظر شهری تمرکز داشتند، این پژوهش، به‌طور تجربی تأثیر افزودن یا حذف عناصر طبیعی مانند درختان را بر پیچیدگی و متعاقب آن زیبایی‌شناسی مناظر شهری بررسی کرده است. همچنین، این پژوهش به‌جای محدودشدن به ارزیابی‌های ذهنی، از روش‌های آماری دقیق مانند آزمون خی‌دو و آزمون t مستقل برای تحلیل داده‌ها استفاده کرده است تا معناداری تغییرات بصری را ارزیابی کند. علاوه‌بر این، درحالی‌که مطالعات پیشین بیشتر بر جنبه‌های کلی پیچیدگی و زیبایی مناظر تأکید داشتند، این مقاله با تمرکز بر تعامل میان عناصر طبیعی و کالبدی، چارچوبی متفاوتی برای طراحی و مدیریت متعادل فضاهای شهری ارائه می‌دهد که نیازهای روان‌شناختی، زیبایی‌شناختی و اکولوژیکی شهروندان را به‌طور همزمان پوشش می‌دهد.

مبانی نظری

فضاهای سبز شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر محیط‌های شهری، نقش حیاتی در بهبود کیفیت زندگی شهروندان و ارتقای سطح زیبایی‌شناختی این محیط‌ها ایفا می‌کنند. این فضاها نه‌تنها بستری برای تعاملات اجتماعی و ارتقای سلامت روانی هستند، بلکه به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در ایجاد تنوع بصری و زیباشناسی در مناظر شهری محسوب می‌شوند. پیچیدگی، به‌عنوان یکی از ویژگی‌های اساسی مناظر، نقشی تعیین‌کننده در تجربهٔ زیبایی‌شناختی افراد ایفا می‌کند. ازسوی‌دیگر، درک دقیق‌تر این رابطه می‌تواند ابزاری مؤثر برای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار فضاهای شهری فراهم آورد. در این پژوهش، تلاش شده است تا هر کدام از این موارد بررسی و در نهایت چارچوبی متفاوت در مقایسه با پژوهش‌های دیگر برای درک بهتر رابطهٔ فضای شهری مصنوع و طبیعی ارائه شود.

• اهمیت پیچیدگی کالبدی و بصری در تعریف و درک منظر شهری

شهرها سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که رفتارهای آشفته‌ای را در زیرسیستم‌های خود نشان می‌دهند (Haghani & Larkham, 2010). به اعتقاد «ایوینگ» و «هندی» (Ewing & Handy, 2009, 81)، «پیچیدگی کالبدی، به غنای بصری یک مکان اشاره دارد. پیچیدگی یک مکان به تنوع محیط فیزیکی، به‌طور خاص تعداد و انواع ساختمان‌ها، تنوع معماری و تزئینات، عناصر طبیعی، مبلمان خیابان، علائم و فعالیت‌های انسانی بستگی دارد». بنا بر این تعریف معلوم می‌شود پیچیدگی را می‌توان در تمامی اجزای شهری دید. هم در ابعاد طبیعی و کالبدی مانند درختان، فضاهای سبز، مناظر و مبلمان شهری، هم در تجارب ذهنی که در افراد شکل می‌گیرد. حتی حضور افراد و نوع فعالیت‌هایشان بر پیچیدگی محیط اثرگذار است.

معیارهای کلیدی منظر شهری شامل تراکم جمعیت، پراکندگی توسعه، تمرکز جمعیت، پیچیدگی شهری، ارزش‌های فرهنگی، زیست‌محیطی و ... است (Delclòs-Alió et al., 2023, 194; Habibi, 2017). اوده (Ode & Miller, 2011, 24 & 25) معتقد است که پیچیدگی به تنوع و غنای عناصر و ویژگی‌های منظر و همچنین تلاقی الگوها در منظر اشاره دارد. به اعتقاد وی پیچیدگی منظر، به‌عنوان یک مفهوم مهم برای توصیف شخصیت بصری، با طیف وسیعی از معیارهای منظر برای توصیف پیچیدگی بصری مطرح می‌شود. ازاین‌رو، پیچیدگی منظر شهری به ماهیت پیچیده و چندوجهی ترتیبات فضایی، ساختارها و عناصر درون یک منطقهٔ شهری اشاره دارد. این موارد شامل تنوع ویژگی‌های فیزیکی، کاربری‌های زمین، اجتماعی- فرهنگی، فضایی- کالبدی، زیست‌محیطی- اکولوژیک و معنایی- هویتی است که به پیچیدگی کلی محیط شهری منجر می‌شود (Habibi, 2017, Cadenasso & Pickett, 2008).

بررسی‌های باتیستا هرناندز (Bautista-Hernández, 2020) نشان می‌دهد که رابطهٔ بین ساختار شهری یک منطقهٔ شهری و رفتار افراد، نمایانگر جنبهٔ خاصی از پیچیدگی کالبدی است و مطالعات نشان می‌دهند که چگونه چیدمان فیزیکی فضاهای شهری بر رفتار زنجیرهٔ سفر تأثیر می‌گذارد. همچنین چیدمان سازه‌های ساخته‌شده، فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی، تنوع فرهنگی، فضاهای سبز و شبکهٔ پیچیدهٔ سیستم‌های حمل‌ونقل از عوامل متعدد شکل‌گیری پیچیدگی منظر شهری هستند. این عناصر به روش‌های پویا با هم تعامل دارند و به پیچیدگی کلی محیط شهری کمک می‌کنند (Alberti et al., 2007).

پیچیدگی کالبدی در مناطق شهری شامل عناصر پیچیده و متنوع محیط ساخته شده که منظر شهری را شکل داده است و آرایش فضایی، طراحی و ویژگی‌های فیزیکی شهر را در بر می‌گیرد.

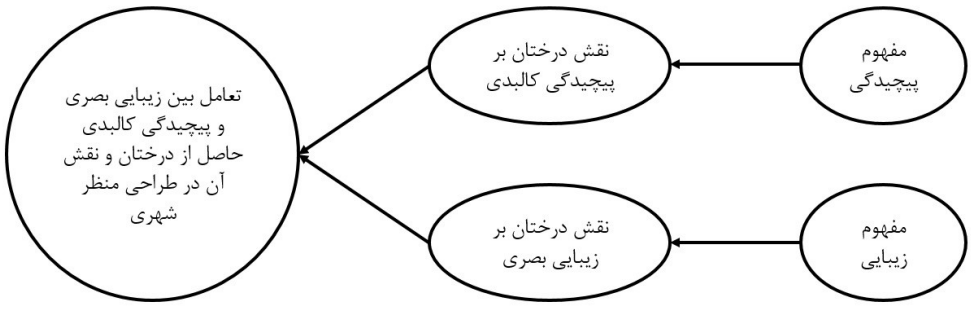
پیچیدگی کالبدی مناطق شهری تحت‌تأثیر عوامل مختلفی ازجمله جنبه‌های کالبدی متنوع شهر و همسان‌سازی جوامع آن است. این عوامل بر ماهیت پیچیدهٔ توسعه و مدیریت شهری تأثیرگذار است (Baynes, 2009). همچنین منظرهٔ خیابانی نقشی حیاتی در الگوهای حرکتی روزانه در شهرها ایفا می‌کند و مرز گذار بین قلمرو عمومی و خصوصی است. پیچیدگی بصری در خیابان‌ها ناشی از پیکربندی‌های متفاوت عناصر درون مناطق شهری است (Kawshalya et al., 2022). علم پیچیدگی دنیایی پویا و در حال تحول و پر از عدم قطعیت را به تصویر می‌کشد (Sengupta et al., 2016). پیچیدگی منظر شهری به‌عنوان مفهومی چندبُعدی، نقشی کلیدی در شکل‌دهی به هویت بصری و عملکردی شهرها دارد. این پیچیدگی نه‌تنها از تنوع و غنای عناصر کالبدی، مانند ساختمان‌ها، فضاهای سبز و مبلمان شهری ناشی می‌شود، بلکه تعاملات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی را نیز در بر می‌گیرد. بررسی مطالعات نشان می‌دهد پیچیدگی حاصل از ترکیب و چیدمان این عناصر می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر رفتار، ادراک و تجربهٔ شهروندان از محیط شهری داشته باشد (Haghani, 2013). بنابراین، طراحی و مدیریت آگاهانه این پیچیدگی می‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی شهری، تقویت تعاملات اجتماعی و بهبود درک بصری از فضاهای شهری منجر شود.

• نقش عناصر طبیعی و پیچدگی بر زیبایی‌شناسی منظر

فضای سبز نمایندهٔ طبیعت در شهر است و به‌عنوان جزء ضروری و لاینفک پیکرهٔ منحصربه‌فرد شهرها در متابولیسم آن‌ها نقش اساسی را ایفا می‌کند و کمبود آن می‌تواند اختلالات جدی در حیات شهرها به وجود آورد (Mohammadi Hamidi et al., 2020, 467). درختان به‌عنوان مهمترین شاخص فضای سبز شهری (Nowak et al, 2006) به حساب می‌آیند به‌گونه‌ای که ترجیح زیبایی‌شناختی با افزایش تعداد درختان و حضور گل و ... (Wang et al., 2019) معمولاً افزایش می‌یابد. البته به این نکته نیز باید دقت داشت که کیفیت بالای پوشش گیاهی به تنوع گونه‌ها، تعداد لکه‌های گیاهی و تنوع اشکال پوشش بستگی دارد که چارچوبی برای بهبود کیفیت زیبایی‌شناختی و خدمات فرهنگی در طراحی و مدیریت مناظر فراهم می‌کند (Zhang et al., 2022). این تنوع خارج از موضوع این پژوهش بوده و محور اصلی این مطالعه محدود به حضور درخت به‌عنوان اصلی‌ترین عنصر سازندهٔ مناظر سبز در ترکیب با بناها و دیگر موارد ساخته‌شده در محیط کالبدی شهری است.

در رابطه با کیفیت زندگی و زیست‌پذیری در شهرها، شاخص کالبدی- زیبایی‌شناختی به‌عنوان یکی از موارد برخورداری و رضایت شهروندان معرفی می‌شود (Bandarabad & Ahmadinezhad, 2014). ازسویی‌دیگر، پیچیدگی کالبدی یا غنای بصری به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های تجربی- زیباشناختی محیط شهری محسوب می‌شود (Golkar, 2001). لنگ (Lang, 1987) زیبایی‌شناسی و پیچیدگی را در درک و تشخیص عوامل و توانایی‌های ادراک آن‌ها از محیط می‌بینند. کاپلان (Kaplan, 1987) بیان می‌کند «درک» و «اکتشاف» (که پیچیدگی جزئی از آن محسوب می‌شود)، ابزارهای مفیدی در باب شناخت و تأثیر زیبایی‌شناسی منظر محیط هستند. همچنین به اعتقاد «اوده»، پیچیدگی به تنوع و غنای عناصر و ویژگی‌های منظر و تلاقی الگوها در آن اشاره دارد (Ode et al., 2008, 92). پیچیدگی بصری و ساختاری فضای سبز نقش مهمی در درک زیبایی و ترجیحات افراد از این فضاها دارد (Mendes et al., 2024) به‌گونه‌ای که نقش مهمی در فرایند طراحی داشته و ارتباط نزدیکی با رفتار بصری آن‌ها ایجاد می‌کند (Liu et al., 2021). همچنین پیچیدگی مناظر، تنوع آن‌ها و وجود عناصر طبیعی مختلف، نقش مهمی در ادراک بصری ویژگی‌های زیبایی‌شناختی دارند و مزایای روان‌شناختی زیادی را برای افراد به همراه می‌آورند (Orzechowska-Szajda, 2014; Nazarboland & Sadjadi, 2013). نتایج نشان داد که پیچیدگی بصری در مناظر و مقیاس وسیع دید، تأثیر بیشتری بر تجربهٔ زیبایی‌شناختی دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که پیچیدگی و مقیاس منظر در فضاهای سبز می‌توانند عوامل کلیدی در ارتقای زیبایی و جذابیت محیطی باشند (Vukomanovic & Orr, 2014).

فضای سبز شهری، علاوه‌بر نقش اساسی در سلامت اکولوژیکی، با تنوع و پیچیدگی بصری و کالبدی خود، تجربهٔ زیبایی‌شناختی شهروندان را غنی می‌کند. حضور عناصر طبیعی مانند درختان و طراحی مناظر متنوع، تأثیر مستقیمی بر رضایت افراد دارد. پیچیدگی بصری و کالبدی این فضاها نیز به تعامل بهتر شهروندان با محیط و ارتقای جذابیت شهری کمک می‌کند. طراحی هوشمندانه فضای سبز می‌تواند کیفیت زندگی در شهرها را بهبود بخشد. تصویر ۱ مدل مفهومی سنجش زیبایی‌شناسی بصری درختان شهری با رویکرد پیچیدگی کالبدی را بیان می‌کند.



تصویر ۱. مدل مفهومی نقش درختان بر زیبایی شهری با رویکرد پیچیدگی کالبدی. مأخذ: نگارندگان.

روش پژوهش

این پژوهش از نوع کیفی-کمّی بوده و روش تحلیل داده‌ها از نوع استقرایی است. به عقیدهٔ بریمن و بل (Bryman & Bell, 2019, 25)، پژوهش استقرایی «مستلزم حرکت از موضوع جزئی به کلی، از مشاهدهٔ پدیده‌های خاص به شناسایی الگوهای کلی و تدوین فرضیه‌ها یا نظریه‌هایی برای توضیح آن الگوها است». در این روش، هدف اصلی کشف رابطهٔ پیچدگی عناصر طبیعی در تقابل با فضای ساخته شده است. بدین‌ترتیب، کیفیت بصری از دیدگاه زیبایی‌شناسی و تغییرات در پیچیدگی‌های کالبدی- محیطی بررسی می‌شود. روش پژوهش استقرایی رویکرد ارزشمندی برای تولید نظریه‌ها و ایده‌های جدید مبتنی‌بر مشاهدات و داده‌ها است و می‌تواند به‌ویژه برای کاوش در پدیده‌های پیچیدهٔ اجتماعی مفید باشد. تصویر ۲ مراحل روش‌شناختی پژوهش و روش تحلیلی آن را نشان می‌دهد که در مراحل بعد به‌طور مفصل توضیح داده خواهد شد.

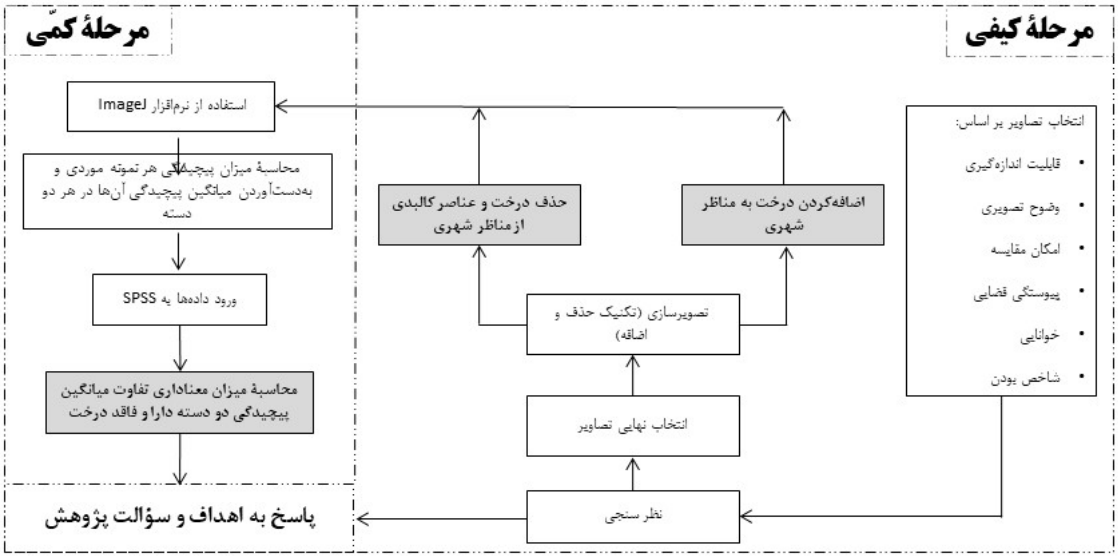
با توجه به ادبیات بررسی‌شده، «جامعه» مورد مطالعه در این پژوهش، جداره‌های خیابان‌ها و میادین شهری تعیین شد؛ زیرا هدف اصلی بررسی تأثیر حضور یا حذف درختان بر ادراک زیبایی‌شناسی و پیچیدگی بصری در مناظر شهری از دید عابر پیاده بوده است. ازآنجاکه هر دو نوع فضا (خیابان و میدان) در ساختار کالبدی شهرها نقش کلیدی دارند و تعامل میان عناصر طبیعی و مصنوعی در هر دو به‌وضوح مشهود است، هر دو در تحلیل گنجانده شدند.

منظر شهری یکی از ابعاد مهم مد نظر پژوهشگران محسوب می‌شود و سنجش تأثیر عوامل طبیعی همچون درختان می‌تواند تأثیر شایان توجهی بر ابعاد مختلف کیفیت بصری محیط شهری داشته باشد.

برای «نمونه‌های موردی»

در این مطالعه، ۳۰ نمونه از مناظر شهری در شهرهای مختلف جهان بررسی شد. با توجه به اینکه کلیهٔ شرکت‌کنندگان در پژوهش ایرانی بودند، به‌منظور کاهش تأثیر پیش‌زمینه‌های فرهنگی و تاریخی بر قضاوت‌های زیبایی‌شناختی، به‌صورت هدفمند مناظری خارج از ایران برای ارزیابی انتخاب شدند. معیارهای انتخاب این مناظر شامل این موارد بود: وضوح تصویری مناسب برای پردازش گرافیکی/ شاخص‌بودن و خوانایی خیابان و میدان عمومی ازنظر نمونهٔ راهنما (پایلوت) پرسش‌شوندگان/ از میان ۳۰ تصویر اولیه، ۱۱ تصویر نهایی برپایهٔ دو معیار کلیدی برگزیده شدند: اول، پرسش‌شوندگان مکان مورد نظر را نشناسند و دوم، تصاویر مورد نظر (حداقل یکی از دو تصویر اصلی یا دستکاری‌شده) ازنظر متخصصان، دارای معیارهای زیبایی‌شناسی باشند (تصویر ۳).

جامعهٔ آماری در این مطالعه با استفاده از فرمول نسبت[۲] (Chow et al., 2017) محاسبه و در نهایت ۳۵ طراح شهری و ۱۶ معمار (جمعاً ۵۱ نفر)، با داشتن سابقه و تجربه در رابطه با طراحی منظر شهری انتخاب شدند. برای گردآوری نظرات متخصصان، یک پرسشنامهٔ تصویری طراحی شد که شامل جفت تصاویر مناظر شهری در دو حالت دارای درخت و فاقد درخت، ایجادشده از طریق تکنیک «حذف و اضافه»[۳] (AR) بود (تصویر ۴). این پرسشنامه به‌صورت آنلاین در اختیار ۵۱ متخصص طراحی شهری شامل طراحان شهری و معماران با سابقه قرار گرفت. از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا در مقایسهٔ یک‌به‌یک، تصاویر را ازنظر زیبایی‌شناسی ارزیابی کنند. نظرات گردآوری‌شده تحلیل و برای درک الگوهای ادراکی مرتبط با موقعیت قرارگیری درختان و میزان پیچیدگی بصری استفاده شد. AR تکنیک ساده‌ای است که جهت اندازه‌گیری و نشان‌دادن تغییرات احتمالی آینده ناشی از سیاست‌های شهری یا طرح‌های پیشنهادی استفاده می‌شود. این تکنیک به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا چگونگی تغییر پیچیدگی فضایی شهری را در تصمیم‌گیری‌هایشان و سناریوی شهری مطلوب و متناسب با الگوی شهری موجود انتخاب کنند (Haghani, 2009). AR ازجمله تکنیک‌هایی است که بر افزایش یا کاهش پیچدگی در تصویر اثرگذار است. در این پژوهش با استفاده از این تکنیک تصاویری از مناظر شهری تولید شد که



تصویر ۲. روش‌شناسی پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

تصویر ۳. تصاویر نهایی. مأخذ: A1, B1, C1, I1, J1, K1: https://www.google.com/maps/ . D1, E1, F1, G1: https://panoramastreetline.com. تصویر H1: Onniboni, 2024.

تصویر ۴. دو نمونه از اضافه‌کردن درخت با تکنیک AR. مأخذ: نگارندگان برگرفته از https://www.google.com/maps/.

شامل حذف و اضافه عناصر طبیعی و کالبدی بود. پس از دستکاری تصاویر با استفاده از تکنیک AR، نظرسنجی از ۵۱ متخصص انجام شد تا ارزیابی شود که چگونه دستکاری تصاویر مناظر شهری بر ارزیابی زیبایی‌شناختی آنها تأثیر می‌گذارد. از کارشناسان خواسته شد تا مشخص کنند که تصاویر جدید نسبت به تصاویر اولیه، در یک مقایسهٔ یک‌به‌یک، کدام زیباتر است.

در مرحلهٔ تحلیل پیچیدگی بصری مناظر شهری، ابتدا تمامی تصاویر انتخاب‌شده (در هر دو وضعیت با و بدون درخت) ازنظر ابعاد، وضوح، روشنایی، تضاد و رنگ به‌منظور ایجاد شرایط یکسان برای مقایسه، با استفاده از نرم‌افزار Adobe Photoshop استانداردسازی شدند. این مرحله با هدف حذف هرگونه تفاوت فنی و تمرکز صرف بر محتوای بصری در ارزیابی زیبایی‌شناسی انجام شد. تصاویر نهایی در فرمت BMP، با فضای رنگی RGB ذخیره و سپس به حالت سیاه و سفید[۴] تبدیل شدند تا نویزهای رنگی حذف و فرم‌های اصلی برای تحلیل برجسته‌تر شوند.

برای اندازه‌گیری پیچیدگی بصری، از نرم‌افزار ImageJ بهره گرفته شد. در این نرم‌افزار، به کمک تکنیک شمارش جعبه[۵] و افزونهٔ FracLac، بُعد فراکتال[۶] هر تصویر محاسبه شد. برای بررسی دقت و حساسیت تحلیل، هر تصویر در سه سطح کیفیت (با رزولوشن‌های مختلف اما روشنایی و کنتراست یکسان) نیز ارزیابی شد. مقدار عددی به‌دست‌آمده از تحلیل بُعد فراکتال، به‌عنوان شاخصی کمّی برای سنجش پیچیدگی بصری هر منظر، در جدول ۳ آورده شده است. در نهایت فرایند تحلیل داده‌ها را به شرح زیر می‌توان بیان کرد:

۱. تحلیل کیفی: داده‌های حاصل از نظرات متخصصان گردآوری و برای شناسایی الگوهای معنایی در قضاوت‌های زیبایی‌شناختی، براساس حضور یا عدم حضور درخت از دید عابر پیاده، بررسی شد.

۲. تحلیل کمّی: داده‌های کمّی جهت بررسی تغییرات پیچیدگی بصری در قیاس با تأثیرات زیبایی‌شناختی در سناریوهای مختلف (حذف، اضافه و جابه‌جایی عناصر طبیعی و کالبدی) استخراج شد. در نهایت میانگین تغییرات برای هر شاخص محاسبه، مقایسه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

پس از دستکاری تصاویر نمونه‌های موردی با استفاده از تکنیک AR، نظرسنجی بعدی بین ۵۱ متخصص توزیع شد تا ارزیابی شود که بین دو تصویر دارا و فاقد درخت، کدام منظر شهری زیباتر است. جدول ۱ نتایج این نظرسنجی را نشان می‌دهد.

سپس اعتبار نتایج این نظرسنجی از طریق آزمون خی‌دو (Chi-Square) بررسی شد. آزمون خی‌دو بررسی می‌کند که آیا توزیع ترجیحات (زیبایی با درخت، بدون درخت یا بی‌تفاوتی) به‌طور معناداری بین تصاویر متفاوت است یا خیر. نتایج آزمون خی‌دو نشان می‌دهد که مقادیر آلفا برای همهٔ سؤالات کمتر از ۰/۰۵ است (جدول ۲) که نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار آماری در قضاوت زیبایی‌شناسی درک‌شده در بین تصاویر باینری در همهٔ موارد بررسی شده است. اضافه‌کردن درختان (یا به‌طور کلی وجود درخت) از طریق تکنیک AR باعث شد که در اکثر تصاویر (A, B, C, D, E, F, G, J, K)، به غیر از دو مورد (H و I)، ازنظر بصری همزمان پیچیده‌تر و زیباتر مطابق با فرضیهٔ پژوهش باشند. در نمونه موردی I، افزایش تعداد درختان بسته به جهت قرارگیری آن‌ها، ازنظر زیبایی‌شناسی محیطی تفاوت قابل توجهی در نظر متخصصین پرسش‌شونده ایجاد کرد. در نمونه موردی H نیز، پاسخ‌ها با فرضیهٔ اولیه متفاوت شد، به نوعی که افزایش درختان هرچند با افزایش پیچیدگی کالبدی همراه بود، لیکن تفاوت چندانی در ادارک زیبایی‌شناسانه ایجاد نکرد. دلایل این نتایج و تحلیل آن‌ها در ادامه توضیح داده شده است.

جدول ۱. نظرسنجی از افراد. مأخذ: نگارندگان.

تصاویر	تصاویر دارای درختان زیباتر است (درصد)	تصاویر دارای درختان کمتر یا فاقد درخت زیباتر است (درصد)	ازنظر زیبایی‌شناسی تفاوتی نمی‌کند (درصد)
A1	۸۲/۳۵	۵/۸۹	۱۱/۷۶
B1	۸۰/۳۹	۱۳/۷۳	۵/۸۸
C1	۷۲/۵۵	۲۱/۵۷	۵/۸۸
D1	۶۰/۷۸	۳۳/۳۴	۵/۸۸
E1	۷۲/۵۵	۲۱/۵۷	۵/۸۸
F1	۷۸/۴۳	۱۷/۶۵	۳/۹۲
G1	۸۸/۲۴	۷/۸۴	۳/۹۲
H1	۴۷/۰۶	۴۷/۰۶	۵/۸۸
I1	۳۱/۳۷	۵۶/۸۷	۱۱/۷۶
J1	۷۰/۵۹	۲۵/۴۹	۳/۹۲
K1	۸۲/۳۵	۱۷/۶۵	۰

بـا توجـه به اینکـه آزمون‌هـای آماری تنها وجـود یا عدم وجـود تفاوت یـا رابطـه را مشـخص می‌کننـد، امـا شـدت و میـزان تأثیـر واقعی آن تفاوت‌هـا را نشـان نمی‌دهنـد، اسـتفاده از انـدازۀ اثـر (Effect Size) تحلیل‌هـای آمـاری امـری ضـروری اسـت. محاسـبۀ انـدازۀ اثـر بـه پژوهشـگر کمـک می‌کنـد تـا اهمیت عملـی و نه فقـط آمـاری نتایج را نیـز درک کنـد. به‌منظـور تکمیـل تحلیـل آزمـون خـی‌دو و ارزیابی میـزان قـدرت رابطۀ بین متغیرهای طبقـه‌ای، از شـاخص Cramér's V به‌عنـوان معیـار اندازۀ اثر اسـتفاده شـد (Cohen, 1988). این شـاخص شـدت و قـدرت رابطـۀ بین دو متغیر اسـمی را مسـتقل از حجم نمونه نشـان می‌دهـد و به‌ویـژه زمانی کاربـرد دارد که جـدول توافقی بیش از دو سـطر و سـتون داشـته باشد.

مقـدار آمـارۀ خـی‌دو به‌دسـت‌آمده در ایـن تحلیـل برابـر بـا ۶۳ بـود کـه بـا حجـم نمونـه ۳۳ گزینـه و تعـداد گروه‌هـا (سـتون‌ها) برابـر بـا سـه، در فرمـول Cramér's V[۷] قـرار گرفـت. مقـدار به‌دسـت‌آمده برابر ۰/۹۷۷ سـت کـه براسـاس اسـتانداردهای رایـج (۰/۱۰= اثـر کوچـک، ۰/۳۰= متوسـط، ۰/۵۰ و بیشـتر= بـزرگ)، نشـان‌دهندۀ یـک انـدازۀ اثـر بسـیار بزرگ اسـت. ایـن بدان معناسـت کـه رابطۀ بین نـوع گروه (تصویـر) و ترجیـح زیبایی‌شناسـی شـرکت‌کنندگان نه‌تنهـا ازنظـر آمـاری معنـادار اسـت، بلکـه شـدت و اهمیت عملـی بالایی نیـز دارد. نتایـج بررسـی پیچیدگـی تصاویـر به‌وسـیلۀ نرم‌افـزار ImageJ[۸] در جـدول ۳ آمده اسـت. حداقل و حداکثر سـطوح پیچیدگـی را می‌توان ازنظـر تئـوری بین یـک و دو تعریف کـرد. جدول ۳ نشـان می‌دهد که تفـاوت در سـطح پیچیدگـی بین تصاویـر دارای درخـت و فاقد درخت قابـل توجه اسـت. ایـن نتیجه همچنین به این معنی اسـت که تصاویر دارای درخـت، پیچیده‌تـر هسـتند درحالی‌کـه تصاویـر بـدون درخت پیچیدگی کمتـری دارند.

بـرای تعییـن اینکـه آیـا تفـاوت در ابعـاد فراکتال بیـن تصاویـر دارای درخـت و فاقـد درخـت ازنظـر آمـاری معنـی‌دار اسـت یا خیـر، آزمون t نمونه‌هـای مسـتقل انجـام شـد. آزمون t مسـتقل به‌عنوان یـک ابزار آمـاری برای مقایسـه میانگین هر گروه تصویـر و تعیین اینکه آیا تمایز آن‌هـا ازنظـر آماری معنـادار و یـا صرفاً تصادفی اسـت، عمـل می‌کند. تمـام مفروضـات اولیـه بـرای انجـام آزمـون t مسـتقل بـرآورده شـده اسـت. سـطوح پیچیدگی کمّی ارزیابی‌شـده، متغیرهای وابسـته در هر مقیاس نسـبی هسـتند. متغیر مسـتقل یک متغیر کیفـی (مقوله‌ای) در دو گـروه (دارای درخـت، فاقـد درخـت) اسـت. گروه‌هـا مسـتقل از یکدیگـر هسـتند، بـه این معنی کـه هیچ یـک از ارزش‌های گـروه اول بـر ارزش‌هـای گروه دوم تأثیـر نمی‌گذارد. فرایند نمونه‌گیـری برای هر دو گـروه تصادفی و مشـاهدات مسـتقل بود. واریانـس بین دو جمعیت بـا اسـتفاده از آزمـون Levene آزمایش شـد (جـداول ۴ و ۵). در آزمون Levene بـرای برابـری واریانس‌ها، مقدار معناداری ۰/۱۵۵ اسـت. مقدار به‌دسـت‌آمده در سـطح آلفا ۰/۰۵ معنی‌دار نیسـت. بنابرایـن، واریانس دو گـروه تقریبـاً برابـر اسـت و نتیجـۀ آزمون t مسـتقل، معتبر اسـت. مقـدار۰/۰۰۸ در بخش Sig. (2-tailed). کمتر از آلفای ۰/۰۵ اسـت که نشـان می‌دهـد تفـاوت در پیچیدگـی بین دو گـروه قابل توجه اسـت.

جدول ۲. نتیجۀ آزمون خی‌دو با استفاده از نرم‌افزار SPSS. مأخذ: نگارندگان.

تعداد نمونه	مقدار	درجه آزادی	سطح معناداری تقریبی (دوطرفه)
خی اسکوئر پیرسون	۶۳/۰۰۰[a]	۴۰	۰/۰۱۲
نسبت درست‌نمایی	۶۹/۷۳۶	۴۰	۰/۰۰۲
تعداد موارد معتبر	۳۳	-	-

جدول ۳. میزان پیچیدگی. مأخذ: نگارندگان.

تصاویر	میزان پیچیدگی تصاویر دارای درختان بیشتر	میزان پیچیدگی تصاویر دارای درختان کمتر یا فاقد درخت	تفاضل دو تصویر
A1	۱/۸۰۱۱	۱/۷۸۶۰	۰/۰۱۵۱
B1	۱/۷۶۷۸	۱/۷۱۶۲	۰/۰۵۱۶
C1	۱/۷۸۱۹	۱/۷۳۵۹	۰/۰۴۶۰
D1	۱/۸۲۸۶	۱/۷۸۹۳	۰/۰۳۹۳
E1	۱/۷۸۴۷	۱/۷۵۳۸	۰/۰۳۰۹
F1	۱/۷۹۱۹	۱/۷۵۰۴	۰/۰۴۱۵
G1	۱/۷۴۶۳	۱/۷۱۶۲	۰/۰۳۰۱
H1	۱/۷۹۳۷	۱/۷۸۷۳	۰/۰۰۶۴
I1	۱/۷۹۱۹	۱/۷۸۰۳	۰/۰۱۱۶
J1	۱/۸۱۰۹	۱/۷۷۵۴	۰/۰۳۵۵
K1	۱/۷۷۳۹	۱/۷۳۶۱	۰/۰۳۷۸

جدول ۴. آمار گروهی؛ نتیجهٔ آزمون t با استفاده از نرم‌افزار SPSS. مأخذ: نگارندگان.

	گروه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد میانگین
پیچیدگی	۱	۱۱	۱/۷۸۸۴۲۷۲۷	۰/۰۲۱۹۰۶۸۹۸	۰/۰۰۶۶۰۵۱۷۸
	۲	۱۱	۱/۷۵۶۹۹۰۹۱	۰/۰۲۸۱۹۳۸۴۵	۰/۰۰۸۵۰۰۷۶۴

جدول ۵. آزمون نمونه‌های مستقل؛ نتیجهٔ آزمون t با استفاده از نرم‌افزار SPSS. مأخذ: نگارندگان.

		آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها		آزمون t برای برابری میانگین‌ها						
		مقدار F	سطح معناداری	مقدار t	درجه آزادی (df)	سطح معناداری دوطرفه	اختلاف میانگین‌ها	خطای استاندارد اختلاف میانگین‌ها	بازهٔ اطمینان ۹۵ درصد اختلاف میانگین‌ها	
									حد پایین بازه اطمینان	حد بالای بازه اطمینان
پیچیدگی	برابری واریانس‌ها فرض شده است.	۲/۱۸۳	۰/۱۵۵	۲/۹۲۰	۲۰	۰/۰۰۸	۰/۰۳۱۴۳۶۳۶۴	۰/۰۱۰۷۶۵۲۸۶	۰/۰۰۸۹۸۰۳۷۲	۰/۰۵۳۸۹۲۳۵۶
	برابری واریانس‌ها فرض نشده است.	–	–	۲/۹۲۰	۱۸/۸۴۹	۰/۰۰۹	۰/۰۳۱۴۳۶۳۶۴	۰/۰۱۰۷۶۵۲۸۶	۰/۰۰۸۸۹۲۱۶۱	۰/۰۵۳۹۸۰۵۶۷

معنی‌داری آزمون t نشان می‌دهد که بین میانگین سطح پیچیدگی تصاویر دارا یا فاقد درخت تفاوت معناداری وجود دارد.

درحالی‌که آزمون t مستقل، وجود یا عدم وجود تفاوت معنادار آماری را بررسی می‌کند، به تنهایی قادر به نشان‌دادن شدت یا اهمیت عملی تفاوت میانگین‌ها نیست. به همین دلیل، در کنار آزمون t، از شاخص Cohen's d به‌عنوان اندازهٔ اثر استفاده شد (ibid.). این شاخص میزان تفاوت میانگین دو گروه را نسبت به انحراف معیار مشترک آن‌ها اندازه‌گیری می‌کند و یک معیار استاندارد برای سنجش اندازهٔ اثر در مقایسه‌های دو گروهی محسوب می‌شود[9]. مقدار d نیز مانند Cramér's V به‌صورت استاندارد تفسیر می‌شود: Cohen's d = 1.24 نشان‌دهندهٔ یک اندازهٔ اثر بزرگ است. بنابراین، تفاوت در پیچیدگی بصری بین دو گروه (دارای درخت و فاقد درخت) هم ازنظر آماری و هم ازنظر اهمیت عملی، قابل توجه است.

بعد از مشخص‌شدن سطح معناداری پاسخ‌ها، بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد (مقایسهٔ جداول ۱ و ۳)، زیبایی‌شناسی و پیچیدگی تصاویر همزمان به غیر از دو نمونه (H1, I1)، در نمونه‌های دارای درخت بیشتر و مطابق فرضیهٔ پژوهش است. به‌عبارتی دیگر رابطهٔ مستقیمی بین افزایش پیچیدگی و زیبایی با افزایش درختان در محیط شهری وجود دارد. به غیر از موارد استثنا اشاره‌شده، وجود المان‌های سبز (در این پژوهش درختان) در مقایسه با نبودن آن‌ها در فضاهای شهری ترجیح دارد.

اما در نمونه موردی I1، به‌علت حذف جزئیات کالبدی نمای شهری در پشت درختان، علی‌رغم افزایش پیچیدگی، وجود درختان ازنظر متخصصان، زیبایی محیطی را کاهش داده است. دیگر موردی که نیاز به بررسی بیشتر دارد، نمونهٔ H1 است که با حذف المان‌های کالبدی، وجود درخت در آن نمایان‌تر شد. پاسخ‌ها نشان می‌دهد ازنظر زیبایی‌شناسی تفاوتی بین دو نمونه ازنظر پرسش‌شدگان نیست و هر دو نمونهٔ اصلی و دستکاری‌شده به میزان یکسان (۲۴ نفر معادل ۴۷/۰۶ درصد) زیبایی دارند. البته تفاوت میزان پیچیدگی بین آن دو نیز ناچیز بود و پیچیدگی نمونه دارای درخت کمی بالاتر است (تصویر ۵).

جهت یافتن علت کاهش زیبایی و رابطهٔ آن با افزایش پیچیدگی و وجود درختان، در نمونه موردی I1 آزمون اضافه‌تری با مقایسهٔ جابه‌جایی درختان انجام شد. این بار دو تصویر دارای درخت، یکی در سمت پرجزئیات جدارهٔ شهری و دیگری جابه‌جایی همان درختان به سمت کم جزئیات جدارهٔ شهری با یکدیگر مقایسه شد. نکتهٔ حائز اهمیت این است که تفاوت چشمگیری بین این دو تصویر ازلحاظ پیچیدگی و زیبایی بصری، علی‌رغم ثابت‌بودن تعداد درختان حاصل شد. به عبارتی دیگر می‌توان دریافت که در صورت افزودن تعداد درختان (یا پوشش گیاهی مشابه) در سمتی از دید ناظر که جدارهٔ شهری پیچیدگی کالبدی کمتری (I3) دارد، به افزایش زیبایی منجر می‌شود. اما افزودن درختان در سمتی که از دید ناظر (I2)، جدارهٔ شهری پیچیدگی کالبدی بیشتری دارد، با کاهش زیبایی همراه است. این نشان می‌دهد، نه فقط تعداد درختان بلکه مکان قرارگیری آن‌ها از دید یک ناظر تفاوت‌های زیبایی‌شناسانه معناداری ایجاد می‌کند (تصویر ۶).

اگرچه نتایج تحلیل فراکتالی نرم‌افزار ImageJ نشان داد که تصاویر دارای درختان اغلب پیچیدگی بصری بیشتری دارند، اما تفسیر این

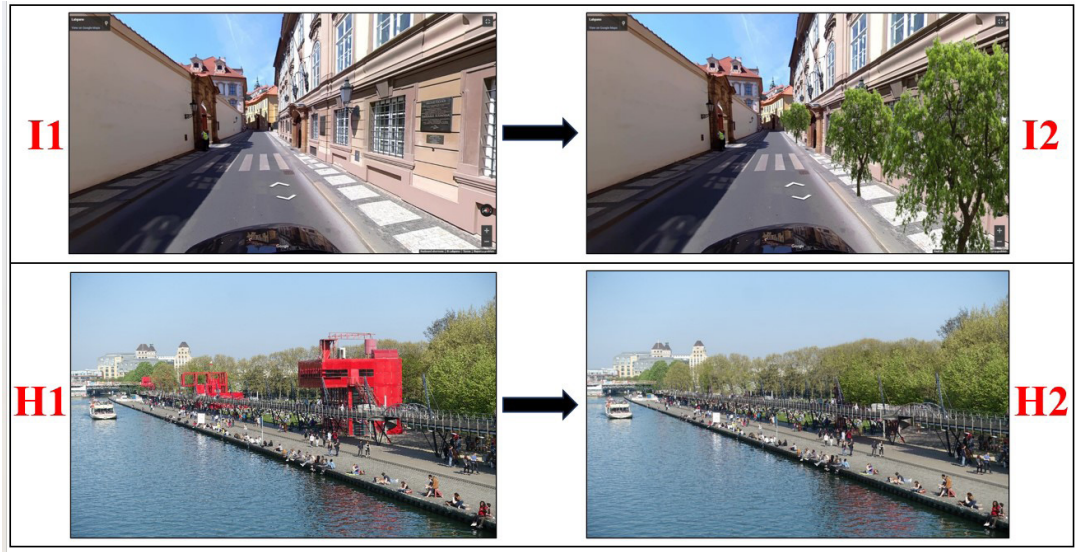
افزایش لزوماً به معنای بهبود ادراک زیبایی‌شناسی در همهٔ موارد نیست. رابطهٔ بین پیچیدگی و زیبایی در ادبیات نظری، رابطه‌ای غیرخطی و زمینه‌محور توصیف شده است؛ به‌طوری که افزایش بیش از حد پیچیدگی ممکن است به کاهش خوانایی و جذابیت بصری منجر شود. این مسئله در نمونه‌های H1 و I1 نیز مشاهده شد، جایی که با وجود افزایش شاخص فراکتال، ادراک زیبایی نه‌تنها بهبود نیافت، بلکه در مواردی کاهش پیدا کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش پیچیدگی‌های طبیعی (درختان) تنها زمانی منجر به ادراک مثبت می‌شود که با محتوای پیچدهٔ کالبدی بناها ساخته‌شده را مخفی نکند.

بررسی نمونه‌های موردی نشان داد که اگرچه در اغلب موارد افزایش پوشش درختی به بهبود ادراک زیبایی‌شناسی منجر می‌شود، اما این رابطه همواره به‌صورت خطی و صعودی نیست. به‌طور خاص، در نمونه‌های H1 و I1 مشاهده شد که با وجود افزایش درختان و افزایش شاخص پیچیدگی، ادراک زیبایی نه‌تنها بهبود نیافت، بلکه در مواردی کاهش نیز داشت. این یافته‌ها می‌تواند حاکی از وجود نوعی «آستانهٔ بصری» در تأثیر درختان باشد؛ به این معنا که پس از سطحی مشخص از پوشش درختی، اضافه‌شدن عناصر طبیعی جدید ممکن است با پنهان‌سازی جداره‌های با ارزش معماری یا شلوغی بصری، تأثیر معکوس داشته باشد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد طراحی مؤثر منظر شهری نیازمند تعیین حد بهینه‌ای از پوشش گیاهی متناسب با ویژگی‌های کالبدی و دید ناظر باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر حضور یا حذف درختان بر ادراک زیبایی‌شناسی و پیچیدگی بصری مناظر شهری از دید عابر پیاده انجام شد و با ترکیب روش‌های کمّی و کیفی، به ارزیابی دقیق تعامل میان عناصر طبیعی (درختان) و عناصر کالبدی (ساختمان‌ها، جداره‌ها و...) پرداخت. استفاده از روش‌های تحلیل تصویری با نرم‌افزارهای تخصصی مانند ImageJ، آزمون‌های آماری ازجمله آزمون t مستقل، خی‌دو و Cramér's V، در کنار تحلیل نظرات متخصصان، موجب شد تا نتایج این مطالعه، پایه‌ای علمی و تجربی برای درک رابطه میان زیبایی‌شناسی و پیچیدگی بصری در طراحی مناظر شهری فراهم آورد.

یافته‌های تحقیق به‌طور کلی نشان داد که حضور درختان در مناظر شهری نه‌تنها سطح پیچیدگی بصری را افزایش می‌دهد، بلکه در اغلب موارد، موجب ارتقای زیبایی‌شناسی محیط نیز می‌شود. بااین‌حال، این رابطه خطی و یکنواخت نیست. نمونه‌های موردی خاصی نشان دادند که افزایش پوشش درختی در فضاهایی که دارای پیچیدگی کالبدی بالا هستند، ممکن است منجر به پنهان‌سازی



تصویر ۵. تغییرات انجام‌شده در نمونه موردی‌های I1 و H1. مأخذ: I1: نگارندگان برگرفته از https://www.google.com/maps/؛ H1: Onniboni, 2024.

تصویر ۶. تغییرات نمونه موردی‌های I2 و I3. مأخذ: نگارندگان.

ارزش‌های معماری یا ایجاد اغتشاش بصری شود و در نتیجه، ادراک زیبایی کاهش یابد.

همچنین، یافته‌ها تأکید کردند که مکان قرارگیری درختان نسبت به جداره‌های شهری و دید ناظر نقش کلیدی در درک زیبایی‌شناختی ایفا می‌کند. به‌عبارت دیگر، صرف افزودن درختان لزوماً به بهبود تجربهٔ بصری منجر نمی‌شود، مگر آن‌که این افزودن با خوانایی بصری، شفافیت فضایی، و هماهنگی با ساختار کالبدی همراه باشد. ازسوی‌دیگر، تحلیل پیچیدگی بصری با استفاده از ابعاد فراکتال نشان داد که تصاویر دارای درختان به‌طور متوسط شاخص‌های بالاتری از پیچیدگی دارند. آزمون t مستقل نیز وجود تفاوت معنادار بین تصاویر دارای درخت و فاقد درخت ازنظر سطح پیچیدگی را تأیید کرد و اندازهٔ اثر بالا (Cohen's d = 1.24) اهمیت عملی این تفاوت را نیز اثبات کرد. در نتیجه می‌توان گفت:

- افزودن درختان می‌تواند به افزایش زیبایی و پیچیدگی بصری منجر شود، اما این اثر وابسته به شرایط زمینه‌ای، ویژگی‌های فضایی و ترکیب عناصر کالبدی است؛
- پوشش گیاهی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که نه‌تنها به تنوع و غنای فضایی بیفزاید، بلکه از پنهان‌سازی جداره‌های با ارزش معماری و ایجاد شلوغی بصری اجتناب کند؛
- طراحی منظر شهری نیازمند تعریف «آستانهٔ بصری» مشخصی برای پوشش گیاهی است، تا تعادل مناسبی میان زیبایی، خوانایی، و کارکرد برقرار شود.

همچنین، نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای نظری و تجربی برای بازنگری در دستورالعمل‌های طراحی شهری، به‌ویژه در طراحی خیابان‌ها، میادین و فضاهای عمومی استفاده شود. ازجمله توصیه‌های کاربردی حاصل از این پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- جانمایی درختان در بخش‌هایی از فضا که فاقد غنای کالبدی هستند، به‌منظور افزایش خوانایی و جذابیت؛
- پرهیز از کاشت درخت در مقابل جداره‌های باارزش معماری یا تزئینی برای جلوگیری از اختلال در ادراک بصری؛
- طراحی چک لیست‌های ارزیابی بصری برای تصویب پروژه‌های شهری؛
- بهره‌گیری از ابزارهای شبیه‌سازی بصری مانند AR و تحلیل‌های فراکتالی پیش از اجرای فیزیکی پروژه‌ها، به‌منظور سنجش و پیش‌بینی اثرات تصمیمات طراحی.

در انتها این یافته‌ها چارچوبی علمی برای ایجاد فضاهای شهری زیبا، پیچیده و هماهنگ ارائه می‌دهد که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های آینده برای بهبود کیفیت زندگی شهری و ارتقای تجربهٔ شهروندان از محیط استفاده شود. این پژوهش محدود به ۱۱ منظر شهری و همچنین محدود به تأثیرگذاری درختان بوده و دیگر عناصر پوشش گیاهی شهری (گلدان‌های روی نما، بوته‌ها و گلدان‌های داخل خیابان و ...) بررسی نشده است. هرچند پیش‌بینی می‌شود، نتیجهٔ مشابه‌ای در نمونه موردی‌های دیگر به همراه داشته باشد ولی اثبات آن به پژوهش‌های جداگانه نیازمند است. همچنین این پژوهش محدود به زیبایی بصری بوده و زیبایی‌های ذهنی (خاطرات جمعی یا فردی و ...) را در نظر نگرفته است. در همهٔ این موارد موضوع برای پژوهش‌های بیشتر باز است.

تقدیر و تشکر

بعضی از تصاویر مناظر مورد استفاده در این مقاله از مجموعه گالری آنلاین توسط Dietrich (2013-2016) (https://panoramastreetline.com) تهیه شده است. نویسندگان کمال تشکر را از یورگ دیتریچ به خاطر اجازهٔ استفاده از تصاویر کیفیت بالا که برای این پژوهش بسیار ارزشمند بود را دارند.

اعلام عدم تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است.

پی‌نوشت‌ها

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری «علیرضا ارثیا» با عنوان «باز تعریف مولفه‌های زیبایی بصری منظر خیابان شهری بر مبنای نظریه پیچیدگی» است که به راهنمایی دکتر «طوفان حقانی» و مشاورهٔ دکتر «علیرضا بندرآباد» در دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی در حال انجام است.

۱. Hard and soft urban landscape

۲. فرمول نسبت:

$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \times p(1-p)}{d^2} = \frac{(1 \cdot 96)^2 \times (0.5) \times (0.5)}{(0.15)^2} = \frac{0.96}{0.0225} = 42.6 + 15\% \approx 49$$

- $Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$ ضریب اطمینان ۹۵ درصد که برابر است با ۱/۹۶؛
- p: نسبت در جامعهٔ مورد نظر که برابر است با ۰/۵؛
- d: دقت مطالعه که برابر با ۰/۱۵ در نظر گرفته شد.
- مقادیر p و d به‌صورت پیش‌فرض در نظر گرفته شد و با توجه به درنظرگرفتن ۱۵ درصد ریزش در مقادیر حجم نمونه، مقدار جامعهٔ آماری نهایی برابر با حداقل ۴۹ نفر به دست آمده است.

۳. Add & Remove Technique

۴. Binary Black & White

۵. Box-Counting

۶. Fractal Dimension

۷. فرمول Cramér's V:

$$V = \sqrt{\frac{^2\chi}{n(k-1)}} = \sqrt{\frac{63.000}{(1-3) \times 33}} = \sqrt{\frac{63.000}{66}} \approx 0.977$$

۸. روش تحلیل تصویر از طریق ImageJ: ابتدا تصویر در نرم‌افزار ImageJ بارگذاری و سپس با استفاده از دستور مربوطه به حالت سیاه و سفید تبدیل می‌شود.

• Image ⟶ Type ⟶ 8-bit

علت تبدیل تصاویر رنگی به سیاه و سفید این موارد است: یکپارچگی داده‌ها، سادگی پردازش (کاهش حجم محاسبات)، سازگاری الگوریتم‌ها (جلوگیری از خطا در تحلیل‌های کمی) و تمرکز بر ساختار (حذف اطلاعات نامرتبط رنگ).

در ادامه تصویر را مطابق دستور زیر باینری کرد تا ساختار اصلی مشخص شود:

•Image ⟶ Adjust ⟶ Threshold

علت باینری‌کردن تصاویر شامل مواردی مانند جداسازی شیء از پس‌زمینه، افزایش سرعت پردازش، تحلیل شکل و اندازه و حذف اطلاعات اضافی است. پس از آن، تحلیل بُعد فراکتال (پیچیدگی) با استفاده از دستور زیر انجام می‌شود.

• Plugins ⟶ Fractal Analysis ⟶ FracLac ⟶ BC (Box Counting)

پس از اجرا، پنجره‌ای حاوی نتایج ظاهر می‌شود که شامل بُعد فراکتال (D) است. بُعد فراکتال عددی بین یک و دو و هر چه عدد به‌دست‌آمده به دو نزدیکتر باشد، تصویر پیچیده‌تر است.

۹. محاسبهٔ انحراف معیار تجمیعی (SD pooled):

- فرمول:

$$_{\text{pooled}}SD = \sqrt{\frac{{}_2^2SD_1^2 + (n_2 - 1)SD(n_1 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

- جاگذاری:

$$_{\text{pooled}}SD = \sqrt{\frac{{}^2(0.0282)(1-11) + {}^2(0.0219)(1-11)}{2-11+11}} = \sqrt{\frac{(0.0007952)10 + (0.0004796)10}{20}} = \sqrt{\frac{0.007952 + 0.004796}{20}} = \sqrt{\frac{0.012748}{20}} = \sqrt{0.0006374} \approx 0.02524$$

- محاسبهٔ cohen's d:

$$d = \frac{{}_2M_1 - M}{_{\text{pooled}}SD} = \frac{1.7570 - 1.7884}{0.02524} = \frac{0.0314}{0.02524} \approx 1.244$$

فهرست‌منابع

• Alberti, M., Booth, D., Hill, K., Coburn, B., Avolio, C., Coe, S., & Spirandelli, D. (2007). The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: An empirical analysis in Puget lowland sub-basins. *Landscape and Urban Planning, 80*(4), 345-361. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.08.001

• Arsiya, A. R., & Mehrabani Golzar, M. (2018). A model for urban development based on natural infrastructure Case Study: Ditchs (Mādi) of Isfahan and its value added. *Bagh-e Nazar, 15*(62), 25-36. https://doi.org/10.22034/bagh.2018.66283

• Bandarabad, A., & Ahmadinezhad, F. (2014). Assessment of quality of life with emphasis on the principles of habitable cities in the region 22 of Tehran. *Research and Urban Planning, 5*(16), 55–74. https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_398.html?lang=en

• Bautista-Hernández, D. (2020). Urban structure and its influence on trip chaining complexity in the Mexico City Metropolitan Area. *Urban, Planning and Transport Research, 8*(1), 71-97. https://doi.org/10.1080/21650020.2019.1708784

• Baynes, T. M. (2009). Complexity in urban development and management (Historical overview and opportunities). *Journal of Industrial Ecology, 13*(2), 214-227. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00123.x

• Bergerot, B., Hellier, E., & Burel, F. (2020). Does the management of woody edges in urban parks match aesthetic and ecological user perception? *Journal of Urban Ecology, 6*(1), juaa025. https://doi.org/10.1093/jue/juaa025

• Bryman, A., & Bell, E. (2019). *Business research methods*. Oxford University Press. https://books.google.com/books/about/Business_Research_Methods.html?id=J9J2DwAAQBAJ

• Cadenasso, M, L., & Pickett, S. T. A. (2008). Urban principles for ecological landscape design and maintenance: Scientific fundamentals. *Cities and the Environment (CATE), 1*(2), 4. https://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol1/iss2/4

• Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning, 68*(1), 129- 138. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003

• Chow, S.-C., Shao, J., Wang, H., & Lokhnygina, Y. (2017). *Sample size calculations in clinical research* (3rd Ed.). Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781315183084

• Cohen, J. E. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

• Delclòs-Alió, X., Kanai, C., Soriano, L., Quistberg, D, A., Ju, Y., Dronova, I., Gouveia, N., & Rodríguez, D, A. (2023). Cars in Latin America: An exploration of the urban landscape and street network correlates of motorization in 300 cities. *Travel Behaviour and Society, 30,* 192-201. https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.09.005

• Dietrich, J. (2013–2016). *Selection of street elevations images* [online gallery]. Retrieved January 30, 2025, from https://panoramastreetline.com

• Ewing, R., & Handy, S. (2009). Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability. *Journal of Urban Design, 14*(1), 65-84. https://doi.org/10.1080/13574800802451155

• Golkar, K. (2001). Components of urban design quality. *Soffeh, 11*(32), 38–65. https://sid.ir/paper/94234/en

• Habibi, A. (2017). New approaches to the landscape aesthetics research. *Bagh-e Nazar, 14*(49), 69-76. https://www.bagh-sj.com/article_47442.html?lang=en

• Habibi, A., & Kahe, N. (2024). Evaluating the role of green infrastructure in microclimate and building energy efficiency. *Buildings, 14*(3), 825. https://doi.org/10.3390/buildings14030825

• Haghani, T. (2009). *Fractal geometry, complexity and the nature of urban morphological evolution: developing a fractal anaylsis tool to assess urban morphological change at neighbourhood level* [Doctoral dissertation, Birmingham City University]. Birmingham City

University. https://www.open-access.bcu.ac.uk/3906/

• Haghani, T. (2013). Morphological Complexity: a response. *The Journal of Urban Morphology, 17*(1), 60-63. https://doi.org/10.51347/jum.v17i1.4559

• Haghani, T. (2015). Public spaces for all: Comparative study between Oxford Street in London and Vali-Asr Street in Tehran. *Proceedings of the Conference World Habitat Day; 5 March, Tehran: UN Habitat and Iran Ministry of Road & Urban Development.* http://unhabitat.org.ir/wp-content/uploads/2015/12/Toofan-Haghani-world-habitat-day.pdf

• Haghani, T., & Larkham, P. (2010). Fractal Mapping: A new tool for analysing urban morphological complexity. *17th Conference International Seminar on Urban Form (ISUF): Formation and Persistence of Townscape,* Hamburg, Germany.

• Hami, A., Suhardi, B. M., Manohar, M., & Malekizadeh, M. (2014). Natural elements spatial configuration and content usage in urban park. *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning, 24*(1), 15-23. http://ijaup.iust.ac.ir/article-1-170-en.html

• Harris, V., Kendal, D., Hahs, A, K., & Threlfall, C, G. (2017). Green space context and vegetation complexity shape people's preferences for urban public parks and residential gardens. *Landscape Research, 43*(1), 150-162. https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1302571

• Jahani, A., Hatef Rabiee, Z., & Saffariha, M. (2021). Modeling and prediction of the aesthetics of urban parks based on landscape complexity criterion. *Journal of Natural Environment, 74*(1), 27–40. https://doi.org/10.22059/jne.2021.305142.2020

• Kaplan, S. (1987). Aesthetics, affect, and cognition: Environmental preference from an evolutionary perspective. *Environment and Behavior, 19*(1), 3-32. https://doi.org/10.1177/0013916587191001

• Kawshalya, L. W. G., Weerasinghe, U. G. D., & Chandrasekara, D. P. (2022). The impact of visual complexity on perceived safety and comfort of the users: A study on urban streetscape of Sri Lanka. *PLoS One, 17*(8): e0272074. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272074

• Lang, J.T. (1987). *Creating architectural theory: the role of the behavioral sciences in environmental design.* Van Nostrand Reinhold.

• Liu, Q., Zhu, Z., Zeng, X., Zhuo, Z., Ye, B., Fang, L., Huang, Q., & Lai, P. (2021). The impact of landscape complexity on preference ratings and eye fixation of various urban green space settings. *Urban Forestry & Urban Greening, 66,* 127411. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127411

• Mansouri, S., & Habibi, A. (2011). An analysis of factors contributing to the formation of landscapes ensuring sustainable environments: A case study of the River Khoshk in Shiraz. *Bagh-e Nazar, 7*(15), 63–78. https://www.bagh-sj.com/article_13.html

• Mendes, P., Goyette, J., Cottet, M., Cimon-Morin, J., Pellerin, S., & Poulin, M. (2024). The aesthetic value of natural vegetation remnants, city parks and vacant lots: The role of ecosystem features and observer characteristics. *Urban Forestry & Urban Greening, 98,* 128388. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128388

• Mohammadi Hamidi, S., Nazmfar, H., & Akbari, M. (2020). Spatial analysis of parks and urban green spaces by using Copras models and GIS (Case study: 22 regions of Tehran). *Human Geography Research, 52*(2), 437–455. https://doi.org/10.22059/jhgr.2018.248988.1007610

• Nazarboland, N., & Sadjadi, A. (2013). Architectural factors in environmental design can help senile with memory impairments improve their place orientation and recognition. *European Psychiatry, 28*(S1), 28-E1407. https://doi.org/10.1016/S0924-9338(13)77119-0

• Nowak, D. J., & Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In Kuser, J.E. (Eds), *Urban and community forestry in the Northeast.* Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4289-8_2

• Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening, 4*(3-4), 115-123. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007

• Ode, Å., & Miller, D. (2011). Analysing the relationship between indicators of landscape complexity and preference. *Environment and Planning B: Planning and Design, 38*(1), 24-40. https://doi.org/10.1068/b35084

• Ode, A., Tveit, M. S., & Fry, G. (2008). Capturing landscape visual character using indicators: touching base with landscape aesthetic theory. *Landscape Research, 33*(1), 89–117. https://doi.org/10.1080/01426390701773854

• Onniboni, B. (2024). *Villette Park in Paris. Archiobjects.* Retrieved February 12, 2025, from https://www.archiobjects.org/parc-de-la-villette-in-paris-bernard-tschumi/

• Orzechowska-Szajda, I. (2014). Complexity as an indicator of aesthetic quality of landscape. *Technical Transactions, 10A*(23), 81-93. https://doi.org/10.4467/2353737XCT.14.212.3300

• Othman, N., Mohamed, N., & Ariffin, M. H. (2015). Landscape aesthetic values and visiting performance in natural outdoor environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 202*, 330–339. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.237

• Sarafraz Asbagh, S., Mahmoudzadeh, H., & Ode Sang, A. (2022). Assessment of the visual aesthetic quality of the urban landscape in the Tabriz metropolis. *Sustainable Earth Trends, 2*(4), 55-67. https://doi.org/10.48308/ser.2023.231579.1013

• Sengupta, U., Rauws, W. S. & de Roo, G. d. (2016). Planning and complexity: Engaging with temporal dynamics, uncertainty and complex adaptive systems. *Environment and Planning B Planning and Design, 43*(6), 970-974. https://doi.org/10.1177/0265813516675872

• Serrano Giné, D., Pérez Albert, M. Y., & Palacio Buendía, A. V. (2021). Aesthetic assessment of the landscape using psychophysical and psychological models: comparative analysis in a protected natural area. *Landscape and Urban Planning, 214,* 104197. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104197

• Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., & James., P. (2007) Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature

review. *Landscape and Urban Planning, 81*(3), 167-178. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001

• Vukomanovic, J., & Orr, B. J. (2014). Landscape aesthetics and the scenic drivers of amenity migration in the New West: Naturalness, visual scale, and complexity. *Land, 3*(2), 390-413. https://doi.org/10.3390/land3020390

• Wang, R., Zhao, J., Meitner, M. J., Hu, Y., & Xu, X. (2019). Characteristics of urban green spaces in relation to aesthetic preference and stress recovery. *Urban Forestry & Urban Greening, 41*, 6-13. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.005

• Weber, R., Schnier, J., & Jacobsen, T. (2008). Aesthetics of streetscapes: influence of fundamental properties on aesthetic judgments of urban space. *Perceptual and Motor Skills, 106*(1), 128-146. https://doi.org/10.2466/pms.106.1.128-146

• Zhang, N., Zheng, X., & Wang, X. (2022). Assessment of aesthetic quality of urban landscapes by integrating objective and subjective factors: A Case study for riparian landscapes. *Frontiers in Ecology and Evolution, 9*, 735905. https://doi.org/10.3389/fevo.2021.735905

COPYRIGHTS
Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article disributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نحوهٔ ارجاع به این مقاله
ارثیا، علیرضا؛ حقانی، طوفان و بندرآباد، علیرضا. (۱۴۰۴). نقش درختان در سنجش زیبایی‌شناسی بصری و پیچیدگی کالبدی مناظر شهری. *منظر، ۱۷*(۷۲)، ۵۰-۶۳.

DOI: 10.22034/manzar.2025.508795.2339
URL: https://www.manzar-sj.com/article_224101.html