فرهنگ و زیست فناوری معماری

نشریه علمی فرهنگ و زیست‌فناوری معماری

ویژه‌نامه پاییز ۱۴۰۲، سال ۳، پیاپی ۱۰

ارزیابی پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر بایوفیلی با روش مدل‌سازی شبکه عصبی؛ موردپژوهی: پارک‌های منتخب شهر تهران

زمان دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۳، زمان پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۲، زمان انتشار: ۱۴۰۲/۶/۲۱

زهرا گنجعلی‌بنجار[1]- کارشناسی ارشد معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دکتر احمدرضا کشتکار قلاتی- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران.

چکیده

نگاه زیباشناسانه و تحلیل ویژگی‌های زیبای منظر پارک‌های شهری، اگر منطبق بر اصول و معیارهای خاص زیبایی‌شناسی باشد و علاوه بر رویکرد کالبدی، فرآیندها و زندگی جاری و حس این‌همانی فضا را دربربگیرد، می‌توان به مراتبی از زیبایی در منظر پارک‌ها و پردیس‌های شهری پی ببرد که شاید پیش از این بدلیل پیچیدگی ادراک نشده باشند. سوال تحقیق این است که چگونه می‌توان منظر پارک‌ها را در انطباق با خوانش عصب‌شناختی کاربران فضا ارزیابی کرد. در این تحقیق با روش پیمایشی و مدل-سازی شبکه عصبی، جهت ارزیابی پیچیدگی منظر پارک از روش مدل‌سازی شبکه عصبی اقدام شده است. هدف پژوهش کشف روابط حاکم در پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر و عناصر طبیعی در ساختار پارک‌های شهري مانند چشم‌انداز بایوفیلی، درختان و گیاهان وحضور آب است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که آنالیز حساسیت انجام‌شده و شناسايي تأثیرگذارترین عناصر بر پیچیدگی منظر نشان مي‌دهد جهت طراحي پارک‌ها و دستيابي به ارزش زیباشناختی منظر بالا توجه به سطوح سخت پارک شامل چشم‌انداز بایوفیلی، درختان و گیاهان وحضور آب جهت طراحي و احداث پارک جدید در الویت اول برنامه‌ريزي قرار گیرد.

واژگان کلیدی: منظر، منظر شهری، معماری بایوفیلی، روش مدل‌سازی عصبی.

[1] نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۱۲۰۴۹۹۵۷۸

۱. مقدمه و بیان مساله

«سایمون سوافیلد» منظر را نه تنها نشان‌دهنده پدیده‌ای ملموس و محصول قابل رؤیت در مقابل چشمان ما می‌داند، بلکه آن را موضوعی ذهنی یا تصویری متبادر در ذهن نیز بیان می‌کند. افرادی چون ناسار (۱۹۹۸)، کاپلان (۱۹۸۹،۱۹۹۸) و جان لنگ (۱۹۸۷) نیز با تأکید بر جنبه‌های ادراکی منظر تحقیقات مفصلی در زمینه‌های بصری و ذهنی منظر داشته‌اند و از طریق روش‌های پرسشنامه‌ای و مصاحبه به برخی ترجیحات ذهنی مخاطبین منظر دست‌یافته‌اند. پاکزاد نیز منظر را با اتکا به نظرات راپاپورت (۱۹۴۰)، لینچ (۱۹۶۰) و کورت لوین، برابر با تصویر ذهنی می‌داند که حاصل تعامل متقابل محیط و مکان است. برهمین اساس منظر چیزی عینی است (پاکزاد، ۱۳۸۵). می‌توان گفت در تمامی موارد رویکرد عینی و سوژه‌محور بر تعریف منظر حاکم است. همچنین منظر شهری را می‌توان از ابعاد عملکردی، هویتی و زیباشناسانه مورد بررسی قرار داد. ابعاد زیباشناسانه منظر شهری خود می‌تواند در دو بعد کالبدی و ادراکی مورد توجه قرار گیرد (کریمی مشاور، ۱۳۸۹، ص ۴۰). از سویی دیگر، امروزه رویکرد نوینی تحت عنوان زیست‌پذیری (بایوفیلیا) جهت نزدیک شدن هرچه بیشتر عرصه‌های مصنوع و انسان‌ساخت با طبیعت مطرح شده‌است که در آن‌ها ردپای طبیعت، نگاه به گذشته، حفظ هویت و غیره دیده می‌شود؛ لیکن رویکرد مطرح شده با توجه به معیارهای اجتماعی، فرهنگی و اقلیمی کشورهای عمدتاً غربی صورت می‌گیرد (Kellert, 2008). این پژوهش با روش پیمایشی و مدل‌سازی شبکه عصبی به ارزیابی پیچیدگی منظر پارک از روش مدل‌سازی شبکه عصبی پرداخته است.

۲. روش‌شناسی و پیشینه تحقیق

در این مطالعه پژوهش سنجش پیچیدگی زیبایی شناختی منظر بایوفیلی در پارک‌های شهری با روش مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین اثرگذارترین مولفه‌های بایوفیلیک منظر در جهت افزایش پیچیدگی (معیار ذهنی) استفاده شده است. در انجام این پژوهش ۴ پارک منتخب در شهر تهران جهت تعیینِ نقاط چشم‌انداز بازدید میدانی شده و تحلیل شده‌اند. انتخاب مناظر بایوفیلیک بر اساس تنوع در معیارهای طبیعی و عناصر طبیعی بوده گرفت. پارک‌های منتخب شامل پارک «ساعی، پارک ملت، پارک جمشیدیه و پارک قیطریه» بوده است.

۳. ادبیات تحقیق

۳-۱ منظر

در تعریف مفهوم منظر شهری گفته شده است: «منظر شهری آن بخش از محیط یا فرم شهر است که برروی کنش و واکنش شخص و نتایج اعمال وی مؤثر است. در منظر شهری است که بخشی از اطلاعات بالقوه محیط به کیفیتی مستقیماً محسوس (یا اطلاعات بالفعل) تبدیل می شود. بدین‌ترتیب منظر شهری جنبه عینی یا قابل ادراک محیط است که به نوبه خود دارای فرم، عملکرد و معناست»

(پاکزاد، ۱۳۸۵، ص ۱۰۱). در مورد اهمیت آن گفته شده است: «اصولاً طراحی شهری مدیریت منظر شهری (منظر عینی و ذهنی) است» (گلکار، ۱۳۸۵، صص ۳۸- ۴۷). البته نظریات دیگری نیز در این زمینه مطرح شده‌اند. نظریه‌های کنونی، منظر شهری را تنها از بعد زیبایی‌شناسی و یا مطلوبیت فضای شهری مهم ندانسته، بلکه جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی مرتب بر آن‌را نیز حائز اهمیت تلقی نموده و به عبارت دیگر نمایانگر سطح تمدن و فرهنگ یک جامعه به‌شمار می‌آورد.

۳-۲ منظر شهری

بررسی جداگانه سه بعد معنایی، عملکردی و کالبدی (فرمی) شهر نشان می‌دهد که سابقه مطالعات و برنامه‌های توسعه شهری، معطوف به دو بعد عملکردی (برنامه‌ای) و کالبدی (طراحی) آن است. آن‌چه به عنوان بعد معنایی شهر مورد توجه بوده بیشتر معطوف به حفظ نمادهای تاریخی یا وجه کالبدی غالب بوده و نتوانسته مؤلفه‌های به‌وجودآورنده معنای شهر را به‌دقت تشخیص دهد (منصوری، ۱۳۸۳، ص ۳۲). «راسکین» معتقد است منظر شهری بیش از یک مسئله برنامه‌ریزی و طراحی شهری است و در درجه نخست مسئله ارزش‌ها، اهداف انسانی و به رسمیت‌شناخته‌شدن مسئولیت‌های اجتماعی توسط آحاد جامعه است (گلکار، ۱۳۸۵). براین اساس شکل شهر نیز در لایه منظر شهری به کیفیتی محسوس تبدیل می‌شود. یعنی منظر شهر عینیت قابل ادراک و فضای مورد ادراک ما از واقعیت موجود شهر پیرامون ماست. از ویژگی‌های اصلی مفهوم منظر شهری آن است که به عنوان یک پدیده «عینی- ذهنی»، «انسانی- کالبدی» و یک ساختار «اجتماعی- فضایی» مطرح می‌گردد (ذکاوت، ۱۳۸۵، ص ۳۰).

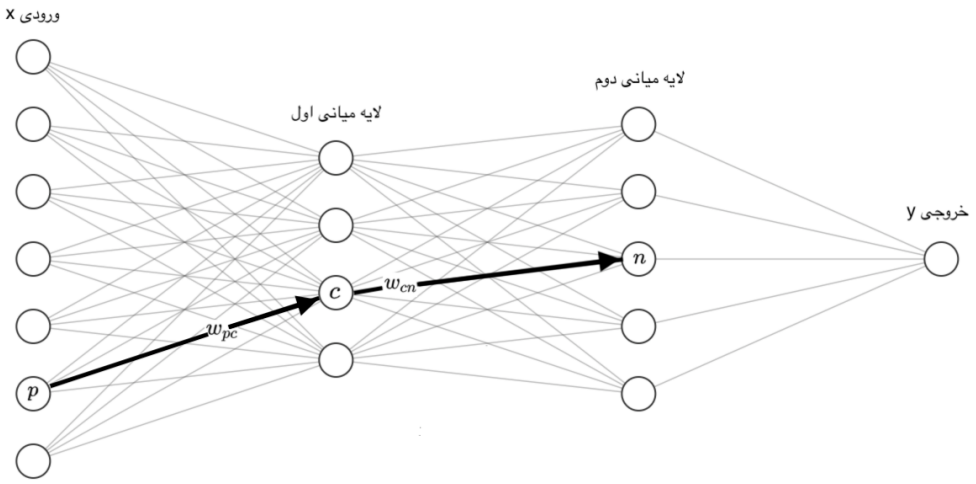
۳-۳ زیبایی‌شناسی منظر

«پیتورسک» با تأکیدی معمارانه بر جنبه‌های بصری- هنری منظر، ازجمله توجه به کثرت و تنوع، مقیاسی انسانی، طبیعت‌گرایی و نظمی ارگانیک در فرم و ترکیب رنگ، توسط افرادی چون« زیته، گیبرد، و هالپرین» رواج می‌یابد (Gibberd, 1955). متأثر از همین دیدگاه، جنبش‌های هنری بعد از جنگ جهانی دوم، جنبش منظرشهری توسط سردبیر مجله *آرکیتکچرال* مطرح می‌شود. برخلاف مدرن‌گرایانی که معماری شیءگونه را تبلیغ می‌کنند، *کالن* مسئول بخش شهری همین مجله، به هنر ارتباطات اهمیت می‌دهد، تجربه مکان را با حرکت در هم می آمیزد و دیدهای متوالی از محیط شهری را مطرح می‌کند. رویکرد کالن علی‌رغم بداعتش در زمینه ادراک زیبایی در حین حرکت، به دلیل تاکید بر جنبه‌های ادراکی- احساسی شخصی از تجربه منظر شهری مورد انتقاد قرار می‌گیرد. از طرف دیگر، زیبایی‌شناسی شهری با دیدگاه‌های جیکوبز و *نیومن* که در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ در علوم اجتماعی و علوم رفتاری توسعه می‌یابد قابلیت رقابت پیدا می‌کند (Newman, 1972). به تدریج زیبایی‌شناسی شهری از حوزه تاکیدات عینی و احساسی و تخصص‌گرایانه مربوط به کیفیات بصری یعنی فرم، رنگ و بافت به حوزه مطالعات ادراکی- ذهنی از محیط شهری انتقال یافت. به

همین دلیل، نظریه‌های زیبایی‌شناسی بیش از آنکه در حوزه شهرسازی مطرح شود در حوزه مطالعات روان‌شناختی محیط بسط می‌یابد (Appelton, 1984).

۳-۳ یادگیری ماشینی

«*یادگیری ماشینی با نظارت*»[1] به دنبال تابعی از میان یک‌سری توابع هست که «*تابع هزینه داده‌ها*»[2] را بهینه سازد. به عنوان مثال در مسئله رگرسیون تابع هزینه می‌تواند اختلاف بین پیش‌بینی و مقدار واقعی خروجی به توان دو باشد، یا در مسئله طبقه‌بندی ضرر منفی لگاریتم احتمال خروجی باشد. مشکلی که در یادگیری شبکه‌های عصبی وجود دارد، این است که این مسئله بهینه‌سازی دیگر محدب[3] نیست. یکی از روش‌های متداول حل مسئله بهینه‌سازی در شبکه‌های عصبی بازگشت به عقب یا همان back propagation است. روش بازگشت به عقب گرادیانِ تابع هزینه را برای تمام وزن‌های شبکه عصبی محاسبه می‌کند و بعد از روش‌های گرادیان کاهشی برای پیدا کردن مجموعه وزن‌های بهینه استفاده می‌کند. روش‌های گرادیان کاهشی سعی می‌کنند به صورت متناوب در خلاف جهت گرادیان حرکت کنند و با این کار تابع هزینه را به حداقل برسانند. پیدا کردن گرادیانِ لایه آخر ساده است و با استفاده از مشتق جزئی بدست می‌آید. گرادیانِ لایه‌های میانی اما به صورت مستقیم بدست نمی‌آید و باید از روش‌هایی مانند قاعده زنجیری در مشتق‌گیری استفاده کرد. روش بازگشت به عقب از قاعده زنجیری برای محاسبه گرادیان‌ها استفاده می‌کند و همان‌طور که در پایین خواهیم دید، این روش به صورت متناوب گرادیان‌ها را از بالاترین لایه شروع کرده آن‌ها را در لایه‌های پایینتر «پخش» می‌کند.



نمودار ۱. یک شبکه عصبی با دو لایه پنهان، گرادیان c وابسته به گرادیان لایه‌های بالاتر است که به آن‌ها متصل است؛ ماخذ: آرشیو نگارنده.

[1] supervised learning
[2] loss function
[3] convex

۳-۴ معماری بایوفیلی

اتصال محکم زندگی انسان و طبیعت به‌عنوان عنصر ذاتی و فطری، این تصور بشر برای فرار از تحت‌سلطه بودن سیستم‌های حیات به‌وسیله پیشرفت بشریت و فن‌آوری‌های نوین به شکلی که توانایی تغییر و انتقال بنیادین جهان طبیعت را داشته باشد را زیر سوال برده است (بیطرف و دیگران، ۱۳۹۶). «فرضیه بیوفیلیا» اظهار می‌کند که پیوندی غریزی و فطری بین انسان‌ها و دیگر سیستم‌های حیات وجود دارد. ویلسن ارتباط عمیق‌تری از وابستگی‌ها را بیان می‌کند که به خصوصیات زیست‌بوم برمی‌گردد؛ چیزی که وی به عنوان تمایل فطری پیوستن به طبیعت توصیف می‌کند، این است که ما با موجودات زنده پیوند خورده‌ایم و این تمایل از نخستین دوران کودکی آغاز می‌شود و در الگوهای فرهنگی و اجتماعی ما جریان پیدا می‌کند (Stephen Kellert, 2016; Browning, 2014; Zar Pedersen, 2-12; Amjad Al-musead, 1996; Wells, 2011; Torrance, 2013; Söderlund, 2-15; Singh, 2015; Michael, 2011; Kellert, 2015; Kellert, 2018).

نمودار ۲. انواع رویکردهای معماری بیوفیلی، ماخذ: نگارنده.

«بایوفیلیا» هشت روش اساسی را مطرح می‌کند که از طریق آن‌ها انسان‌ها با طبیعت ارتباط برقرار می‌کنند و از آن بهره‌مند می‌گردند:

۱. **جذابیت**: درک زیبایی‌شناسانه طبیعت، از زیبایی سطحی و ظاهری طبیعت گرفته تا فهم عمیق زیبایی.

۲. **علت**: میل به دانستن و درک ذهنی جهان، از واقعیات پایه‌ای گرفته تا مفاهیم پیچیده.

۳. **ناسازگاری**: انزجار از طبیعت و گاهی اوقات اجتناب از طبیعت به دلیل ترس.

۴. **بهره‌برداری**: میل به استفاده مادی‌گرایانه از جهان طبیعی.

۵. **محبت و عاطفه**: وابستگی احساسی که شامل عشق به طبیعت می‌شود.

۶. **حکومت**: انگیزش برای تحت سلطه درآوردن و کنترل محیط طبیعی.

۷. **معنویت**: به دنبال حقیقت گشتن از طریق ارتباط با جهان فراتر از خودمان.

۸. **نمادگرایی**: ارائه نمادین طبیعت از طریق تصویر، زبان، و طراحی (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۷، ص ۶۵).

نمودار ۳. مولفه‌های معماری بیوفیلی، ماخذ: نگارنده.

جدول ۱. عناصر طراحی بیوفیلی، ماخذ: نگارنده براساس timothy beatley and peter newman, 2013

مقیاس	عناصر طراحی بیو فیلی
ساختمان	-پشت بام سبز - باغهای آسمان و دهلیزهای سبز - باغ پشت بام - دیوارهای سبز - فضاهای داخلی روز - حیاط‌های سبز
بلوک	-مسکن خوشه ای اطراف مناطق سبز - حیاط‌ها و فضاهای گونه‌های بومی - خیابانهای سبز - درختان شهری
خیابان	-توسعه اثر کم(LID) ؛ شمشیرهای گیاهی و خیابانهای لاغر -محوطه سازی خوراکی درجه بالایی از نفوذپذیری - نور روز جریان - ترمیم جریان جنگل های شهری
محله	-باغ‌های جامعه -پارک های محله - پارک‌های جیبی سبزیجات، مزارع خاکستری و مزارع قهوه‌ای - نهرهای شهری و مناطق ساحلی - شبکه‌های اکولوژیکی شهری
انجمن	مدارس سبز- سایبان درختی شهر- باغ های جنگلی / جامعه - سبز کردن راهروهای ابزار- سیستم‌های رودخانه‌ای
منطقه	سیستم‌های فضای سبز منطقه‌ای - سبز کردن راهروهای اصلی حمل و نقل

منبع: (Timothy Beatley and Peter Newman,2013)

۴. بیان یافته‌های تحقیق

۴-۱ محدوده مورد مطالعه

(*) بوستان ساعی؛ یکی از بوستان‌های عمومی تهران است که با مساحتی در حدود ۱۲ هکتار در خیابان ولیعصر و در منطقه ۶ شهرداری تهران واقع شده‌است. محل این پارک در سال ۱۳۲۴ توسط مهندس *کریم ساعی* درخت‌کاری شد و در اختیار وزارت جهاد کشاورزی وقت قرار گرفت. سرانجام ایده طراحی اصلی پارک در دهه ۴۰ شکل گرفت و این پارک در سال ۱۳۴۲ با طراحی حسین محجوبی ساخته شد. تکمیل مراحل طراحی و ساخت پارک بین سال‌های ۱۳۴۲ تا ۱۳۵۲ ادامه یافت. در سال ۱۳۲۹ و به تلاش مهندس کریم ساعی، بوستان ساعی به شکل جنگلی بنیان گذاشته شد. پیش‌تر در سال ۱۳۲۴ زمین این بوستان درخت‌کاری گردیده و در اختیار وزارت کشاورزی وقت قرار گرفته بود. پس از درگذشت مهندس ساعی به‌علت سانحه هوایی، این پارک همچنان به شکل گذشته و وابسته به وزارت کشاورزی باقی ماند. پس از توسعه شهر تهران در سال ۱۳۳۴ این پارک به شهرداری تهران واگذار گردید و پس از آن سازمان پارک‌ها با تجهیز این پارک آن را عمومی‌کرد.

(*) پارک ملت؛ بوستان ملت یا پارک ملت که قبل از انقلاب ۱۳۵۷ پارک شاهنشاهی نامیده می‌شد. بوستان بزرگی در شهر تهران است که از شرق به خیابان ولی‌عصر، از جنوب به بزرگراه هاشمی

رفسنجانی، از غرب به مجموعه ورزشی انقلاب تهران و از شمال به ساختمان مرکزی صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران محدود می‌شود. این بوستان در سال ۱۳۴۵ در زمان سلطنت محمدرضا پهلوی و به ابتکار فرح پهلوی در شمال شهر تهران ساخته شد. طراحی پارک ملت را ایرج اعتصام بر عهده داشته‌است. پارک ملت علاوه بر فضاهای بسیار متنوع و جذاب خود مکانی بسیار مناسب برای انجام ورزش‌های گروهی دارد. پارک ملت یکی از بهترین پارک‌های تهران است که در بخش شمالی شهر قرار دارد. نام قدیمی پارک ملت، پارک شاهنشاهی بود و با مساحتی حدود ۳۴ هکتار در سال ۱۳۴۵ ساخته شد.

(*) پارک جمشیدیه؛ یکی از بوستان‌های تهران است که در ناحیه ۴ و منطقه ۱ شهرداری تهران و در بخشی از اراضی باغ‌های دولو قرار دارد. این پارک روزگاری متعلق به خاندان دولو بود که در دوره قاجار می‌زیستند. بوستانی که امروزه به آن «پارک جمشیدیه» می‌گویند، درواقع متعلق به فردی به نام جمشید دولو قاجار بوده‌است. املاک زیادی در تهران به نام طایفه دولو از مشهورترین خانواده‌های وابسته به قاجار، سند خورده بود، در شناسنامه تاریخی پارک جمشیدیه هم نام جمشید دولو قاجار به عنوان مالک زمین این بوستان ثبت شده‌است، مالکی که ملک ۶۹ هزار مترمربعی خود را به فرح پهلوی بخشید. در ابتدا قرار بود که بنای یک سرای سالمندان در آن طرح‌ریزی شود اما این تصمیم هرگز به اجرا در نیامد و به سود احداث پارک عمومی و استفاده همگانی از صحنه کنار رفت و سال ۱۳۵۶ این منطقه شمایل یک پارک عمومی را پیدا کرد و به یکی از جاذبه‌های گردشگری و جاهای دیدنی تهران تبدیل شد. بوستان جمشیدیه از بدو تأسیس، ۲ بار بازسازی شده‌است اما طراحی اصلی آن را کامران دیبا انجام داده‌است.

(*) پارک قیطریه؛ یکی از بوستان‌های شمال شهر تهران است که در محله قیطریه و در ناحیه هفت منطقه ۱ شهرداری تهران واقع شده‌است. این بوستان در شمال بزرگراه صدر و انتهای خیابان قیطریه واقع است و از شمال به فرمانیه، از جنوب به میدان پیروز و بزرگراه صدر، از شرق به چیذر و از غرب به قیطریه و خیابان شریعتی محدود می‌شود.

۴-۲ متغیرهای مدل‌سازی شبکه

شبکه‌های عصبی مصنوعی (*Artificial Neural Networks - ANN*) یا به زبان ساده‌تر شبکه‌های عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوین برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت بیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده هستند. ایده اصلی این گونه شبکه‌ها تا حدودی الهام‌گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی برای پردازش داده‌ها و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش می‌باشد. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده بهم‌پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند و توسط

سیناپس‌ها(ارتباطات الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آن را جبران کرده، و نیز در بازسازی آن سهیم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری‌اند؛ مثلاً با اعمال سوزش به سلول‌های عصبی لامسه، سلول‌ها یادمی‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سیستم می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند. یادگیری در این سیستم‌ها به‌صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده از مثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های جدید، سیستم پاسخ درستی تولید کند. فلسفه اصلی شبکه عصبی مصنوعی، مدل کردن ویژگی‌های پردازشی مغز انسان برای تقریب زدن روش‌های معمول محاسباتی با روش پردازش زیستی است. به بیان دیگر، شبکه عصبی مصنوعی روشی است که دانش ارتباط بین چند مجموعه داده را از طریق آموزش فراگرفته و برای استفاده در موارد مشابه ذخیره می‌کند. این پردازنده از دو جهت مشابه مغز انسان عمل می‌کند:

- *یادگیری شبکه عصبی از طریق آموزش صورت می‌گیرد.*
- *وزن‌دهی مشابه با سیستم ذخیره‌سازی اطلاعات، در شبکه عصبی مغز انسان انجام می‌گیرد.*

با استفاده از دانش برنامه‌نویسی رایانه می‌توان ساختار داده‌ای طراحی کرد که همانند یک نورون عمل نماید. سپس با ایجاد شبکه‌ای از این نورون‌های مصنوعی به هم پیوسته، ایجاد یک الگوریتم آموزشی برای شبکه و اعمال این الگوریتم به شبکه آن را آموزش داد. این شبکه‌ها برای تخمین و تقریب، کارایی بسیار بالایی از خود نشان داده‌اند. گستره کاربرد این مدل‌های ریاضی برگرفته از عملکرد مغز انسان، بسیار وسیع می‌باشد که به عنوان چند نمونه کوچک می‌توان استفاده از این ابزار ریاضی در پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی، مخابراتی و الکترونیکی تا کمک در نجوم و فضانوردی را نام برد. اگر یک شبکه را هم‌ارز با یک گراف بدانیم، فرایند آموزش شبکه تعیین نمودن وزن هر یال و base اولیه خواهد بود.

این پژوهش با روش پیمایشی و مدل‌سازی شبکه عصبی به ارزیابی پیچیدگی منظر پارک از روش مدل‌سازی شبکه عصبی پرداخته است. پس از تعیین نقاط چشم‌انداز بایوفیلیک در پارک‌های منتخب و تهیه عکس از آن‌ها معیارهای عینی موجود در هر عکس بر اساس منابع تحقیقاتی به عنوان متغیرهای مستقل مدل‌سازی ثبت گردید. مولفه‌های بایوفیلیک عبارتند از:

(۱) ***چشم‌انداز و موقعیت دید***: عبارت از موقعیتی است که منظر نسبت به افق دید کاربر دارد. اگر منظره تعیین شده پایینتر از افق دید باشد، موقعیت دید مادون (کلاس۱)، اگر هم سطح باشد معمولی (کلاس۲) و اگر نقطه تعیین‌شده بالاتر از افق دید کاربر قرار گرفته باشد، موقعیت دید ماورا (کلاس۳) می‌باشد.

(۲) ***ساختمان بایوفیلی***: منظر عناصر ساختمانی شامل کلیه سازه‌ها و ساختمان‌های پارک و اطراف آن براساس نوع کاربری می‌باشد. این عناصر بوسیله نرم‌افزار Image meter pro اندازه‌گیری و برحسب درصد از کل منظر در عکس گزارش شده است.

(۳) ***آب***: این معیار شامل حوض، فواره و برکه مصنوعی می‌باشد. سطوح آب به وسیله نرم‌افزار Image meter pro اندازه‌گیری و برحسب درصد از کل منظر در عکس گزارش شده است.

(۴) ***جمادات و کوه***: انواع مختلف این منظر شامل کوه و تپه‌های طبیعی و مصنوعی، سنگ‌های بزرگ کوهستانی موجود در محیط و دیوارهای سنگی می‌باشد.

(۵) ***تزیینات و المان***: شامل انواع عناصر هنری مانند تندیس‌های سنگی، مجسمه‌های فلزی ساخته شده با فلز و مفتول می باشد.

(۶) ***گیاهان و درختان***: در هر منظر میانگین درختان غالب در ارتفاع برابر سینه با استفاده از متر و برحسب سانتیمتر اندازه گیری شد. شامل سه گروه درختان و درختچه‌ها، بوته و گل و چمن است که مقدار هرکدام از آن‌ها توسط نرم‌افزار image meter pro و بر حسب درصد گزارش شده است.

(۷) ***توپوگرافی زمین***: شکل زمین شامل ۳ حالت مختلف است؛ دره (کلاس۱)، زمین مسطح (کلاس۲) و یال (کلاس۳).

(۸) **شیب زمین**: در هر منظر، شیب با استفاده از شیب سنج برحسب درجه اندازه گیری شده است.

(۹) ***تنوع و پیچیدگی***: تنوع برحسب تعداد معیارهای عینی درنظرگرفته شده در این تحقیق، در هر منظر محاسبه می شود.

جهت ارزیابی زیبایی شناختی منظر پارک‌ها مجموعا ۴۰ تصویر از ۴ پارک منتخب در تهران مورد استفاده قرار گرفت. تمام عکس‌ها با یک دوربین و با کیفیت ثابت تهیه گردید. ارتفاع عکاسی برابر با ۱,۷ متر از سطح زمین بوده و افق دید در یک سوم بالای تصویر کادربندی شد. تصاویر توسط کاربران پارک یا این سوال سنجش شد: نسبت به این تصویر پارک چه احساسی دارید؟ تصویر تا چه میزان دارای زیبایی یا پیچیدگی است؟

پاسخ‌دهندگان به صورت تصادفی ساده انتخاب شده و پاسخ‌ها به صورت طیف لیکرت با امتیاز یک تا پنج از بسیارکم تا بسیار زیاد ثبت گردید. میانگین امتیاز ۲۰۰ ناظر به‌عنوان امتیاز هر تصویر یا ارزش پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر در نظر گرفته شد. برای پردازش داده‌ها از ابزار هوشمند شبکه عصبی مصنوعی در محیط نرم‌افزار MATLAB 2018 استفاده شد. برای آموزش شبکه یا مدل، ابتدا نمونه‌ها یا مناظر به‌طور تصادفی به سه دسته آموزش شبکه (۶۰ درصد داده‌ها معادل ۱۲۰

نمونه)، اعتبارسنجی (۲۰درصد داده ها یا ۴۰ نمونه) و آزمون مدل (۲۰درصد داده ها یا ۴۰ نمونه) تقسیم شدند. داده‌های آموزش در ایجاد مدل بهینه مورد استفاده واقع شده و همزان با کمک داده‌های اعتبارسنجی مورد سنجش دقت قرار گرفت. در نهایت داده‌های آزمون جهت سنجش قابلیت تعمیم پذیری و کاربرد مدل در داده‌های جدید مورد استفاده قرار گرفته و دقت واقعی مدل را مشخص می‌سازد. در بهینه‌سازی دقت مدل از تعداد لایه‌های متعدد مخفی، تعداد مختلف نورون‌ها در هر لایه (ابزار پردازش موازی و همزمان محاسبات) و توابع فعال سازی گوناگون استفاده شد.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{n}$$ رابطه ۱

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|O_i - P_i|$$ رابطه ۲

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - O_{ave})(P_i - P_{ave})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(O_i - O_{ave})\sum_{i=1}^{n}(P_i - P_{ave})}}$$ رابطه ۳

که در این روابط: O_i: داده اندازه‌گیری‌شده، P_i: داده پیش‌بینی‌شده، O_{ave}: میانگین داده‌های اندازه-گیری‌شده، P_{ave}: میانگین داده‌های پیش‌بینی‌شده و n: تعداد داده‌ها است.

ارزیابی بهترین برازش شبکه برای یافتن بهترین ساختار شبکه مناسب، از طریق معیارهای فوق انجام گردید که هدف بیشینه کردن ضریب تبیین و کمینه نمودن میانگین مربعات خطا و میانگین مربعات خطای مطلق (درصد) می‌باشد. آنالیز حساسیت مدل بر اساس روش متداول در مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی با ثابت نگه داشتن متغیرهای ورودی و سنجش تغییرات خروجی مدل (امتیاز پیچیدگی منظر) بر اثر تغییرات یک متغیر ورودی در دامنه انحراف معیار خود انجام شد. بدین ترتیب متغیرهایی مورد استفاده در مدل‌سازی بر اساس میزان اثرگذاری بر تغییرات خروجی مدل الویت‌بندی شدند. در نهایت روند تغییرات پیچیدگی منظر بر اساس تغییرات متغیرهایی که اثرگذاری بالاتری دارند ارائه گردید.

۴-۲ بهینه‌سازی شبکه

در این تحقیق، ترکیب مختلفی از لایه‌ها و نرون‌های مختلف همراه با تابع فعال‌سازی لگاریتم سیگموئید، تانژانت سیگموئید، هیپربولیک و خطی (لایه‌های پنهان و خروجی) برای بهینه‌سازی شبکه مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله اول بهینه‌سازی شبکه هوشمند عصبی از یک لایه پنهان با تعداد ۵ تا ۳۰ نرون که به‌طور تصادفی انتخاب گردیدند، عمل بهینه‌شدن شبکه انجام شد و در مرحله دوم با همان تعداد نرون در دو و سه لایه پنهان قدرت شبکه تخمین زده شد. پس از آزمون شبکه‌های حاصل از ساختارهای گوناگون، نتایج حاصل از بهینه‌سازی شبکه عصبی به همراه بهترین ساختار به دست است.

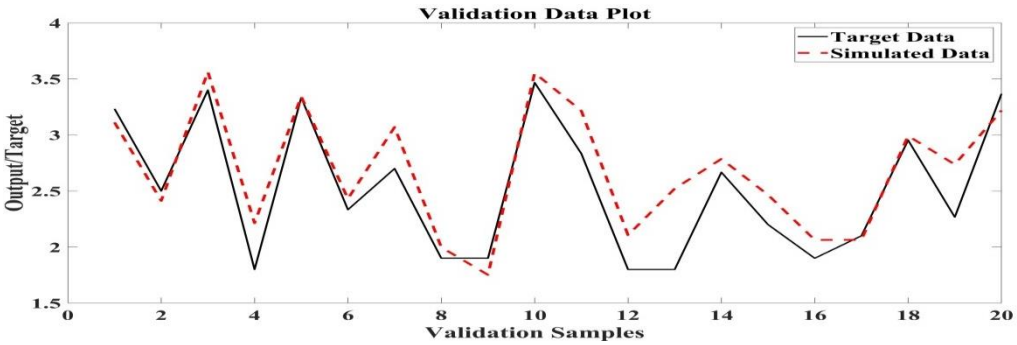
جدول ۲. ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی در مدل ارزیابی زیبایی‌شناختی منظر بایوفیلیک؛ ماخذ: نگارنده.

ویژگی های ساختاری	لایه پنهان اول	لایه خروجی
نوع شبکه	MLP	MLP
تابع انتقال	Log-Sigmoid	Linear
الگوریتم بهینه‌سازی	Levenberg Marquardt	Levenberg Marquardt
تعداد نورون‌ها	۱۴	۱

در آموزش شبکه عصبی از تعداد مختلف لایه پنهان و نورون در هر لایه استفاده شد که نتایج ۵ ساختار ارائه شده است. ضرایب تبیین (R^2) به دست آمده میزان دقت شبکه در پیش‌بینی پیچیدگی منظر بر اساس متغیرهای ورودی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج شبکه‌های آموزش داده شده، مدل۱ با ساختار ۱-۱۴-۱۷ (۱۷ متغیر ورودی، ۱۴ نورون در لایه مخفی و یک متغیر خروجی: ۱-۱۴-۱۷) با توجه به بیشترین مقدار ضریب تبیین در سه دسته داده آموزش، اعتبارسنجی و آزمون معادل ۰/۹۳، ۰/۸۵ و ۰/۸۷، بهترین عملکرد بهینه‌سازی ساختار را نشان می‌دهد. تعداد ورودی‌ها برابر با ۱۰۰ نمونه منظر با ۱۷ متغیر و خروجی برابر با میانگین امتیاز صد نفر به پیچیدگی منظر است که بر این اساس ۱۲۰ نمونه منظر برای آموزش، ۴۰ نمونه منظر برای اعتبارسنجی حین آموزش و ۴۰ نمونه نیز برای آزمون نتایج شبکه عصبی طراحی شده اختصاص داده شد.

۵- نتیجه‌گیری و جمعبندی

براساس تحلیل‌های صورت‌گرفته، اختلاف اندکی بین پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر بایوفیلی طبیعی و پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر بتصویر درآمده وجود داشته که حاکی از دقت بالای شبکه عصبی طراحی شده در پیش‌بینی میزان پیچیدگی منظر در پارک‌ها بر اساس متغیرهای ورودی می‌باشد. این نتیجه حاکی از قابلیت بالای مدل به دست آمده جهت پیش‌بینی پیچیدگی منظر با کاربرد در پارک‌های در فاز طراحی و پیش از اجرا می‌باشد.



نمودار ۴. نمودار اختلاف پیچیدگی منظر حقیقی و پیش‌بینی شده در نمونه اعتبارسنجی؛ ماخذ: یافته‌های تحقیق.

با توجه به هدف پژوهش در جهت کشف رابطه متغیرهای پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر بایوفیلی با میزان پیچیدگی منظر و مدل‌سازی آن، ضریب تأثیرگذاری هر یک از متغیرهای کاربردی در پیش

بینی پیچیدگی منظر در پارک‌ها تایید شده است. بر این اساس نسبت درختان، میانگین قطر درختان و چشم انداز بایوفیلی با ضریب اثرگذاری ۰/۲۱، ۰/۱۵و ۰/۱۲ به ترتیب بیشترین تأثیر را در زیبایی شناسی منظر پارک‌های منتخب شهر تهران از خود نشان می‌دهند درصورتی‌که سایر متغیرها اثر قابل ملاحظه‌ای در تعیین پیچیدگی مناظر ندارند. بررسی کیفیت زیباشناختی مناظر با استفاده از معیارهای زیبایی همچون پیچیدگی منظر پارک‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. طبق تحقیقات Simensen و همکاران (۲۰۱۸) ارزیابی جامع منظر که توسط ادراک بصری انجام می‌شود یکی از روش‌های شناخت محیط است و پیچیدگی و تنوع در منظر نیز بسیار اثرگذار است. در این پژوهش نیز مدل-سازی ارزیابی پیچیدگی منظر توسط ادراک بصری صورت گرفت. باتوجه به هدف این پژوهش که مدل‌سازی پیچیدگی منظر پارک‌های شهری از دیدگاه کاربرمحور و با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی است، نتایج این پژوهش نشان داد که شبکه عصبی طراحی شده با یک لایه مخفی و ۱۴ نرون و تابع انتقال لگاریتم سیگموئید و خطی، قابلیت خوبی در مدل کردن پیچیدگی منظر در طراحی مهندسی پارک‌های مورد مطالعه دارد. هدف پژوهش کشف روابط حاکم در پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر و عناصر طبیعی در ساختار پارک‌های شهری مانند چشم انداز بایوفیلی، درختان و گیاهان وحضور آب است. آنالیز حساسیت انجام‌شده و شناسایی تأثیرگذارترین عناصر بر پیچیدگی منظر نشان می‌دهد جهت طراحی پارک‌ها و دستیابی به ارزش زیباشناختی منظر بالا توجه به سطوح سخت پارک شامل چشم‌انداز بایوفیلی، درختان و گیاهان وحضور آب جهت طراحی و احداث پارک جدید در الویت اول برنامه‌ریزی قرار گیرد.

منابع و ماخذ

۱. بیطرف، احسان، فرح حبیب، ذبیحی، حسین (۱۳۹۶) نگرش بیوفیلیک رویکردی در ارتقا سطح کیفی محیط زندگی ساکنان مجتمع‌های مسکونی، فصلنامه مدیریت شهری، زمستان ۱۳۹۶، شماره ۴۹.

۲. پاکزاد، جهانشاه (۱۳۸۵) راهنمای طراحی فضای شهری در ایران، زیر نظر شورای حوزه معاونت شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی، تهران، شرکت طرح و نشر پیام سیما.

۳. حبیب، فرح (۱۳۸۵) طراحی منظر شهری در گذر تاریخ، مجله آبادی شماره پنجاه‌وسوم.

۴. ذکاوت، کامران (۱۳۸۵) چارچوب استراتژیک مدیریت بصری شهر، نشریه آبادی، شماره۵۳ (۱۸ دور جدید).

۵. کریمی مشاور، مهرداد (۱۳۸۹) زیبایی برج از نگاه شهروندان: بررسی رویکرد زیباشناسانه شهروندان تهرانی به ساختمان های بلند، منظر، شماره ۱۱.

۶. کریمی، اردلان و شرقی، زهرا (۱۳۹۹) بررسی مدل‌های طراحی شهری فرایندمحور، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، شماره ۲، بهار ۱۳۹۹.

۷. گلکار، کورش (۱۳۸۵) مفهوم منظر شهری، مجله آبادی، شماره پنجاه‌وسوم.

۸. ماهان، امین و منصوری، سید امیر (۱۳۹۶) مفهوم منظر با تأکید بر نظر صاحبنظران رشته های مختلف»، مجله علمی- پژوهشی پژوهشکده هنر، معماری و شهرسازی نظر، شماره ۴۷، سال چهاردهم، (۲۸-۱۷).

۹. محمودی نژاد، هادی: الف (۱۳۹۷) معماری بیوفیلی: دوستی با طبیعت در طراحی، انتشارات طحان.

10. 34. Appelton, J., (1984), "Prospects and refuges revisited" Landscape Journal , Public Places,Urban Spaces., Architectural press, Elsevier, Oxford.
11. 36. Gibberd, F., (1955), Town Design", London:Architectural Press.
12. 43. Newman, O, (1972), "Defensible space : people and design in the violent city", London, Architectural Press.
13. Amjad Al-musead, Town texture specific for the warm zone, AD Review, issue nr 12-1996, Bucharest.
14. Barney, G.C. (2003), "Vertical Transportation in Tall Buildings", Elevator World, Retrieved from http://documents.mx/documents/barney-vertical-transport-tall-bldgbarney21.html.
15. Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design. New York: Terrapin Bright Green, LLC.
16. Kellert S, Calbrese C. The Practice of Biophilic Design, Terrapin Bright Green LLC. 2015.
17. Kellert, Stephen R. & [others]. (2008), Biophilic Design: The theory, Science, and practice of Bringing Building Life. Hoboken, New Hersey: John Wilcy & Sons, Inc.
18. Michael, P. (2011). *Biomimicry in Architecture - Mitigation and Adaptation to Climate Change.* RIBA.
19. Singh, A. &. (2015). Biomimicry-an alternative solution to sustainable buildings. *Journal of Civil and Environmental Technology, 2*(14), 96-101.
20. Söderlund, J., & Newman, P. (2015). Biophilic architecture: a review of the rationale and outcomes. *AIMS Environmental Science, 2(4)*, 950-969.
21. Wells, M. (2011). Designing For Biodiversity: Productivity And Profit, Environmental Briefing Note. *British Council Of Offices.*
22. Wilson, Edward O., 1984, Biophilia, CambridgeUniversity Press.
23. Zar Pedersen, M. (2012). *Ecosystem Services Analysis For The Design Of Regenerative Urban Built Environments.* Victoria University of Wellington.

چکـیده لاتین

Zahra Ganjali Bonjar- *Msc in architecture, Tehran Shomal Branch, Islamic azad university, Tehran, Iran*
Ahmadreza Keshkar Ghalati- *assistant professor, shahid Rejaee University, Tehran. Iran.*

Evaluating the aesthetic complexity of the biophilic landscape with the neural network modeling method; Case study: selected parks of Tehran

Abstract

The aesthetic view and the analysis of the beautiful features of the landscape of urban parks, if it is in accordance with the specific principles and criteria of aesthetics and includes, in addition to the physical approach, the processes and current life and the sense of the sameness of the space, one can achieve a degree of beauty in the landscape of parks and He realized that urban campuses may not have been understood before due to their complexity. The research question is how to evaluate the view of the parks in accordance with the neurological reading of the space users. In this research, surveying and neural network modeling were used to evaluate the complexity of the park's landscape using neural network modeling. The aim of the research is to discover the relationships between the aesthetic complexity of the landscape and natural elements in the structure of urban parks, such as the biophilic landscape, trees and plants, and the presence of water. The findings of the research show that the sensitivity analysis performed and the identification of the most influential elements on the complexity of the landscape show that in order to design parks and achieve a high aesthetic value of the landscape, paying attention to the hard surfaces of the park, including biophilic landscape, trees and Plants and the presence of water should be the first priority in planning for the design and construction of a new park.

Key words: ***landscape, urban landscape, biophilic architecture, neural modeling method.***

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the BOTHIGHA Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.

نحوه ارجاع به مقاله:

گنجعلی بنجار، زهرا. کشتکار قلاتی، احمدرضا (۱۴۰۲) ارزیابی پیچیدگی زیبایی‌شناختی منظر بایوفیلی با روش مدل‌سازی شبکه عصبی؛ موردپژوهی: پارک‌های منتخب شهر تهران، بوطیقای معماری. ۳(۱۰)، ۱۰۵-۱۱۸.

DOI: 10.52547/ijba.11.6.6
DOR: 20.1001.1.28212398.1402.6.6.6.6
URL: www.ijba.ir/fa/downloadpaper.php?pid=149&rid=18&p=A