

مدل پیش‌بینی رضایت مندی شهروندان از بوستان‌های شهری با استفاده از

شبکه عصبی مصنوعی

ریحانه خالق پناه^۱؛ علی جهانی^{۲*}؛ نعمت‌اله خراسانی^۳ و حمید گشتاسب^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط‌زیست گرایش ارزیابی و آمایش، دانشکده محیط‌زیست، کرج

۲- استادیار گروه محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط‌زیست، کرج

۳- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴- دانشیار گروه محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط‌زیست، کرج

(تاریخ دریافت ۹۷/۰۸/۰۵ - تاریخ پذیرش ۹۷/۱۰/۲۰)

چکیده:

یکی از مهمترین عناصر شهرها، بوستانها و فضاهای سبز شهری هستند. نوع طراحی و عملکرد بوستانهای شهری باید در راستای ضروریات زندگی شهری و در پاسخگویی به نیاز شهروندان باشد چرا که این امر می‌تواند در جهت ایجاد محیط زیست سالم و با ارزش شهری نیز به کار گرفته شود. هدف از انجام این پژوهش مدلسازی ارزیابی رضایت مندی بازدیدکنندگان از بوستانهای شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی است. در انجام این پژوهش به منظور پردازش داده‌ها با ابزار هوشمند شبکه عصبی، از شبکه پرسپترون چند لایه استفاده شد. ابتدا ۱۰۳ بوستان شهری در کرج و تهران انتخاب گردید و اطلاعات مربوط به متغیرهای منطقه‌ای، خدماتی و زیبایی‌شناختی در کلیه بوستانها جمع‌آوری گردید. سپس اطلاعات جمع‌آوری شده به عنوان ورودی شبکه و نتایج حاصل از ارزیابی سطح رضایت مندی به عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته شد. مقدار ضریب تبیین (R^2) در این پژوهش ۰/۷۲ بدست آمد که نشان دهنده قابلیت مناسب شبکه عصبی مصنوعی در مدلسازی رضایت مندی از بوستانهای شهری است. نتایج حاصل از آنالیز حساسیت نشان داد متغیرهای کیفیت منظر، تعداد زمین‌های ورزشی، مراکز فروش مواد غذایی، باربیکو دارای بیشترین اثرگذاری بر روی رضایت مندی از بوستانهای شهری بوده‌اند. لذا در برنامه‌ریزی و مدیریت اماکن عمومی همچون فضاهای سبز شهری، توجه به درک کاربران از محیط باید در الویت قرار گیرد.

کلید واژگان: رضایت مندی، بوستانهای شهری، شبکه عصبی مصنوعی، آنالیز حساسیت

۱. مقدمه

بوستانها به عنوان یکی از انواع فضاهای سبز عمومی دارای عملکرد غالب اجتماعی هستند و اقشار مختلف مردم به منظور تأمین نیازهای فراغتی خود آنها را محلی مناسب می‌یابند. از آنجا که اصلی‌ترین هدف در بوستانهای شهری تفرج محسوب می‌شود، رسیدن به این هدف روشهای مدیریتی متناسب با آن را می‌طلبد. در واقع با ارزیابی و به‌کارگیری این روشها به دنبال حفظ کمیت و کیفیت تفرج، رضایت تفرج‌گران و کسب تجربه مطلوب تفرجی آنها را نیز به دنبال خواهد داشت (Azizi Jalilian & Danehkar, 2011). رضایت مندی احساسی است که زمانی بدست می‌آید که فرآیندهای مناسب به گونه‌ای طراحی شوند که خدمات ارائه شده، توقعات و انتظارات شهروندان را برآورده نماید (Soleimani, 2014). باید توجه داشت که ایجاد پارک و فضای سبز به تنهایی برای جذب شهروندان و استفاده از این مکانها کافی نبوده بلکه توان بوستانهای شهری در جذب مردم، متأثر از سیستم‌های رفتاری و عوامل کمی و کیفی متعددی است که می‌بایست مورد شناسایی قرار گیرند (Mohammadi & Rakhshaninasab, 2010). شاخصهای کیفی، از متغیرهای مدیریتی قابل اندازه‌گیری و شامل سطح مطلوبی از حفاظت منبع، نوع و کیفیت تجربه تفرجی است (Azizi Jalilian & Danehkar, 2011). Sharifnejad و Montazeralhajjat (۲۰۱۵)، در تحقیق خود وجود پارکینگ، آبخوری، لوازم ورزشی، سطل زباله، محل‌های فروش اغذیه و خوراکی، وسایل بازی، نمازخانه، سرویس بهداشتی، روشنایی، پوشش گیاهی، نورپردازی مناسب، آب و آبنا و کیفیت مبلمان شهری را از جمله عوامل موثر بر دیدگاه

استفاده‌کنندگان در بوستانهای شهری بیان نمودند. Wang و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهش خود تعداد مناسب و کافی بوستانها در یک منطقه را از عوامل موثر بر دسترسی به بوستانهای شهری بیان نمودند. Muratet و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه خود نقش غنای گونه‌ای را در درک مردم از خدمات ارائه شده توسط بوستانها ارزیابی نمودند (ارزیابی ذهنی).

جهت ارزیابی سطح رضایت مندی شهروندان از بوستان های شهری و پیش بینی و مدلسازی آن نیاز به ابزار پیشرفته ریاضیاتی است. یکی از روشهای کارآمد جهت مدلسازی های پیچیده در فرآیندهای زیستی یا اجتماعی، شبکه های عصبی مصنوعی است (Jahani, 2019; Jahani et al., 2016). شبکه‌های عصبی مصنوعی سیستم‌های پردازش اطلاعات می‌باشد که از سیستم‌های عصبی بیولوژیکی مغز انسان جهت پردازش اطلاعات الهام گرفته است که قادر به انجام محاسبات موازی جهت پردازش داده‌ها می‌باشد. روشهای هوشمند دارای قابلیت بالایی برای برقراری ارتباط بین داده‌های ورودی و خروجی است (Menhaj, 2001). Torra و Claveria (۲۰۱۴)، نیز در مطالعه خود در راستای پیش‌بینی تقاضای گردشگری به این نتیجه رسیدند که پیش‌بینی‌های شبکه عصبی مصنوعی دقت و صحت قابل قبولی دارد. هدف از پژوهش حاضر مدلسازی ارزیابی رضایت مندی بوستانهای شهری از نظر امکانات، زیبایی منظر و تسهیلات موجود در بوستانها بر اساس نظرات بازدیدکنندگان با توجه به قابلیت‌های مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی جهت تهیه مدل پیش‌بینی در طراحی مهندسی بوستانهای شهری و الویت-

بندی متغیرهای اثرگذار بر سطح رضایت مندی شهروندان می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

جهت انجام پژوهش حاضر ۱۰۳ بوستان شهری محلی، ناحیه‌ای و منطقه‌ای با توجه به معیارهای مدنظر از جمله دارا بودن حداقل مساحت بیش از یک

هکتار و داشتن پراکنش متعادل در مناطق ۲۲گانه شهر تهران و شهر کرج با تنوع بالا در کیفیت خدمات رفاهی و شیوه طراحی انتخاب گردیدند. از ویژگی اصلی و جذاب این بوستانها می‌توان به تنوع در سبک طراحی، وسعت فیزیکی، تنوع گونه‌های گیاهی، تنوع عناصر طبیعی و مصنوعی منظرسازی و ترکیب تکنیک‌ها و عناصر طراحی اشاره کرد. جدول ۱ مشخصات بوستانهای مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات بوستانهای مورد استفاده در شبکه عصبی مصنوعی

نوع پارک	مساحت (هکتار)	تعداد بوستان
محلی	۲ >	۴۵
ناحیه‌ای	۲-۴	۲۵
منطقه‌ای	۴-۸	۲۰
شهری	۱۰ <	۱۳

۲.۲. روش

کیفیت فضای سبز شهری و سطح رضایت مندی با دو دیدگاه کارشناس محور و درک کاربرمحور قابل ارزیابی است. اما امروزه دقت و اطمینان حاصل از نتایج دیدگاه درک کاربر محور بسیار بالاتر ارزیابی می‌شود (Daniel, 2001). در این روش سطح رضایت مندی از کیفیت فضای سبز بر اساس تجربه تفرجی کاربر و سطح استقبال از فضای سبز عمومی ارزیابی می‌شود. بدین ترتیب از دیدگاه پژوهشگران مختلفی، رضایت مندی به‌عنوان معیاری عام برای سنجش ادراک کیفیت محیط مطرح شده است (Jahani & Mohammadi Fazel, 2017). در این مطالعه تلاش جهت ارزیابی میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان به صورت ذهنی از بوستانهای شهری با استفاده از دیدگاه درک کاربر محور و مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین موثرترین

متغیرهای منطقه‌ای، خدماتی و نماسازی و منظر در افزایش تقاضای بازدید از بوستانهای شهری است. در انجام این پژوهش با توجه به موضوع، مطالعات میدانی طی فصول پاییز، بهار و تابستان ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ساعات مختلف از روز (صبح و بعد از ظهر) به منظور تعیین متغیرهای اثرگذار بر رضایت مندی بازدیدکنندگان از ۱۰۳ بوستان شهری صورت گرفت این پارامترها در قالب سطوح خدماتی، فرهنگی، رفاهی، ورزشی، کیفیت چشم‌انداز و سیمای منظر تقسیم‌بندی گردیدند. متغیرهای منطقه‌ای عبارتند از: مساحت منطقه، مساحت بوستانهای منطقه، تعداد بوستانهای منطقه، جمعیت منطقه. در پژوهش حاضر سهولت دسترسی به بوستانها به دلیل تنوع عوامل اثرگذار بر این متغیر در شهر تهران از جمله ترافیک، آلودگی، طرح ترافیک و غیره که موجب دقت پایین داده‌های مورد استفاده می‌گردد لحاظ نشده است.

متغیرهای خدماتی و مبلمان بوستان شامل تعداد نیمکت، تعداد آلاچیق و سازه‌های سایه‌ساز و سکوهای پیک‌نیک، تعداد آبخوری، تعداد سطل زباله، تعداد پایه روشنایی، مساحت پارکینگ، تعداد تابلوها و علائم راهنمایی و دسترسی، تعداد جایگاه کباب (باربیکی)، تعداد درب ورودی پارک، تعداد سرویس بهداشتی، سطوح ورزشی (تعداد و مساحت زمین بازی کودکان، تعداد تجهیزات ورزشی بزرگسالان، تعداد میز شطرنج، تعداد میز تنیس، تعداد فوتبال-دستی، تعداد و مساحت زمین‌های ورزشی)، امکانات فرهنگی (تعداد و مساحت کتابخانه، آمفی‌تئاتر، نمایشگاه کتاب، شهر کتاب و کافه کتاب، تعداد کیوسک فروش مطبوعات) و مراکز مذهبی (تعداد نمازخانه و مسجد)، مراکز فروش مواد غذایی (تعداد رستوران، کافی‌شاپ، تعداد بوفه) می‌باشند. متغیرهای زیبایی‌شناختی شامل کیفیت منظر، تعداد تندیس و مجسمه، مساحت سطوح بدون کاربری، مساحت سطوح مربوط به کوه و سنگ، سطوح مربوط به آب (منابع آبی) (تعداد و مساحت آب‌نما، برکه، دریاچه، حوض و استخر، آبشار)، مساحت سطوح مربوط به ساختمان‌های اداری و ساختمان‌های مسقف و ساختمان‌های نیمه کاره، مساحت فضای سبز درختی و درختچه‌ای، گیاهان بوته‌ای و چمنی می‌باشند.

کیفیت منظر بوستانها از لحاظ ساختار طراحی به صورت ذهنی بر اساس درک نویسندگان از محیط انجام شد و در سه کلاس ضعیف، متوسط و عالی برآورد گردید. بررسی میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان از فضاهای مورد بررسی از طریق مصاحبه حضوری با کاربران دائمی بوستان در یک روز کاری انجام شد. با توجه به سطح بوستانها، موقعیت شهری و سایر عوامل موثر، تعداد بازدیدکننده دائمی

در روز در بوستانهای مورد مطالعه متفاوت بوده است. با توجه تعداد زیاد بوستانها (۱۰۳ بوستان) و پراکندگی آنها در سطح شهر کرج و تهران حداقل ۳۰ کاربر دائمی در هر بوستان مورد نظرسنجی قرار گرفتند. بدین صورت که هریک از کاربران بوستان رضایت مندی خود را از محیط بوستان، امکانات و خدمات آن به صورت عددی بین ۱ تا ۵ اعلام نمودند و میانگین حاصله به عنوان سطح رضایت مندی از بوستان به عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته شد. در ارزیابی رضایت مندی سعی بر این بوده است که میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان از بوستانها از نظر میزان دسترسی، امنیت، شاخص‌های زیبایی و کیفیت محیط، امکانات و تسهیلات موجود برآورد گردد. با توجه به میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان و نسبت و تعداد پارامترهای مورد بررسی، با توجه به قابلیت روشهای هوشمند در یافتن ارتباط ذاتی بین داده‌ها، مدلسازی داده با استفاده از شبکه عصبی هوشمند با تعیین پارامترهای مستقل و وابسته انجام گرفت. در این تحقیق به منظور مدلسازی ارزیابی رضایت مندی بازدیدکنندگان بوستانهای شهری، مشخصه‌های منتخب شامل متغیرهای منطقه‌ای، متغیرهای خدماتی و متغیرهای ناماسازی و منظر به عنوان ورودی‌های شبکه عصبی میانگین رضایت مندی حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه به عنوان خروجی جهت مدلسازی در نظر گرفته شد (جدول ۲). نرم افزار NeuroSolutions 5 برای طراحی و ارزیابی شبکه‌های عصبی مصنوعی مختلف در این پژوهش استفاده شد که در مطالعات مشابه نیز کاربرد آن گسترده بوده است (Jahani & Mohammadi Fazel, 2017; Jahani, 2016). در انتخاب داده‌های سری آزمون و آموزش سعی بر این

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

رابطه ۲

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

رابطه ۳

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n}}$$

رابطه ۴

در فرآیند آموزش شبکه مقادیر ورودی در لایه اول، وزن‌دار شده و به لایه میانی فرستاده شدند وزن‌های موجود در لایه میانی (۲ لایه پنهان) با اعمال تابع فعال‌سازی به مجموع مقادیر ورودی وزن‌دار شده، خروجی تولید می‌کند. پس از آن خروجی‌های حاصله، توسط اتصالات بین لایه میانی و لایه خروجی، وزن‌دار شده و نتایج در لایه خروجی تولید می‌شوند. جهت انجام آنالیز حساسیت و محاسبه حساسیت خروجی شبکه (سطح رضایت مندی) به هریک از متغیرهای مدل از روش متداول در مطالعات مشابه (Jahani & Mohammadi Fazel, 2017; Jahani, 2017a,b) استفاده شده و اقدام به ثابت نگه داشتن تمام متغیرها برابر با میانگین آنها شد و متغیر مورد نظر در دامنه انحراف معیار (با ۱۰۰ گام در دامنه انحراف معیار) تغییر داده شد و با برآورد و شبیه‌سازی سطح رضایت مندی، انحراف معیار خروجی‌های مدل محاسبه گردید. این فرآیند برای یکایک متغیرهای ورودی انجام شده و حساسیت نتایج مدل به تک تک متغیرها تعیین شد.

۳. نتایج

در این پژوهش، ترکیب مختلفی از لایه‌ها و نرون‌های مختلف همراه با تابع فعال‌سازی تانژانت هیپربولیک رابطه ۵ در لایه‌های پنهان و خروجی برای بهینه‌سازی

خواهد بود که این دو سری به لحاظ پارامترهای میانگین و انحراف معیار به هم نزدیک باشند. پس از انتخاب داده‌های آموزش و آزمون، اقدام به طراحی شبکه عصبی شد. برای اجرای شبکه، ابتدا تعدادی از داده‌ها که معرف تمامی شرایط ممکن بودند، برای آموزش شبکه انتخاب شدند و مابقی جهت آزمایش عملکرد شبکه آموزش دیده، به کار گرفته شد. برای آموزش شبکه، ابتدا ۱۰۳ نمونه مورد نظر به طور تصادفی به سه دسته آموزش شبکه (۷۰ درصد)، اعتبارسنجی (۱۵ درصد) و آزمون شبکه (۱۵ درصد) تقسیم شدند. تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون‌های هر لایه با آزمون و خطا بررسی گردید. نکته مهم دیگر نرمالیزه کردن داده‌ها قبل از اعمال به شبکه می‌باشد، یعنی برای استفاده از تابع آستانه سیگموئیدی در لایه پنهان می‌بایست داده‌های ورودی پیش از آموزش شبکه عصبی نرمال شوند به گونه‌ای که داده‌ها به اعدادی بین ۰/۹- تا ۰/۹ تبدیل شدند.

به منظور تعیین معماری بهینه شبکه عصبی، معماری‌های مختلفی با تعداد دو و سه لایه مخفی، به همراه ۴ تا ۳۰ نرون آموزش داده شد و به منظور ارزیابی عملکرد شبکه (صحت مدل)، چهار شاخص آماری مختلف استفاده شد. این شاخص‌ها شامل میانگین مربعات خطا (MSE)، جذر متوسط مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطای مطلق (MAE) و ضریب تبیین (R^2) می‌باشند (روابط ۱ تا ۴). در روابط ۱ تا ۴، y_i و \hat{y}_i به ترتیب ارزش واقعی و تخمینی هستند، y_i میانگین مقادیر واقعی و n تعداد مشاهدات است.

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

رابطه ۱

شبکه‌های حاصل از ساختارهای گوناگون، نتایج حاصل از بهینه‌سازی شبکه عصبی به همراه بهترین توپولوژی به دست آمده در جدول ۲ نشان داده شده است.

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad \text{رابطه ۵}$$

با توجه به نتایج شبکه‌های آموزش داده شده در داده‌های آزمون، شبکه با دو لایه پنهان و ۴ نرون در هر لایه با توجه به بیشترین مقدار ضریب تعیین، بهترین عملکرد بهینه‌سازی توپولوژی را نشان می‌دهد. مدل ۳ در جدول ۳ بهترین عملکرد را در پیش‌بینی و مدلسازی سطح رضایت مندی از بین ۴ نمونه مدل بهینه نشان داد.

شبکه مورد استفاده قرار گرفت. در رابطه ۵، X متغیر ورودی و e عدد حقیقی یا ثابت نپر (۲/۷۱۸) است. به کارگیری تعداد لایه‌های مخفی مختلف و انواع توابع فعال‌سازی (به روش آزمون و خطا) منجر به نتایج متفاوتی خواهد شد که دقیق‌ترین نتایج، ساختار بهینه شبکه عصبی از نظر تعداد لایه مخفی و تابع فعال‌سازی را مشخص خواهد کرد. بهینه‌سازی با روش آموزشی گرادیان کاهشی خطا (Gradient descent) در وزن‌های اولیه هریک از متغیرها و لایه‌های شبکه عصبی طراحی شده صورت گرفت تا دقیق‌ترین خروجی ممکن حاصل شود و ساختار شبکه عصبی که منجر به نتایج دقیق می‌گردد به عنوان ساختار بهینه معرفی می‌شود. پس از آزمون

جدول ۲- نتایج ساختار بهینه مدل شبکه عصبی مصنوعی برای ارزیابی رضایت مندی

ویژگی‌های ساختاری شبکه	لایه پنهان اول	لایه پنهان دوم	لایه خروجی
نوع شبکه	MLP	MLP	MLP
تابع انتقال	Hyperbolic	Hyperbolic	Hyperbolic
الگوریتم بهینه‌سازی	Gradient descent	Gradient descent	Gradient descent
دوره یادگیری	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
ضریب مومنتوم	۰/۷	۰/۷	۰/۷
تعداد نرون‌ها	۴	۴	۱
نرمال‌سازی	۰/۹ تا ۰/۹	۰/۹ تا ۰/۹	۰/۹ تا ۰/۹

جدول ۳- نتایج ساختارهای مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی در مرحله آزمون

مدل	ساختار توابع شبکه (تعداد نرون‌ها)- دوره	داده‌ها	R ²	RMSE	MAE	MSE
۱	Tanh(12)-447	آموزش	۰/۷۶	۰/۵۰۴	۰/۳۶۲	۰/۲۵۴
		اعتبارسنجی	۰/۶۹	۰/۵۰۵	۰/۴۳۲	۰/۲۵۵
		آزمون	۰/۶۳	۰/۴۵۷	۰/۳۴۵	۰/۲۰۹
۲	Tansig(5), Tansig(5)-111	آموزش	۰/۸۲	۰/۳۲۳	۰/۲۵۵	۰/۱۰۴
		اعتبارسنجی	۰/۷۵	۰/۵۲۴	۰/۳۹۴	۰/۲۷۵
		آزمون	۰/۶۸	۰/۵۵۸	۰/۴۵۵	۰/۳۱۱
۳	Tanh(4), Tanh(4)-1000	آموزش	۰/۸۲	۰/۳۲۲	۰/۲۵۵	۰/۱۰۸
		اعتبارسنجی	۰/۸۰	۰/۴۳۰	۰/۳۰۴	۰/۱۸۵
		آزمون	۰/۷۲	۰/۵۴۳	۰/۴۱۴	۰/۲۹۵
۴	Tanh(10), Tanh(10), Tanh(1)-1000	آموزش	۰/۷۱	۰/۵۵۰	۰/۴۳۲	۰/۳۰۲
		اعتبارسنجی	۰/۷۴	۰/۵۴۰	۰/۴۰۱	۰/۲۹۱
		آزمون	۰/۶۰	۰/۶۳۱	۰/۴۹۹	۰/۳۹۸

طراحی شده در پیش‌بینی میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان در بوستانها بر اساس متغیرهای ورودی می‌باشد. این نتیجه حاکی از قابلیت مدل به دست آمده جهت پیش‌بینی رضایت مندی بازدیدکنندگان بوستانهای شهری با کاربرد در بوستانهای جدید طراحی شده و پیش از اجرا می‌باشد.

تعداد ورودی‌ها برابر با ۱۰۳ نمونه با ۳۱ متغیر و خروجی برابر با میانگین رضایت مندی بازدیدکنندگان پارک می‌باشد. ۱۵ نمونه برای آزمون نتایج شبکه عصبی طراحی شده استفاده شد. شکل ۱ اختلاف میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان پارک و میزان پیش‌بینی شده توسط مدل شبکه عصبی را نشان می‌دهد. شکل ترسیم شده با توجه به تعداد بالای متغیرها حاکی از دقت مناسب شبکه عصبی

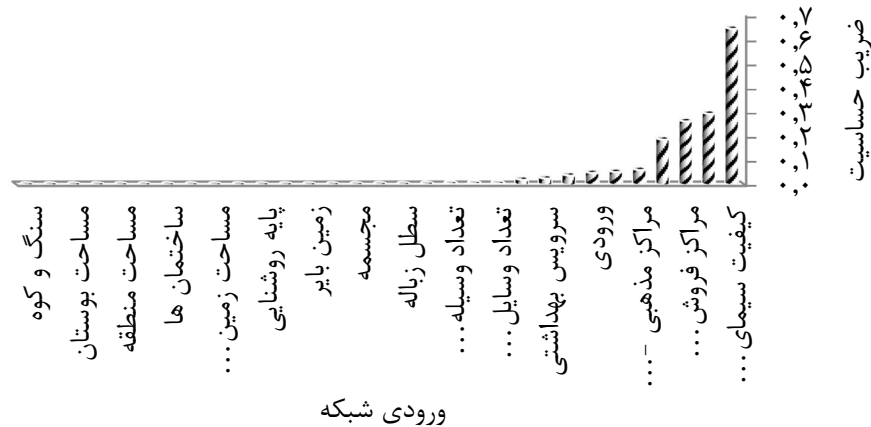


شکل ۱- نمودار اختلاف رضایت مندی حقیقی و رضایت مندی پیش‌بینی شده

بیشترین میزان اثرگذاری بر رضایت مندی بازدیدکنندگان می‌باشند. از بین متغیرهای ناماسازی کیفیت منظر با ضریب اثرگذاری ۰/۶۴ و تعداد منابع آب با ضریب اثرگذاری ۰/۰۴ دارای بیشترین میزان اثرگذاری بر رضایت مندی بازدیدکنندگان می‌باشند. در بین متغیرهای منطقه‌ای بیشترین میزان اثرگذاری مربوط به تراکم جمعیت منطقه و تعداد بوستانهای منطقه با ضرایب اثرگذاری (۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۹) می‌باشد که این ضریب‌ها در رضایت مندی نهایی تأثیر ناچیزی دارند. بالاترین اثرگذاری متغیرهای ورودی بر روی رضایت مندی مربوط به کیفیت منظر با ضریب اثرگذاری ۰/۶۴، تعداد زمین‌های ورزشی با ضریب اثرگذاری ۰/۲۹، مراکز فروش مواد غذایی با ضریب اثرگذاری ۰/۲۶، تعداد باربیکیو با ضریب اثرگذاری

با توجه به ضریب تبیین شبکه مطلوب (۰/۷۲) دقت شبکه عصبی در پیش‌بینی رضایت مندی بازدیدکنندگان بوستانهای شهری از سطح مطلوبی برخوردار است. با توجه به هدف پژوهش در جهت کشف رابطه متغیرهای منطقه‌ای و خدماتی بوستانهای شهری با میزان رضایت مندی بازدیدکنندگان کاربران و مدل‌سازی آن، شکل ۲ ضریب تأثیرگذاری هر یک از متغیرهای کاربردی در پیش‌بینی رضایت مندی بازدیدکنندگان در بوستانها را نشان می‌دهد. بر این اساس از بین متغیرهای خدماتی تعداد زمین‌های ورزشی با ضریب اثرگذاری ۰/۲۹ و مراکز فروش مواد غذایی (رستوران، کافی-شاپ و غیره) با ضریب اثرگذاری ۰/۲۶ دارای

۰/۱۹ می‌باشد و سایر متغیرها تأثیرات ناچیزی بر روی میزان رضایت مندی داشته‌اند.

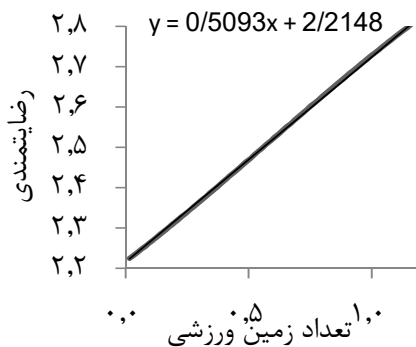


ورودی شبکه

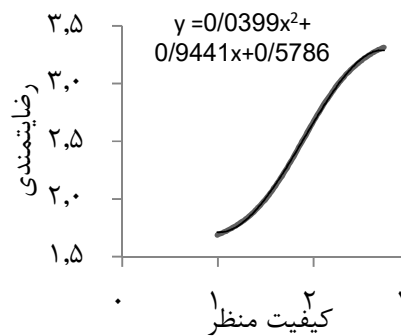
شکل ۲- ضریب تأثیرگذاری متغیرهای مدل شبکه عصبی

خواهد شد که در برنامه‌ریزی در جهت احداث پارک جدید باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین روند تغییرات رضایت مندی بازدیدکنندگان بر حسب تغییرات تعداد زمین‌های ورزشی شکل ۴ و تعداد و مساحت مراکز فروش مواد غذایی شکل ۵ نشان می‌دهد که با افزایش این دو متغیر در بوستانهای شهری، رضایت مندی بازدیدکنندگان از هریک از بوستانها به صورت خطی افزایش می‌یابد که مورد توجه قرار دادن این موضوع می‌تواند به موفقیت طرح‌ها کمک به سزایی نماید.

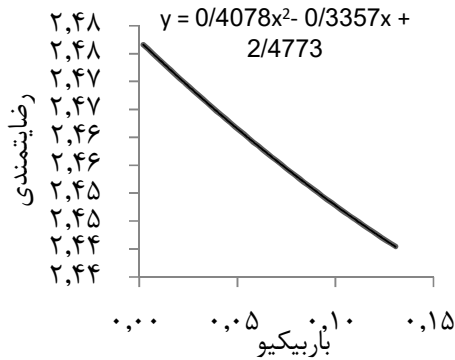
با توجه به نتایج آنالیز حساسیت، به بررسی نتایج روند تغییرات رضایت مندی بازدیدکنندگان بر حسب تغییرات متغیرها با بیشترین تأثیرگذاری پرداخته می‌شود. روند تغییرات رضایت مندی بازدیدکنندگان بر حسب کیفیت منظر شکل ۳ و تعداد باربیکیو شکل ۶ نشان می‌دهد که با افزایش کیفیت منظر و کاهش تعداد باربیکیو در بوستانهای شهری، رضایت مندی بازدیدکنندگان از بوستانها به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد لذا افزایش کیفیت منظر و کاهش تعداد باربیکیو در بوستانهای مناطق شهری تهران و کرج موجب افزایش رضایت مندی بازدیدکنندگان



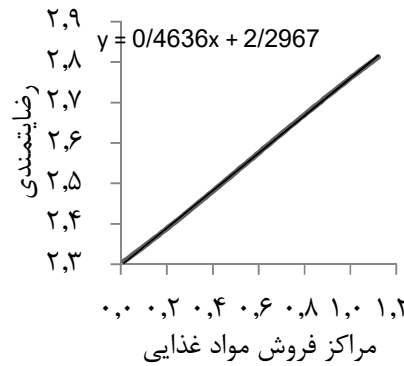
شکل ۴- نمودار روند تغییرات رضایت مندی بر حسب تغییرات تعداد زمین ورزشی



شکل ۳- نمودار روند تغییرات رضایت مندی بر حسب تغییرات کیفیت منظر



شکل ۶- نمودار روند تغییرات رضایت مندی بر حسب تغییرات تعداد باربیکیو



شکل ۵- نمودار روند تغییرات رضایت مندی بر حسب تغییرات مراکز فروش مواد غذایی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بررسی چندجانبه متغیرهای ساختاری بوستانهای شهری می‌پردازد.

هدف نخست این پژوهش مدل‌سازی ارزیابی رضایت مندی در بوستانهای شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی است. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که شبکه عصبی پرسپترون طراحی شده با دو لایه مخفی و ۴ نرون و تابع انتقال تانژانت هیپربولیک و خطی، قابلیت خوبی در مدل کردن رضایت مندی در طراحی مهندسی بوستانهای مورد مطالعه دارد. امروزه بوستانهای جدیدالاحداث در صورتی که متناسب با نیاز شهروندان طراحی نگردند، نمی‌توانند از استقبال افراد و ایجاد رضایت مندی و در نهایت بازگشت دوباره بازدیدکننده به منطقه برخوردار گردند. مدل به دست آمده در این پژوهش قابلیت پیش‌بینی رضایت مندی در بوستانهای طراحی شده را پیش از اجرا فراهم کرده و امکان اصلاح ساختار طراحی و امکانات خدماتی پارک بر اساس تعداد بازدیدکننده مورد انتظار مدیریت فضای سبز منطقه را فراهم می‌آورد. هدف دوم پژوهش حاضر کشف روابط حاکم در رضایت مندی از نظر وضعیت منطقه شهری و خدمات بوستانهای شهری است. آهنگری و همکاران (۲۰۱۳)، شاخص‌های رضایت مندی شهروندان شهر بوکان از بوستانها و فضاهای سبز شهری را اولویت‌بندی نمودند

از زمانی که بحث فضای سبز به‌عنوان بخشی از کالبد شهر مطرح شده، لزوم برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت فضای سبز امری ضروری است و بررسی و ارزیابی آن در محیط شهری به ویژه شهرهای بزرگ اهمیت فراوانی دارد. امروزه مدل‌سازی با شبکه عصبی مصنوعی در محیط‌های طبیعی در مطالعات بسیاری از جمله مدیریت منابع آب Kim و Seo (2015)، مدیریت فضای سبز شهری (Jahani, 2019)، مدیریت جنگل (Aghajani et al., 2016; Jahani et al., 2014) با موفقیت چشمگیری همراه بوده است در حالیکه روشهای دیگری نیز در تصمیم‌گیری ارائه شده است (Rezazadeh et al., 2017; Sobhani et al., 2018). مطالعات در زمینه مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی در ساختار بوستانهای شهری بسیار محدود بوده و صرفاً به مدل‌سازی کیفیت زیباشناختی منظر با کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در سطح فضای سبز شهری (Jahani & Mohammadi Fazel, 2017) و در سطح سیمای سرزمین (Saeidi & Salman Mahini, 2015) محدود می‌شود در حالی که تحقیق حاضر به

گرمای هوا افزایش می‌یابد. ارتقاء چشم‌انداز می‌تواند از طریق ایجاد منابع آبی مانند حوض، آبنا، آبشار، برکه و دریاچه صورت پذیرد که هم باعث افزایش آرامش و تمرکز گردد و همچنین باعث زیبایی هر چه بیشتر منظر می‌گردد. بنابراین با توجه به نقش کیفیت منظر، لذا توجه به نوع احساسی که بازدیدکنندگان به بوستان دارند، تأکیدی دیگر بر جایگاه و نقش بوستانها در سلامت جسمی و روحی - روانی شهروندان است و برقراری ارتباط بصری و عملکردی بین فضاهای مختلف بوستان در طراحی توسط مسیرهای حرکتی و فرهنگ‌سازی و بستر سازی برای استفاده از بوستانها را ضرورت می‌بخشد. همچنین از مهمترین ساختارهای طراحی مهندسی بوستانها می‌توان به امکانات ورزشی اشاره داشت چرا که زندگی شهری عمدتاً مردم را با هدف تفریحی و ورزشی به بوستانها هدایت می‌کند تا بتوانند بخشی از نیازهای ورزشی خود را بر طرف سازند. Fathi و Razavi (۲۰۱۵). در پژوهش خود یکی از ابزارهای اصلی افزایش تقاضای شهروندان به استفاده از پارک را استفاده از امکانات ورزشی معرفی نموده‌اند. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه با افزایش برخی از امکانات موجود در بوستانها از جمله تعداد باربیکیو میزان رضایت مندی کاهش می‌یابد. دلیل این امر ممکن است ساختار نامناسب، شکل ظاهری نامناسب، قرار گرفتن در جایگاه نامناسب این تجهیزات و عدم توجه به ظرفیت برد در طراحی بوستانها باشد که با بررسی علل اصلی این موارد می‌توان در جهت بهبود و افزایش رضایت مندی اقدام نمود.

و عنصر پوشش گیاهی را به عنوان رتبه اول در رضایت مندی از عناصر بوستانهای شهری معرفی کردند. همچنین Bao و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهش خود رابطه بین ویژگی‌های بوستانهای شهری با فعالیت‌های تفریحی در چین را بررسی نمودند و پوشش گیاهی از مهم‌ترین عوامل بازدید مردم از بوستانهای شهری معرفی کردند. اما در تحقیق حاضر آنالیز حساسیت جهت شناسایی تأثیرگذارترین عناصر بر رضایت مندی نشان می‌دهد جهت طراحی مهندسی بوستانها و دستیابی به رضایت مندی مطلوب توجه به کیفیت منظر منطقه مورد نظر جهت طراحی و احداث پارک جدید در الویت اول برنامه-ریزی قرار می‌گیرد چرا که با افزایش کیفیت منظر در منطقه، میزان رضایت مندی، مطلوبیت و تقاضای تفریحی در بوستانها افزایش می‌یابد. از عوامل مهم در کیفیت عملکردی و بصری بوستانهای شهری، نوع عناصر معماری منظر مورد استفاده این فضاها است. این عناصر نه فقط نیازهای مادی، بلکه نیازهای روحی و روانی شهروندان را نیز پاسخگو باشند (Adibi et al., 2005) به طوریکه زیبای بصری منظر خود متاثر از تجهیزات ورزشی و آب در بوستانهای شهری (Jahani & Mohammadi, 2017) و تنوع پوشش منظر درختی در جنگلها (Jahani, 2017b) شناخته شده است. Zhang و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهش خود بیان نمودند تقاضای تفریحی مردم در فضای سبز شهری با افزایش تراکم پوشش درختی، منابع آب و شکل ناهموار زمین به دلیل کاهش احساس نامطلوب از

References:

- Adibi, A.A., Menam, A.R., Ghazizadeh, N., 2005. The position of water and fountain in urban parks. *Fine arts journal* 22, 73-82 (in Persian).
- Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M.R., Jahani, A., Asef, M.R., Shirvany, A. and Azaryan, M., 2014. Investigation of affective habitat factors affecting on abundance of wood macrofungi and sensitivity analysis using the artificial neural network. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(4): 9-19 (In Persian).
- Ahangari, Sh., Mousazadeh, Ch., Mohammadi, R., 2013. Citizens satisfaction indexes prioritization in urban parks and green spaces. *Geography and environment studies* 2(7), 7-20 (in Persian).
- Azizi Jalilian, M., Danekar, A., 2011. Determination and Analysis of the Standard Level of Key Indicators for the Use of Urban Parks (Case Study: Urban Parks in Karaj). *Fine Arts, Architecture and Urbanism* 17(2), 75-85 (in Persian).
- Bao, Zh., Sun, Zh., Chen, B., Zhang, H., 2013. Landscape perception and recreation needs in Urban green space in Fuyang, Hangzhou, China, *Urban Forestry & Urban Greening* 12, 44-52.
- Claveria, O., Torra, S., 2014. Forecasting tourism demand to Catalonia: Neural networks vs. time series models. *Economic Modelling* 36, 220-228.
- Daniel, T.C., 2001. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape Urban Plan.* 54, 267-281.
- Fathi, S., Razavi, M.H., 2015. Describing how welcoming the citizens of amusement –Sporting parks, *International Journal of Sport Studies* 5 (1), 87-96.
- Jahani, A., 2016. Modeling of forest canopy density confusion in environmental assessment using artificial neural network. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 24(2), 310-322 (in Persian).
- Jahani, A., 2017a. Sycamore failure hazard risk modeling in urban green space. *Journal of spatial analysis environmental hazards*, 3(4), 35-48 (in Persian).
- Jahani, A., 2017b. Aesthetic quality evaluation modeling of forest landscape using artificial neural network. *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 24 (3): 17-33 (in Persian).
- Jahani, A., 2019. Sycamore failure hazard classification model (SFHCM): An environmental decision support system (EDSS) in urban green spaces. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 955-964.
- Jahani, A., Mohammadi Fazel, A., 2017. Aesthetic quality modeling of landscape in urban green space using artificial neural network, *Journal of Natural Environment* 69(4), 951-963 (in Persian).
- Jahani, A., Fegghi, J., Makhdom, M., Omid, M., 2016. Optimized forest degradation model (OFDM): an environmental decision support system for environmental impact assessment using an artificial neural network. *Journal of Environmental Planning and Management* 59(2), 222-244.
- Kim, S., Seo, W., 2015. Artificial Neural Network ensemble modeling with conjunctive data clustering for water quality prediction in rivers. *Journal of Hydro-environment Research* 9, 325-339.
- Menhaj, M.B., 2001. Artificial networks fundamental. Amir kabir press. Tehran, 502pp (in Persian).
- Mohammadi, J., Rakhshanasab, H.R., 2010. Behavioral Analysis of Quantitative and Qualitative Factors Affecting the Attraction of Citizens to Urban Parks in Isfahan. *Geographical Space* 34:28-48 (in Persian).
- Montazerahojjat, M., Sharifnejad, M., 2015. Factors Affecting Users' Perceptions of the Quality of the Environment of the Public Fields (Case Study: Parks in Yazd). *Urban studies* 20, 17-28 (in Persian).
- Muratet, A., Pellegrini, P., Dufour, A., Arrif, T., 2015. Perception and Knowledge of plant diversity among urban park users. *Landscape and Urban*

Planning 137, 95-106.

Rezazadeh, S., Jahani, A., Makhdoum, M., Goshtasb Meigooni, H. 2017. Evaluation of the Strategic Factors of the Management of Protected Areas Using SWOT Analysis—Case Study: Bashgol Protected Area-Qazvin Province. Open Journal of Ecology, 7(1): 55-68.

Saeidi, S., Salman Mahini, A.R., 2015. Aesthetics values modeling of landscape using artificial neural network. Environmental researches 1: 3-10 (in Persian).

Shnahan, D.F., Lin, B.B., Gaston, K.J., Bush, R., Fuller, R.A., 2015. What is The role of trees and remnant vegetation in attracting people to urban parks?. Landscape Ecology 30, 153-165.

Sobhani, P., Goshtasb, H., Nezami, B., Jahani, A.

2018. Evaluation of Promoting Conservation Hunting Areas (Case Study:Hamedan Alvand No-Hunting Area). Environment sciences and technology, 20(3): 143-157 (in Persian).

Soleimani, M., Mohammadnejad, M., Khodadadi, P., Ataei, V., 2014. Satisfaction survey of tourists from Mahabad city with emphasis on tourism. Economy and urban management 10, 139-155 (in Persian).

Wang, D., Brown, G., Liu, Y., 2015. The Physical and non-physical factors that influence perceived access to urban parks. Landscape and Urban Planning 133, 53-66.

Zhang, H., Chen, B., Sun, Z., Bao, Z., 2013. Landscape perception and recreation needs in Urban green space in Fuyang, Hangzhou, China. Urban Forestry & Urban Greening 12, 44-52.