

مدل سازی کیفیت زیباشناختی منظر در فضای سبز شهری با استفاده از

شبکه عصبی مصنوعی

علی جهانی^{۱*}، اصغر محمدی فاضل^۲

^۱استادیار گروه علوم منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده محیط زیست

^۲مربی گروه علوم منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده محیط زیست

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۶/۲۵)

چکیده:

ارزیابی های کیفیت منظر عمدتاً اشاره به نقش کلیدی عناصر طبیعی و مصنوعی منظر در ایجاد رضایت مندی و درک زیبایی از منظر دارند. هدف از این مقاله مدل سازی ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به منظور کشف روابط حاکم در ساختار منظر و ارتباط عناصر منظر با کیفیت زیباشناختی آن است. جهت انجام پژوهش حاضر چهار بوستان (جمشیدیه، نهج البلاغه، قیطریه، آب و آتش) با تنوع بالا در کیفیت منظر و شیوه طراحی در شهر تهران انتخاب گردید. در این تحقیق به منظور مدل سازی ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر، ویژگی های ساختاری و عناصر هریک از مناظر ثبت و اقدام به طبقه بندی کیفیت زیباشناختی منظر در سه کلاس کیفیت زیباشناختی نامطلوب، مطلوب و عالی گردید. به منظور پردازش داده ها با ابزار هوشمند شبکه عصبی، از شبکه پرسپترون چندلایه استفاده شد. با توجه به ضرایب تعیین شبکه معادل ۰/۸۸، ۰/۸۶ و ۰/۹۹ در طبقه بندی کلاس های ۱ تا ۳، دقت شبکه عصبی در پیش بینی کیفیت زیباشناختی منظر از سطح بسیار مطلوبی برخوردار است. آنالیز حساسیت نشان می دهد جهت طراحی مهندسی بوستان ها و دستیابی به کیفیت منظر مطلوب به کارگیری تجهیزات ناماسازی، کوه یا سنگ و پوشش گیاهی در الویت قرار می گیرد. در مناظر با کیفیت زیباشناختی عالی، ویژگی های ساختاری منظر شامل ترکیب منظر و سیمای منظر نیز جایگاهی ویژه در تعیین کیفیت زیباشناختی منظر می یابند.

کلید واژگان: کیفیت زیباشناختی منظر، شبکه عصبی، پرسپترون چندلایه، ترکیب منظر، سیمای منظر

۱. مقدمه

اندازه‌هایی مربوط می‌شود که به دقت طراحی و به گونه‌ای هنرمندانه ساخته شده‌اند و تداعی کننده نقاشی منظراند و بنابراین ادراک را با هنرهای زیبا مرتبط می‌سازند (Laghai, 2009). Schipperijn و همکاران (2010) و Kienast و همکاران (2012) در مطالعات خود دریافتند که فراوانی بازدید از فضاهای سبز شهری متناسب با ویژگی‌ها، کیفیت منظر و نوع فضای سبز شهری تغییر می‌کند. در واقع بازدیدکنندگان قادر به درک منظر طبیعی و منظر انسان ساخت بوستان‌ها بوده و براساس کیفیت منظرسازی تصمیم به استفاده تفرجی از بوستان‌ها می‌گیرند (Jim & Chen, 2006; Özgüner & Kendle, 2006). این بدان معناست که بازدیدکنندگان توانایی به خصوصی در ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر بوستان‌ها دارند. اصولاً بوستان‌ها مجموعه‌ای از فضاهای سخت و فضاهای سبز می‌باشند که هر یک به عنوان مکمل دیگری عمل نمی‌کند. به طور کلی فضاهای سخت شامل مبلمان، عناصر معماری، کف‌سازی و غیره بوده و تابعی از اصول معماری بوستان می‌باشد که بایستی دقیقاً در مراحل طراحی بوستان به آن‌ها توجه شده و بر اساس نوع عملکرد اصول و ضوابط آن‌ها رعایت گردد - (Salehi & Hedayati, 2012). در اینجا سؤال اصلی این است که مردم در ارتباط با مناظر فضای سبز شهری، زیبایی را چگونه ارزیابی می‌کنند و یا چگونه منظر را زیبا می‌دانند؟ عناصر تأثیرگذار بر زیبایی منظر از دیدگاه بیننده چه متغیرهایی است؟ مقاله حاضر تلاش دارد پاسخی علمی برای سوالات مطرح شده ارائه دهد.

طبق برآوردهای صورت گرفته بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند (Hall & Pfeiffer, 2000). از این رو اهمیت فضاهای سبز شهری در ایجاد آسایش زندگی و افزایش رفاه اجتماعی روز به روز نمایان‌تر می‌گردد. مطالعات گسترده‌ای در ارتباط با نقش کیفیت منظر فضای سبز شهری در ایجاد آرامش روانی و رضایت بازدید کنندگان صورت پذیرفته است (Van den Berg *et al.*, 2010; Velarde *et al.*, 2007; Hartig, 2008; Ward Thompson, 2010; Mitchell & Popham, 2008; Sugiyama *et al.*, 2009; Ward Thompson, 2002; Chiesura, 2004; Maas *et al.*, 2006, 2009) که عمدتاً اشاره به نقش کلیدی عناصر طبیعی و مصنوعی منظر در ایجاد رضایت‌مندی و درک زیبایی از منظر دارند. Nordh و همکاران (2009) عناصر منظر بوستان‌های شهری از جمله کیفیت پوشش علفی، بوته‌ای و درختی در منظر قابل مشاهده از یک چشم‌انداز را به عنوان مهم‌ترین عوامل در ایجاد آرامش روحی و درک زیبایی معرفی می‌کنند. اعتقاد بر این است که در بوستان‌های شهری جنبه‌های طبیعی منظر در ایجاد آرامش روانی اثری بسزایی داشته به طوری که اثر عوامل اقتصادی اجتماعی منظر را کم‌رنگ می‌کند (Grahm & Stigsdotter, 2010). Kendal و همکاران (2012) مطالعات گسترده‌ای را در ارتباط با ترجیحات انسانها از گیاهان و شاخص‌های گیاهی منظر که تأثیر معناداری در درک زیبایی دارند انجام دادند و به ویژگی‌های متعددی از گیاهان که اثر بسزایی در درک زیبایی افراد دارند دست یافتند. زیباشناختی منظر اغلب به مناطق تفریحی یا چشم-

گردید. از ویژگی اصلی و جذاب این بوستان‌ها می‌توان به ادغام دو عنصر سنگ و گیاه در منطقه‌ای کوهستانی، تنوع گونه‌های گیاهی، تنوع عناصر طبیعی و مصنوعی منظرسازی و ترکیب تکنیک‌ها و عناصر طراحی اشاره کرد.

۲،۲ روش

در این مطالعه تلاش جهت ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر فضای سبز شهری با استفاده از ترکیب دیدگاه جامع کمی و روش مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین موثرترین عناصر عینی منظر در افزایش کیفیت زیباشناختی ذهنی منظر است. در انجام این پژوهش در چهار بوستان انتخاب شده در شهر تهران، به صورت میدانی بازدیدی از مناطق به منظور تعیین نقاط چشم‌انداز صورت گرفت. پس از تعیین نقاط چشم‌انداز ویژگی‌های هر چشم‌انداز در بوستان به عنوان معیارهای کیفیت زیباشناختی منظر (Jahani et al., 2011) در جدول تعیین کیفیت منظر درج گردید. معیارهای مذکور عبارتند از:

سیمای منظر: اگر زاویه دید کمتر از ۳۰ درجه باشد سیمای منظر «کانونی» محسوب می‌گردد و اگر بین ۳۰ تا ۱۲۰ درجه باشد سیمای منظر «بسته» و بیشتر از ۱۲۰ درجه باشد سیمای منظر «پانورامیک» نامیده می‌شود.

فاصله دید: اگر فاصله دید نسبت به نقطه تعیین شده ۱ تا ۴۰۰ متر باشد، فاصله دید «پیش»، ۴۰۰ متر تا ۸ کیلومتر، فاصله دید «متوسط» و بیش از ۸ کیلومتر «پس» در نظر گرفته می‌شود.

موقعیت دید: اگر منظره تعیین شده در پائین قرار گرفته باشد موقعیت نسبت به آن نقطه «مادون»، اگر

با توجه به محدودیت کاربرد مدل‌های ریاضی در ارزیابی کیفیت منظر، شبکه‌های عصبی مصنوعی از قابلیت اثبات شده‌ای برخوردار هستند. در واقع شبکه‌های عصبی مصنوعی از ساختار و عملکرد پیچیده مغز انسان الگو گرفته‌اند. McCulloch و Pitts (1953) مدل‌های ساده و ابتدایی را با ارتباط نورون‌ها ایجاد کردند. در ادامه Rosenblatt (1958) ساختار چند لایه شبکه عصبی با عملکردهای یادگیری را بر پایه مطالعات Hebb (1949) ارائه داد و آن را شبکه عصبی پرسپترون نامید و اولین کاربرد شبکه عصبی مصنوعی توسط Widrow در 1959 انجام شد. تا کنون شبکه‌های عصبی در مطالعات گسترده‌ای در زمینه محیط زیست به کار گرفته شده‌اند (Jahani et al., 2015; Maier & Dandy, 2000; Maier et al., 2010; Tayebi et al., 2010; Yijun et al., 2010; Vali et al., 2012) که عمدتاً کاربرد شبکه‌های عصبی در کشف روابط بین اجزای اکوسیستم، کمی کردن آنها و ارائه مدل‌های ارزیابی و تصمیم‌گیری در محیط زیست می‌باشد. هدف از این مقاله مدل‌سازی ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به منظور کشف روابط حاکم در ساختار منظر و ارتباط عناصر منظر با کیفیت زیباشناختی آن است.

۲. مواد و روش‌ها

۲،۱ منطقه مورد مطالعه

جهت انجام پژوهش حاضر چهار بوستان (جمشیدیه، نهج البلاغه، قیطریه، آب و آتش) با تنوع بالا در کیفیت منظر و شیوه طراحی در شهر تهران انتخاب

منظر پوشش گیاهی درختی و درختچه‌های شامل: درختکاری‌ها و درختچه‌های زینتی

منظر کوه یا سنگ شامل: کوه‌ها و تپه‌های طبیعی یا مصنوعی، سنگ‌های بزرگ کوهستانی، دیوارهای سنگی

منظر تجهیزات نماسازی شامل: آب‌نما، مجسمه‌ها، کتیبه‌ها، نقش‌های برجسته، یادبود احداث بوستان، سردرهای ویژه، ورودی‌های سبز طراحی شده با استفاده از هرس در آفرینش اشکال ویژه.

تحقیقات اخیر (Hall, 2001; Parsons & Daniel, 2002; Franco et al., 2003; Arriaza et al., 2004) نشان داده است که در ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر هنوز توجه جدی به عناصر زیباشناختی در درک زیبایی منظر معطوف می‌گردد. در اغلب موارد از روش‌های ثبت دیداری همچون عکس‌ها، اسلایدها و فیلم‌های کوتاه در ارائه تصویری از منظر استفاده می‌گردد (Sommer et al., 1993; Yang & Kung, 1994). لذا با تهیه عکس از مناظر اقدام به ارزیابی کیفیت منظر در سه دسته نامطلوب، مطلوب و عالی از دیدگاه عمومی ۲۰۰ ناظر گردید.

به منظور پردازش داده‌ها با کمک ابزار هوشمند شبکه عصبی، از شبکه پرسپترون چندلایه^۲ استفاده شد. این شبکه یکی از متداول‌ترین و شناخته‌شده‌ترین انواع شبکه‌های عصبی است. این امر، به طور عمده به این دلیل است که پیاده‌سازی یک نگاشت بین ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌تواند به صورت یک تقریب زنده تابعی عمل کند. در این تحقیق به منظور مدل‌سازی ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر، مشخصه‌های منتخب شامل سیمای منظر، فاصله دید، موقعیت دید، ترکیب منظر، منظر عناصر ساختمانی، منظر مبلمان بوستانی،

هم سطح باشد «معمولی» و اگر نقطه تعیین شده در بالا قرار گرفته باشد موقعیت دید «ماورا» می‌باشد.

ترکیب منظر: اگر منظره تعیین شده از نوع بالایی برخوردار باشد ترکیب منظر «گوناگون» و اگر دارای تنوع کمتری باشد «یکنواخت» در نظر گرفته می‌شود.

نوع منظر: عناصر و سازه‌های موجود در هریک از منظرها ثبت گردید و در جمع بندی صورت گرفته جهت مدل‌سازی، موارد ثبت شده در نه طبقه دسته‌بندی گردیدند که عبارتند از:

منظر عناصر ساختمانی شامل: کلیه سازه‌ها، رستوران، سرویس بهداشتی، سالن سینما و تئاتر، درب‌های ورودی و خروجی، پارکینگ، موزه، گلخانه، آکواریوم، خدمات درمانی و کمک‌های اولیه، کافه تریا، موتورخانه (آب و برق)، انبار نگهداری وسایل، گلخانه، نهالستان، محل تهیه کود و کمپوست، مکان استراحت مستخدمین بوستان.

منظر مبلمان بوستانی شامل: نیمکت، زباله‌دان، آلاچیق، تابلوهای راهنمایی، تابلوهای اعلانات، تجهیزات مخصوص روشنایی، حصار، سایبان، مکان پیک نیک

منظر سطوح بایر شامل: کلیه اراضی بدون کاربری، فضاهای باز طراحی نشده یا در حال ساخت و ساز
منظر زمین و تجهیزات ورزشی شامل: زمین‌های ورزشی، زمین بازی کودکان، زمین بازی والیبال، بسکتبال، تنیس، بدمینتون، تنیس روی میز.

منظر آب شامل: برکه، دریاچه‌های مصنوعی، حوض آب، فواره، رودخانه، جوی آب

منظر پوشش گیاهی بوته‌ای و علفی شامل: گل‌کاری و چمن‌کاری، پرچین، دیوارپوش سبز، فلاورباکس

² Multilayer Perceptron

۲

منظر سطوح بایر، منظر زمین و تجهیزات ورزشی، منظر آب، منظر پوشش گیاهی بوته‌ای و علفی، منظر پوشش گیاهی درختی و درختچه‌ای، منظر کوه یا سنگ و منظر تجهیزات نماسازی در هریک از مناظر ثبت و اقدام به طبقه‌بندی کیفیت زیباشناختی منظر در سه کلاس شامل طبقه یک، کیفیت زیباشناختی نامطلوب، طبقه دو کیفیت زیباشناختی مطلوب و طبقه سه کیفیت زیباشناختی عالی گردید.

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

رابطه ۳

که در این روابط:

O_i : داده اندازه‌گیری شده

P_i : داده پیش‌بینی شده

O_{ave} : میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده

P_{ave} : میانگین داده‌های پیش‌بینی شده

n : تعداد داده‌ها

ارزیابی بهترین برازش شبکه برای یافتن بهترین توپولوژی شبکه مناسب، از طریق معیارهای فوق انجام گردید که هدف کمینه نمودن میانگین مربعات خطا و میانگین مربعات خطای مطلق (درصد) می‌باشد.

۳. نتایج

در بین بوستان‌های نام برده شده ۸۱ نقطه چشم‌انداز برای بوستان نهج البلاغه، ۶۷ نقطه چشم‌انداز برای بوستان قیطریه، ۴۶ نقطه چشم‌انداز برای بوستان جمشیدیه و ۳۶ نقطه چشم‌انداز برای بوستان آب و آتش تعیین و ثبت گردید. در مجموع این چهار بوستان شهری ۲۳۰ نقطه چشم‌انداز شناسایی و اطلاعات مربوط به عناصر و ویژگی‌های منظر ثبت گردید و کیفیت زیباشناختی با دید ناظر ارزیابی شد. در این پژوهش، ترکیب مختلفی از لایه‌ها و نرون‌های مختلف همراه با تابع فعال‌سازی تانژانت هیپربولیک (لایه‌های پنهان و خروجی) برای بهینه‌سازی شبکه مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله اول بهینه‌سازی

نرم افزار NeuroSolutions 5 برای طراحی و ارزیابی شبکه‌های عصبی مصنوعی مختلف استفاده شد. توابع آستانه مورد استفاده برای یافتن حالت بهینه پیش-بینی، توابع تانژانت هیپربولیک است. برای آموزش شبکه، ابتدا ۲۳۰ نمونه مورد نظر به طور تصادفی به سه دسته آموزش شبکه (۶۵ درصد)، سنجش دقت (۱۵ درصد) و تست شبکه (۲۵ درصد) تقسیم شدند. تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون‌های هر لایه به روش آزمون و خطا مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تعیین معماری بهینه شبکه عصبی، معماری‌های مختلفی با تعداد یک، دو و سه لایه مخفی، به همراه ۱ تا ۳۰ نرون آموزش داده شده و ارزیابی شد. صحت مدل با مقایسه خروجی آن و شاخص‌های محاسبه شده شامل ضریب تعیین (R^2)، میانگین خطای مطلق (MAE^3)، و میانگین مربعات خطا (MSE^4) سنجیده شد (روابط ۱ تا ۳).

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

رابطه ۱

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

رابطه ۲

³ Mean Absolute Error

⁴ Mean Squared Error

تخمین زده شد. نتایج حاصل از بهینه‌سازی شبکه عصبی به همراه بهترین توپولوژی به دست آمده در جدول ۱ نشان داده شده است.

شبکه هوشمند عصبی از یک لایه پنهان با تعداد ۴ تا ۳۰ نرون که به طور تصادفی انتخاب گردیدند، عمل بهینه‌شدن شبکه انجام شد و در مرحله دوم با همان تعداد نرون در دو و سه لایه پنهان قدرت شبکه

جدول ۱: نتایج ساختارهای مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی در مرحله آزمون برای ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر

MSE class1	MSE class2	MSE class3	MAE class1	MAE class2	MAE class3	R ² class1	R ² class2	R ² class3	تعداد نرون‌ها	تعداد لایه های مخفی	مدل
۰/۰۸۵	۰/۰۸۶	۰/۰۰۲	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴	۰/۰۰۲	۰/۷	۰/۷۶۵۳	۰/۸۷۵۴	۴	۱	۱
۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۰۲	۰/۰۸۴	۰/۰۸۷	۰/۰۰۲	۰/۷۴۷	۰/۷۴۸۷	۰/۸۸۴۳	۵	۱	۲
۰/۰۸۲	۰/۰۸۳	۰/۰۰۲	۰/۰۸۴	۰/۰۸۴	۰/۰۰۲	۰/۷۵۴	۰/۷۱۵۴	۰/۸۳۵۶	۶	۱	۳
۰/۰۷۲	۰/۰۷۳	۰/۰۰۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۰۲	۰/۷۶۲	۰/۸	۰/۸۹۷۷	۷	۱	۴
۰/۰۷۵	۰/۰۷۷	۰/۰۰۲	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۰۲	۰/۷۱۲	۰/۸۱۲	۰/۸۵۵۶	۴	۲	۵
۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۰۱	۰/۰۵۸	۰/۰۵۸	۰/۰۰۱	۰/۸	۰/۸۱۱	۰/۹۰۱	۵	۲	۶
۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۰۱	۰/۸۳۲	۰/۸۴۵	۰/۹۱۱	۶	۲	۷
۰/۰۸۵	۰/۰۸۷	۰/۰۰۲	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۰۲	۰/۷۱۴	۰/۷۱۲	۰/۸۳۳	۷	۲	۸
۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۰۰۰	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰	۰/۸۱۱	۰/۸۲۲	۰/۹۴۵	۸	۲	۹
۰/۰۵۴	۰/۰۵۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۰۵۵	۰/۰۰۱	۰/۸۰۲	۰/۸۲۲	۰/۹۱۱	۹	۲	۱۰
۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۸۸۸	۰/۸۶۳	۰/۹۹۹	۱۰	۲	۱۱
۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۰۱	۰/۸۱۱	۰/۸۴۳	۰/۹۵۵	۱۱	۲	۱۲
۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۳۴	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰	۰/۸۷۸	۰/۸۳۳	۰/۹۶۶	۱۲	۲	۱۳
۰/۰۷۳	۰/۰۷۳	۰/۰۰۲	۰/۰۷۳	۰/۰۷۳	۰/۰۰۲	۰/۷۴۵	۰/۸۳۲	۰/۸۷۷	۴	۳	۱۴
۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۰۱	۰/۸۲۲	۰/۸۰۲	۰/۹۱۱	۵	۳	۱۵
۰/۰۸۲	۰/۰۸۳	۰/۰۰۲	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۰۰۲	۰/۷۱۲	۰/۷۶۳	۰/۸۴۳	۶	۳	۱۶
۰/۰۶۵	۰/۰۶۷	۰/۰۰۲	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۰۲	۰/۸۰۱	۰/۸۱۱	۰/۹	۷	۳	۱۷
۰/۰۷۳	۰/۰۷۴	۰/۰۰۲	۰/۰۷۵	۰/۰۷۷	۰/۰۰۲	۰/۷۸۷	۰/۷۶۳	۰/۸۹۴	۸	۳	۱۸
۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵۸	۰/۰۵۸	۰/۰۰۱	۰/۸۱۱	۰/۸	۰/۹۵۵	۹	۳	۱۹
۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۰۱	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۰/۰۰۱	۰/۸۴۳	۰/۸۱۲	۰/۹۲۱	۱۰	۳	۲۰

دو لایه پنهان و ۱۰ نرون در هر لایه با توجه به بیشترین مقدار ضریب تعیین، بهترین عملکرد بهینه-سازی توپولوژی را نشان می‌دهد. شبکه در سه دوره اجرا گردید و در بالاترین دقت (کمترین میانگین مربعات خطا) آموزش شبکه در اپوک ۷۹ و آزمون شبکه در اپوک ۲۰۲ جهت جلوگیری از بیش برآزش مدل متوقف گردید (جدول ۲).

در آموزش شبکه عصبی می‌توان از ترکیبات مختلف لایه‌های پنهان و با تعداد نرون مختلف استفاده نمود، اما بررسی ضرایب تعیین (R^2) به دست آمده میزان خطای شبکه در پیش‌بینی را نشان می‌دهد و توپولوژی (ساختار شبکه) بکار رفته با بیشترین مقدار ضریب تعیین، بهترین عملکرد شبکه عصبی در پیش‌بینی و مدل‌سازی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج شبکه‌های آموزش داده شده (جدول ۱) شبکه ۱۱ با

جدول ۲: نتایج اجرای شبکه عصبی بهینه طراحی شده

اعتبارسنجی	آموزش	شبکه با بالاترین دقت
۳	۱	دوره اجرا (Run)
۷۹	۲۰۲	گردش (Epoch)
2×10^{-4}	3×10^{-12}	حداقل میانگین مربعات خطا
4×10^{-4}	3×10^{-12}	میانگین مربعات خطای نهایی

اعتبارسنجی نتایج شبکه عصبی طراحی شده استفاده شد. جدول ۳ ماتریس آشفتگی حاصل از اعتبارسنجی شبکه در کلاسه‌بندی را نشان می‌دهد.

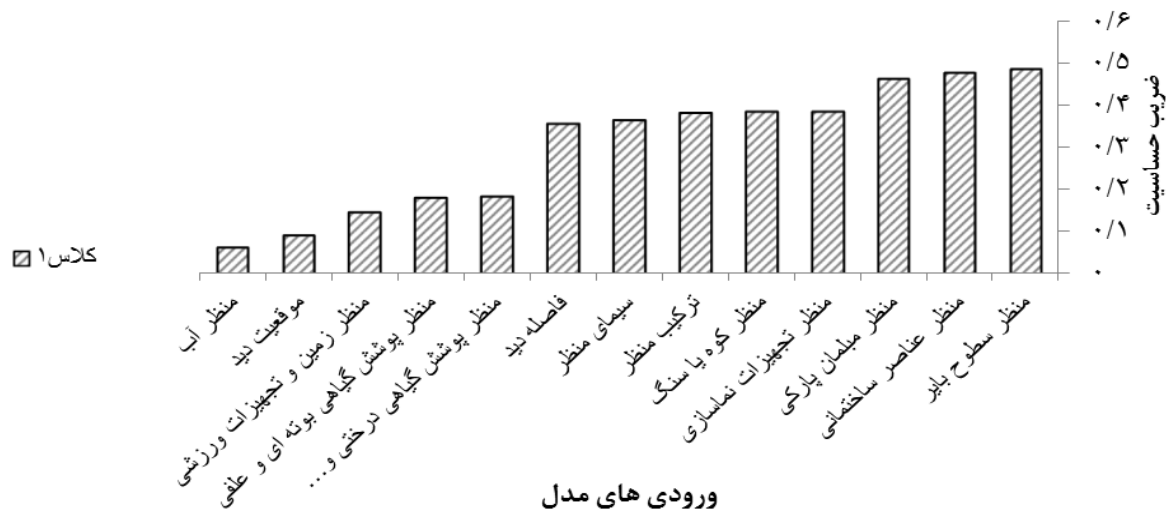
تعداد ورودی‌ها برابر با ۲۳۰ نمونه با ۱۳ متغیر و تعداد خروجی‌ها شامل ۳ طبقه یا کلاس کیفیت زیباشناختی منظر می‌باشد. ۳۴ نمونه برای

جدول ۳: ماتریس آشفتگی اعتبارسنجی شبکه عصبی بهینه

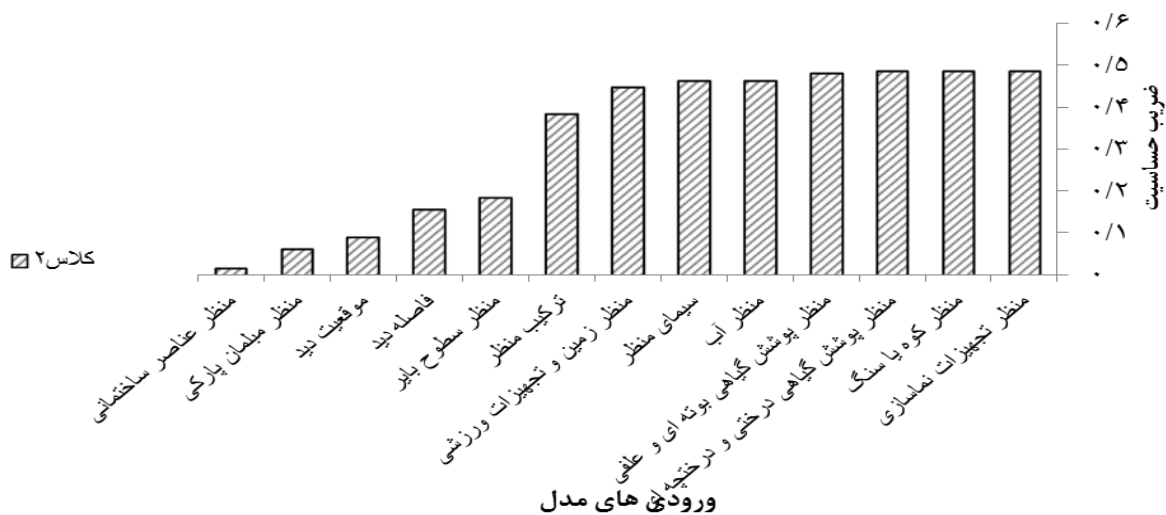
کلاس ۳	کلاس ۲	کلاس ۱	پیش‌بینی شده / حقیقی
۰	۰	۱۶	کلاس ۱
۰	۹	۱	کلاس ۲
۸	۰	۰	کلاس ۳

نتایج مربوط به آنالیز حساسیت مؤلفه‌های بکارگرفته شده برای مدل‌سازی در شکل‌های ۱ تا ۳ نشان داده شده است. شکل‌های ۱ تا ۳ ضریب تأثیرگذاری هر یک از مؤلفه‌های کاربردی در پیش‌بینی هریک از کلاسه‌های کیفیت زیباشناختی منظر را نشان می‌دهد.

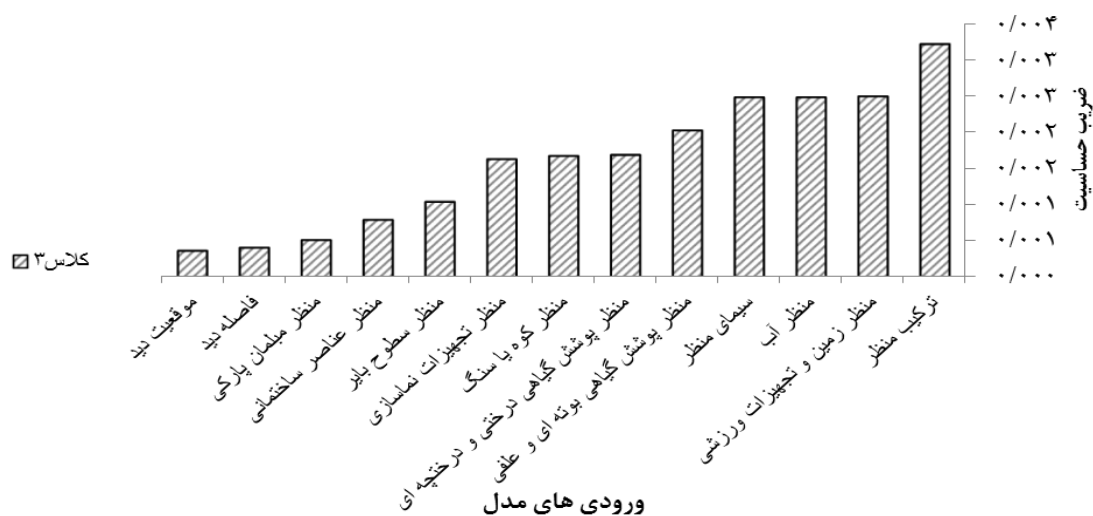
با توجه به ضریب تعیین شبکه مطلوب (شبکه شماره ۱۱) دقت شبکه عصبی در پیش‌بینی کیفیت زیباشناختی منظر از سطح بسیار مطلوبی برخوردار است. جداول ۱ و ۳ نشان می‌دهند که دقت شبکه عصبی در پیش‌بینی کیفیت زیباشناختی منظر در کلاسه‌های کیفیت زیباشناختی متوسط و عالی بیشتر از کلاسه ضعیف است.



شکل ۱. ضریب تأثیرگذاری مؤلفه‌های کاربردی در پیش‌بینی کلاس ۱ (کیفیت زیباشناختی منظر نامطلوب).



شکل ۲. ضریب تأثیرگذاری مؤلفه‌های کاربردی در پیش‌بینی کلاس ۲ (کیفیت زیباشناختی منظر مطلوب).



شکل ۳. ضریب تأثیرگذاری مؤلفه‌های کاربردی در پیش‌بینی کلاس ۳ (کیفیت زیباشناختی منظر عالی).

گیاهی در الویت قرار می‌گیرد. مطالعات پیشین همچون Jahani و همکاران (2011) و Amir و Gidalizon (1990) تاکید دارند که موقعیت چشم-انداز، تنوع و ترکیب منظر نقش موثری در درک بازدیدکنندگان از منظر دارند. به همین دلیل ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر به عنوان موضوعی ذهن‌گرا یا غیرعینی شناخته می‌شود. طبق نتایج به دست آمده در مناظر با کیفیت زیباشناختی عالی، ویژگی-های ساختاری منظر شامل ترکیب منظر و سیمای منظر نیز جایگاهی ویژه در تعیین کیفیت زیباشناختی منظر می‌یابند. بر اساس نظریه محققان، جذاب‌ترین یا زیباترین الگوها آنهایی هستند که واجد بزرگی و شدت‌اند. آنها بزرگی را در طیفی از مقیاس-های متفاوت، تنوع یا پیچیدگی (ترکیب منظر) با حضور جزئیات متفاوت می‌بیند. شدت به معنای بزرگ‌نمایی قیاسی، بدون توجه به تنوع جزئیاتی است که موجب بزرگی می‌شوند (Kaplicky, 2007). همچنین Jacquette زیبایی را در منظر می‌بیند که اشیا در آن کاملاً جدا، متمایز و متنوع‌اند ولی همزمان اشیا به صورت پیوسته و متوالی ظاهر می‌شوند. وی معتقد است ارتباط بین اجزا نوعی زیبایی به وجود می‌آورد که بسیار فراتر از آن گونه زیبایی است که از خود اجزا ناشی می‌شود که تأکیدی بر ترکیب منظر به عنوان عامل اصلی در ارزیابی کیفیت منظر عالی دارد (Jacquette, 2005). لذا در برنامه‌ریزی و مدیریت اماکن عمومی همچون فضاهای سبز شهری، توجه به درک کاربران از محیط باید در الویت قرار گیرد. کاربران فضای سبز شهری انتظارات به خصوصی دارند که عدم توجه به آنها موجب نارضایتی و معضلات مدیریتی خواهد شد (Daniel, 2001) که آثار منفی روانی و آسایش عمومی را در

بر اساس نتایج آنالیز حساسیت منظر سطوح بایر، عناصر ساختمانی و منظر مبلمان بوستانی به ترتیب بیشترین تاثیر را در طبقه‌بندی مناظر در کلاس ۱ داشته‌اند. از طرفی منظر تجهیزات نماسازی، منظر کوه یا سنگ و منظر پوشش گیاهی درختی و درختچه‌ای به ترتیب بیشترین تاثیر را در طبقه‌بندی مناظر در کلاس ۲ داشته‌اند. همچنین ترکیب منظر، منظر زمین و تجهیزات ورزشی، منظر آب و سیمای منظر به ترتیب بیشترین تاثیر را در طبقه‌بندی مناظر در کلاس ۳ از خود نشان دادند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

امروزه مدل‌سازی با شبکه عصبی مصنوعی در محیط‌های طبیعی در مطالعات بسیاری از جمله مدیریت منابع آب (Iliadis & Maris 2007; Fernandez 2012; Arseno et al., 2009) و ارزیابی محیط (Jahani et al., 2015) با موفقیت چشمگیری همراه بوده است. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده قابلیت خوبی در مدل کردن کیفیت زیباشناختی منظر در طراحی مهندسی بوستان‌های مورد مطالعه دارد. همچنین مدل شبکه عصبی پرسپترون با دو لایه مخفی و ۱۰ نرون و تابع انتقال تانژانت هیپربولیک توانست با کاربرد حجم کمی از داده‌ها دانش الگوریتم بین عناصر و ساختار منظر و کیفیت زیباشناختی آن را با دقت بالایی بیابد. همچنین آنالیز حساسیت انجام شده و شناسایی تأثیرگذارترین عناصر بر کیفیت زیباشناختی نشان می‌دهد جهت طراحی مهندسی بوستان‌ها و دستیابی به کیفیت منظر مطلوب به کارگیری تجهیزات نماسازی، کوه یا سنگ و پوشش

آراست که نمایی از چشم‌اندازهای طبیعی و فضاهای باز را در نظر بهره‌وران تداعی نماید و همچنین چگونگی ارتباط بین این گونه فضاها و ایجاد تنوع مناسب از نظر ترکیب منظر در کنار ویژگی‌های دیداری و زیباشناختی نظیر طراحی کاشت متناسب و همگون مسائل مهمی است که باید رعایت شود.

پی خواهد داشت (Laura, 2003). وجود زمین‌های بایر ساختمان‌ها و تأسیسات در بوستان‌های شهری، خواه ناخواه منظر نامناسب و نامطلوبی را برای بازدیدکنندگان به وجود می‌آورد که این مسئله باید در فرایند طراحی بوستان‌ها در نظر گرفته شود. در طراحی این گونه فضاها باید محیط را به گونه‌ای

References

- Amir, S., Gidalizon, E., 1990. Expert-based method for the evaluation of visual absorption capacity of the landscape. *J. Environ. Manage.* 30, 163–251
- Arriaza, M., Canas-Ortega, J.F., Canas-Madueno, J.A., Ruiz-Aviles, P., 2004. Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape Urban Plan.* 69, 115–125
- Arsene, C.T.C., B. Gabrys, and D. Al-Dabass. 2012. "Decision Support System for Water Distribution Systems Based on Neural Networks and Graphs Theory for Leakage Detection." *Expert Systems with Applications* 39: 13214_13224
- Chiesura, A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68, 129–138
- Daniel, T.C. 2001. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape Urban Plan.* 54, 267–281
- Fernandez, F., Seco, J., Ferrer, A., Rodrigo, M.A. 2009. "Use of Neurofuzzy Networks to Improve Wastewater Flow-rate Forecasting." *Environmental Modelling & Software* 24: 686_693
- Franco, D., Mannino, I., Zanetto, G. 2003. The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: the role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape Urban Plan.* 62, 119–138
- Grahn, P., Stigsdotter, U.K. 2010. The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration. *Landscape and Urban Planning* 94, 264–275.
- Hall, F.C. 2001. Ground-based photograph monitoring. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report, PNW-GTR-503
- Hall, P., Pfeiffer, U. 2000. *Urban Future 21. A Global Agenda for 21st Century Cities.* E&FN Spon, New York. 122 p
- Hartig, T. 2008. Green space, psychological restoration, and health inequality. *Lancet* 372 (9650), 1614–1615
- Hebb, D. 1949. "The Organization of Behavior." *New York Science* 11: 33_37
- Iliadis, L.S., Maris, F. 2007. "An Artificial Neural Network Model for Mountainous Water- Resources Management: The Case of Cyprus Mountainous Watersheds." *Environmental Modelling & Software* 22: 1066_1072
- Jacquette, D. 2005. *The Philosophy of Schopenhauer.* Chesham, UK: Acumen, 231 p
- Jahani, A., Makhdoum, M., Fegghi, J., Etemad, V. 2011. Determining of landscape quality and look out points for ecotourism land use (Case study: Patom District of Kheyroud Forest). *Journal of environment researches*, Vol. 2, 3: 13-20. In Persian

- Jahani, A.; Fegghi, J.; Makhdoum, M.F.; Omid, M. 2015. 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*, 5: 83-98
- Jim, C. Y., Chen, W.Y. 2006. Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China). *Environmental Management*, 38(3), 338–349
- Kaplický, M. 2007. Aesthetics Bridging Cultures on Aesthetic Experience in Philosophical Works of Alfred North Whitehead. *International Congress of Aesthetics, Czech Republic*, 154 p
- Kendal, D., Williams, K.J.H., Williams, N.S.G. 2012. Plant traits link people's plant preferences to the composition of their gardens. *Landscape and Urban Planning* 105, 34–42.
- Kienast, F., Degenhardt, B., Weilenmann, B., Wäger, Y., Buchecker, M. 2012. GISassisted mapping of landscape suitability for nearby recreation. *Landscape and Urban Planning*, 105(4), 385–399
- Laghaii, B. 2009. Landscape design with plants. Parks and Tehran green space organization. 132 p. In Persian
- Laura, E.J. 2003. The relationship of urban design to human health and condition. *Landscape Urban Plan.* 64, 191–200
- Maas, J., van Dillen, S.M.E., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P. 2009. Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & Place* 15, 586–595
- Maas, J., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P., de Vries, S., Spreeuwenberg, P. 2006. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health* 60, 587–592
- Maier, H., Jain, R.A., Dandy, G.C., Sudheer, K.P. 2010. "Methods Used for the Development of Neural Networks for the Prediction of Water Resource Variables in River Systems: Current Status and Future Directions." *Environmental Modelling & Software* 25 (8): 891_909
- Maier, H.R., Dandy, G.C. 2000. "Neural Networks for the Prediction and Forecasting of Water Resources Variables: A Review of Modelling Issues and Applications." *Environmental Modelling & Software* 15 (1): 101_124
- Mitchell, R., Popham, F. 2008. Effect of exposure to natural environment on health inequalities – an observational population study. *The Lancet* 372, 1655–1660
- Nordh, H., Hartig, T., Hagerhall, C.M., Fry, G. 2009. Components of small urban parks that predict the possibility for restoration. *Urban Forestry & Urban Greening* 8 (4), 225–235
- Özgüner, H., Kendle, A.D. 2006. Public attitudes towards naturalistic versus designed landscapes in the city of Sheffield (UK). *Landscape and Urban Planning*, 74(2), 139–157
- Parsons, R., Daniel, T.C. 2002. Good looking: in defense of scenic landscape aesthetics. *Landscape Urban Plan.* 60, 43–56
- Rosenblatt, F. 1958. "The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain." *Psychological Review* 62 (11): 386_408
- Salehi, A., Hedayati, A. 2012. The principles of city parks design. Azar press. 87 p. In Persian
- Schipperijn, J., Ekholm, O., Stigsdotter, U. K., Toftager, M., Bentsen, P., Kamper-Jørgensen, F., Randrup, T. B. 2010. Factors influencing the use of green space: Results from a Danish national representative survey. *Landscape and Urban Planning*, 95(3), 130–137
- Sommer, R., Guenther, H., Barker, P.A., Swenson, J.P. 1993. Comparison of four methods of street tree assessment. *J. Arboric.* 19 (1), 27–34
- Sugiyama, T., Ward Thompson, C., Alves, S. 2009. Associations between neighborhood open space attributes and quality of life for older people in Britain. *Environment and Behavior* 41 (1), 3–21

Tayebi, M., Tangestani, M., Roosta, H. 2010. Environmental Impact Assessment Using Neural Network Model: A Case Study of the Jahani, Konarsiah and Kohe Gach Salt Plugs, Shiraz, Iran. Shiraz: ISPRS TC VII Symposium, In Persian

Vali, A., Ramesht, M., Seif, A., Ghazavi, R. 2012. "An Assessment of the Artificial Neural Networks Technique to Geomorphologic Modeling Sediment Yield (Case Study Samandegan River System)." Geography and Environmental Planning Journal 22 (4): 19_34

Van den Berg, A.E., Maas, J., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P. 2010. Green space as a buffer between stressful life events and health. Social Science & Medicine 70, 1203–1210

Velarde, M.D., Fry, G., Tveit, M. 2007. Health effects of viewing landscapes—landscape types in environmental psychology. Urban Forestry & Urban Greening 6,199–212

Ward Thompson, C. 2002. Urban green space in the 21st century. Landscape and Urban Planning 60, 59–72

Ward Thompson, C. 2010. Linking landscape and health: the recurring theme. Landscape and Urban Planning 99 (3–4), 187–195

Widrow, B. 1959. Adaptative Sampled-Data Systems, A Statistical Theory of Adaptation Ire Wescon Convention Record. New York: New York Institute of Radio Engineers. 89 p

Yang, Y.C., Kung, F.H. 1994. Modeling scenic beauty of squirrel-damaged Cryptomeria (Cryptomeria japonica) stands before and after dead-tree disposal. J. Jpn. For. Soc. 76 (4), 298–307

Yijun, L., Jiali, T., Hongfen, J., Guangping, Z., Zhimin, Y. 2010. "Artificial Neural Networks Applied in Environmental Quality Assessment." Chengdu: 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT). 156 p

Aesthetic quality modeling of landscape in urban green space using artificial neural network

Ali Jahani^{1*}, Asghar Mohammadi Fazel²

¹Assistant professor of Environment and Natural Resources Sciences Department, College of Environment, Karaj

²Lecturer of Environment and Natural Resources Sciences Department, College of Environment, Karaj

Received: 5-Jul.-2015 Accepted: 16-Sep-2015

Abstract

Landscape quality evaluations generally refer to key role of natural and artificial elements of landscape in satisfaction and perception of landscape aesthetic. The purpose of article is the aesthetic quality evaluation modeling of landscape using artificial neural network in order to clarify existing rules in the landscape structure and relations of landscape elements with its aesthetic quality. To perform the study, four parks (Jamshidieh, Gheytaieh, Nahjolbalaghe, Aboatash) with variety in landscape quality and landscape design practices were chosen in Tehran. In this study, in order to model the aesthetic quality evaluation of landscape, structural features and landscape elements were recorded and aesthetic quality of landscape was classified in three classes of undesirable, desirable and extremely desirable aesthetic quality. Multilayer Perceptron network was used to data processing with artificial neural network. Considering network coefficients of determination which equal 0.88, 0.86, 0.99 in 1 to 3 classes, the accuracy of artificial neural network in aesthetic quality of landscape is assessed in extremely desirable level. Sensitivity analysis respectively prioritizes landscaping materials, mountain or rock and vegetation application to achieve desirable quality of landscape in parks designing. In landscapes, with extremely desirable aesthetic quality, structural features, consist of landscape composition and appearance, play a significant role in aesthetic quality of landscape determination.

Keywords: aesthetic quality of landscape, neural network, Multilayer Perceptron, landscape composition, landscape appearance

*Corresponding author: Tel: +989127524877 Fax: +982632801422

E-mail: Ajahani@ut.ac.ir