علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره نه، آذر ماه ۹۸

طراحی بازگشت پذیر فضاهای سبز شهری در راستای سازگاری با تغییر اقلیم

(مطالعه موردی : بلوار بهشت بروجرد)

حسن دارابی[1*]
darabih@ut.ac.ir
ایمان سعیدی[2]

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۴ **تاریخ پذیرش:۹۶/۱۱/۲۵**

چکیده

زمینه و هدف: مداخلات انسان منجر به تغییر در نظام‌های طبیعی شده است. تغییرات اقلیمی برجسته ترین تغییر ات است که اکوسیستم‌های طبیعی را به طور اخص در محیط‌شهری متاثر کرده و پایداری شهری را دچار مخاطره می‌سازد. طراحی بازگشت پذیر منظر شهری راه‌حلی است برای مقابله با این چالش. این مقاله چارچوبی را برای طراحی بازگشت پذیر فضای سبز شهری در شرایط تغییرات اقلیم ارایه کرده است.

روش بررسی: بلوار بهشت شهر بروجرد در استان لرستان محدوده مورد مطالعه را تشکیل می دهد. دراین مطالعه بازگشت پذیری مبتنی بر محورهای:انعطاف‌پذیری، تنوع زیستی، تنوع ساختاری‌حاصل بررسی ادبیات ارزیابی شده است. به منظور ارزیابی علاوه بر محورهای فوق شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و زیبایی شناسی نیز مورد توجه قرار گرفته است. ارزیابی نهایی با استفاده روش دلفی مبتنی بر نظر متخصصین و AHP صورت گرفت.

یافته ها: نتایج نشان می‌دهد که محدوده مورد بررسی منظری شکننده دارد که دارای تنوع زیستی بسیار ضعیفی است. بنابراین گونه‌ای جدید انتخاب و براساس شاخص های بازگشت پذیری و سایر شاخص ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت طرح کاشت جدید با در نظر داشتن ابعاد بازگشت پذیری و اجتماعی - اقتصادی پیشنهاد شد.

بحث و نتیجه گیری: فضاهای سبز موجود در برابر تغییرات اقلیمی آسیب پذیر است. سیکل‌های ترکیبی مانند کمبود آب و تنش‌های شهری بر شدت این آسیب پذیری می افزاید. با بکارگیری اصول بنیادین مانند طراحی بازگشت پذیر می توان ضمن بهبود کیفیت این فضاها، آن‌ها را بازگشت- پذیر نمود. در نهایت باتوجه به نتایج به دست آمده راهبرد کلی برای بازطراحی فضاهای سبز شهری به منظور بهبود و تقویت منظر بازگشت- پذیر شهری ارایه شده است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، بازگشت پذیری، طراحی اکولوژیک، فضای سبز، بروجرد.

۱- هیات علمی گروه مهندسی طراحی محیط، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران* (مسوول مکاتبات)
۲- هیات علمی گروه فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.9, November, 2019

The Design of Resilient Green Spaces towards Adapting with Climate Change, Case Study Behesht Boulevard, Borujerd

Hassan Darabi[1*]
darabih@ut.ac.ir
Iman Saeedi[2]

Admission Date:Feburary 14, 2018 Date Received: October 16, 2015

Abstract

Background and Objective: Human interventions have led to changes in natural systems. Climate change is the most conspicuous change that affects natural ecosystems, particularly in urban environments, which endanger urban sustainability. Resilient urban landscape design could be considered as a solution for this challenge. This paper presents a framework for the design of resilient green spaces towards adapting to climate change

Method: The study area of the research is Behesht Boulevard in Borujerd, Lorestan province, (Iran). The resilience of current plantings was evaluated based on resilient criteria extracted from related literature including plasticity, biodiversity and structural diversity. Furthermore, four vital aspects of urban green space were added and taken into consideration including; economic, aesthetics, social and ecological aspects. The final evaluation conducted through Delphi method, which relies on expert opinion and AHP.

Findings: The result showed that area had a fragile landscape suffering from a low biodiversity. Therefore, the new plant species were selected and evaluated based on resilience and additional anticipated criteria. Finally, the new planting design proposed considering resilience and socio-economic dimensions.

Discussion and Conclusion: Existing green spaces are vulnerable to climate change. Combined cycles such as water scarcity and urban stresses increase the severity of this vulnerability. Applying fundamental principles such as reversible design can improve the quality of these spaces, making them reversible. Finally, based on the results obtained, a general strategy for redesigning urban green spaces to improve and enhance the reversible urban landscape is presented.

Key words: Climate change, Resilience, Ecological design, Green space, Borujerd.

1 -Department of Environmental Design, Faculty of Environment, Collage of Engineering, University of Tehran, *(Corresponding Author)
2 - Academic Member of Landscape Engineering Department, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University

مقدمه

توسعه تئوری بازگشت پذیری به دهه ۱۹۶۰ و کارهای لئونتین (۱۹۶۹) و می (۱۹۷۷) باز می گردد (۱). بازگشت پذیری دارای چند مفهوم کلیدی در بطن خود است که عبارت از: آستانه یا نقطه عطف، گزینه وضعیت ثبات، جابجایی رژیم، نظام های تطبیق پذیر پیچیده، چرخه های تطبیق پذیری، تعاملات سلسله مراتب ساختاری، قابلیت گذار هستند(۲، ۳ و ۴). فرض کلیدی در بازگشت پذیری وجود نقاط ثبات چندگانه است. در این میان نقطه عطف به مرزهای بین حوزه های جذب تغییرات در محدود نقطه ثبات باز می گردد. گذار از مرز به معنای جابجایی در رژیم‌های متفاوت است. بر همین مبنا نیز گذار از یک نقطه تعادل به نقطه دیگر جابجای رژیم نام گذاری می شود(۵، ۶و ۷).

در سال‌های اخیر تغییرات اقلیمی عاملی اساسی برای ایجاد اختلال در اکوسیستم ها است(۸). خروج تغییرات از محدوده تغییرات متعارف چرخه‌های اقلیمی ناشی از افزایش انتشار گازهای گلخانه ای است (۹). در این میان آنچه بیش‌تر اکوسیستم ها را تحت تاثیر قرار می دهد عبارتند از: تغییرات درجه حرارت، تغییرات نظام بارش، تغییر نظام رطوبتی، افزایش آلودگیها، نظام وزش باد، چالش‌های آبی که منجر به افزاش تنش ها برای اکوسیستم‌ها می گردد با توجه به نقش برجسته گیاهان در احیاء ساختار اکولوژیک و محیط زیستی شهر، کاهش تنش‌های اکولوژیک یا نظامی مقاوم در برابر تنش‌ها (۱۰). منوط است به طراحی کاشت گونه‌های گیاهی بازگشت پذیر، مشتمل بر انتخاب، جانمایی و ترکیب صحیح گیاهان (۱۱). چارچوب مساله درمدل مفهومی تبیین شده است. هدف این این مقاله ارایه چهارچوبی برای افزایش بازگشت پذیری فضای سبز در مواجه با پدیده تغییر اقلیم در یک عرصه شهری از طریق طراحی است. درادبیات موضوعی اکوسیستم به عنوان یک نظام پیچیده، پویا و سیستم باز ترمودینامیک تلقی می شود (۱۲). علی‌رغم گستردگی و تنوع مسایل مربوط به بازگشت پذیری سه موضوع کلیدی انعطاف‌پذیری(۱۳، ۱۴و ۱۵)، تنوع زیستی (۱۶، ۱۷ و ۱۸)، و تنوع ساختاری (۱۷, ۱۹و ۲۰) در ادبیات موضوعی تاکید می شود . برهمین اساس نیز در این مقاله این سه محور به عنوان محورهای اساسی مورد تاکید قرار گرفته است.

انعطاف پذیری اکولوژیک :انعطاف پذیری به دامنه تحمل گونه‌های گیاهی نسبت به شرایط ناپایدار محیطی باز می گردد (۲۱). هر قدر شاخص انعطاف پذیری در یک گونه گیاهی بالاتر باشد، نشان دهنده این است که آن گونه گیاهی در دامنه گسترده‌تری از شرایط محیطی شانس بقاء خواهد داشت و توانایی بیش‌تری نسبت به مدیریت اختلال‌های محیطی دارد(۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۵). انعطاف‌پذیری در گونه‌های گیاهی نسبت به شرایط مختلف دما، رطوبت، خاک، آلودگی و خشک-سالی قابل سنجش است.

تنوع زیستی: وجود تنوع زیستی از دو نظر اهمیت دارد: فراوانی عملکرد و تنوع عکس‌العمل. فراوانی عملکرد اشاره به تعداد گونه‌هایی داردکه در یک اکوسیستم خاص، عملکرد مشخص و یکسانی ایفا می‌کنند (۲۶). تنوع عکس العمل نیز به معنای میزان گستردگی عکس‌العمل نسبت به تغییرات محیطی، در بین گونه‌های تشکیل دهنده یک اکوسیستم خاص است (۲۷).

تنوع ساختاری:تنوع ساختاری به معنای پیچیدگی فضایی ایجاد شده با گونه های گیاهی است. فرم فیزیکی درختان، بوته-ها و گیاهان پوششی، خزان‌دار بودن یا همیشه سبز بودن، فاکتورهای مهمی برای خلق پناهگاه، آشیان‌گزینی، تولید مثل و تغذیه گونه‌های موجود در یک اکوسیستم است (۱۱, ۲۵و ۲۸). در شرایط تغییرات محیطی، با از بین رفتن گونه‌ها شاخص شهری، روح مکان نیز تضعیف می‌شود لذا در چنین شرایطی یکی از استراتژی‌های موفق در برنامه ریزی انتخاب گونه‌های گیاهی، حفاظت از روح مکان در شرایط تغییر اقلیم است (۲۵). در ایران برخی گونه‌های گیاهی تبدیل به شاخص هر شهر شده اندمانند نارنج و سرو ناز در شیراز، چنار در تهران و خرما در طبس، از دیرباز، (۱۳, ۲۹) و با روح مکان این شهرها پیوند خورده‌اند. درختان کهنسال شهرها نیز شرایط مشابهی دارند. در

چنین شرایطی گونه‌های جایگزین با دامنه تحمل و انعطاف-پذیری گسترده و البته با شکل و فرم ظاهری مشابه، گزینه‌های مناسبی برای جایگزینی می‌باشند.

روش تحقیق

این تحقیق از نظر ماهیت اکتشافی – توصیفی است. تحقیق سه گام اساسی داشته است که هدف از آن ارایه یک چارچوب برای طراحی فضاهای سبز مقاوم در برابر تغییر اقلیمی است. به این منظور سه محور کلیدی انعطاف پذیری، تنوع زیستی و تنوع ساختاری شناسایی شد. این محور ها در راستایی اهداف چهارگانه اکولوژیک اجتماعی، اقتصادی و زیبایی شنایی مورد ارزیابی قرار گرفت و در گام آخر در چارچوب طراحی اکولوژیک و با تاکید بر محورهای منتخب بازگشت پذیری فضا مورد نظر باز طراحی شد.

از آنجا که برنامه‌ریزی برای مواجه با تغییر اقلیم باید بر مبنای ویژگی‌های محلی تدوین شود (۳۰و ۳۱)، بخشی از بلوار بهشت در شهر بروجرد به عنوان نمونه موردی انتخاب شد. در ابتدا، از منابعی که تغییرات اقلیمی غرب ایران را مطالعه کرده‌اند توام با آمارهای۱۰ ساله هواشناسی(۲۰۰۵-۱۹۹۵) ایستگاه سینوپتیک هواشناسی بروجرد استفاده شد. در این تحقیق علاوه بر ارتقاءبازگشت پذیری، جهت برآورد نیازهای استفاده‌کنندگان و هویت کلی شهر، اهداف دیگری هم به روند طراحی کاشت اضافه شده است. این اهداف عبارت است از:

الف: اهداف اقتصادی به منظور انتخاب گونه هایی با هزینه های نگهداری پایین تر. ب: اهداف زیبایی شناسی به منظور انتخاب گونه هایی واجد زیبایی بصری و جذاب. ج: اهداف اجتماعی به منظور انتخاب گونه‌های منجر به خلق هویت شهری و خاطره جمعی. د: اهداف اکولوژیک: گونه‌های انتخابی توانایی خلق زیستگاه پرندگان و پروانه.

جهت ارزیابی کمی اهداف ذکر شده و صفات انعطاف‌پذیری گونه‌های گیاهی طرح پیشنهادی و وضع موجود، شاخص‌های ارزیابی کمی مطابق با جدول ۱ تهیه شد. در گام بعد گونه‌های گیاهی کهنسال موجود در شهر و گونه‌های گیاهی بومی دارای ارزش زیبایی‌شناسی، از طریق برداشت میدانی و مصاحبه با کارشناسان شهرداری و اداره منابع طبیعی، شناسایی گردید. جهت تکمیل پالت گیاهی اولیه و شناسایی صفات گیاه شناسی، انعطاف پذیری، فراوانی عملکردی، تنوع عکس العمل و فرم ساختاری از متون علمی معتبر مانند ثابتی(۱۳۸۱)، مظفریان (۱۳۸۹) و قهساره و کافی(۱۳۸۹) استفاده شد(۳۲-۳۴) و پالت‌گیاهی مناسب برای کاشت درمحدوده مطالعاتی مشخص شدند. سپس با استفاده از پالت گیاهی، طرح کاشتی برای محدوده مطالعاتی با تاکید بر اهداف طراحی پیشنهاد شد و گونه‌های گیاهی طرح پیشنهادی و موجود، بر مبنای اهداف اولیه طرح و ویژگی‌های انعطاف‌پذیری در چارچوب روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و براساس نظر ۱۵ نفر از اعضاء هیئت علمی در دانشگاه های تهران و ملایر مورد ارزیابی کمی قرارگرفت (جدول ۱).

جدول۱-وزن قطعی معیارها محاسبه شده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

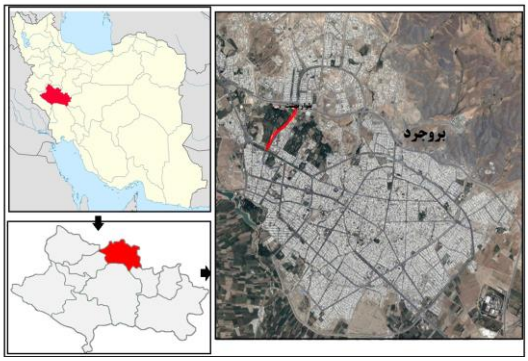
Table 2. Definite weight of the criteria calculated in the hierarchical analysis process

معیارها	وزن معیارها	زیر معیار	وزن زیرمعیار	وزن قطعی معیارها
انعطاف پذیری	۰/۳۴۹	انعطاف پذیری دمایی	۰/۱۰۱	۰/۰۳۵
		انعطاف پذیری نور	۰/۳۶۴	۰/۱۲۷
		انعطاف پذیری نیاز آب	۰/۱۸۴	۰/۰۶۴
		انعطاف پذیری نسبت به کیفیت فیزیکی خاک	۰/۰۹۷	۰/۰۳۳
		انعطاف پذیریPH	۰/۵۵۰	۰/۱۴۷
اکولوژیک	۰/۲۶۸	جذب پروانه	۰/۲۶۱	۰/۰۶۹
		جذب پرنده	۰/۱۸۹	۰/۰۵۰
		لانه گزینی پرنده	۰/۱۷۰	۰/۱۷۰
زیبایی شناسی	۰/۱۷۰	زیبایی شناسی	۰/۴۵۴	۰/۰۵۷
اقتصادی	۰/۱۲۷	تغذیه منظم	۰/۲۱۴	۰/۰۲۷
		مقاومت به آفات	۰/۳۳۲	۰/۰۴۲
		نیاز به هرس(سرزنی) منظم	۰/۱۸۴	۰/۰۱۲
اجتماعی	۰/۰۷۰	هویت شهری	۰/۲۵۴	۰/۰۱۷
		دارویی	۰/۵۶۲	۰/۰۳۹
		ویژگی ارتفاعی	۰/۱۰۱	۰/۰۳۵

نرخ ناسازگاری=۰/۰۴

محدوده مورد مطالعه

شهر بروجرد از شهرهای شمالی استان لرستان است. براساس طبقه بندی دومارتن، آب و هوای بروجرد در رده نیم خشک و مطابق با طبقه‌بندی آمبرژه دارای اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک و نسبتا سرد است. بروجرد از نظر طبقه بندی مناطق رویشی ایران نیز جزء منطقه ایرانی و تورانی کوهستانی است. بر مبنای آمار هواشناسی۱۰ ساله(۲۰۰۵-۱۹۹۵)، میانگین حداقل دمایی در ماه زمستان ۲- درجه و میانگین حداکثر دمایی در تابستان ۳۶ درجه سانتی‌گراد، میانگین بارش سالیانه ۴۳۵ میلی‌متر، ماه‌های خشک سال تیر، مرداد، شهریور، است. بلوار بهشت یکی از مسیرهای ارتباطی داخل شهر بروجرد است که با هدف انجام طراحی اکولوژیک کاشت برای ارتقاء تاب‌آوری اکولوژیک گیاهان در مواجه با تغییرات اقلیمی انتخاب شد. این محدوده بخشی از یک بلوار – پارک را شکل می‌دهد که یک ضلع آن به وسیله خیابان و سمت دیگر به توسط پیاده راه احاطه شده است (شکل ۱). گونه‌های گیاه کاشت شده در شرایط وضع موجود در این محدوده شامل کاج تهران، ارغوان و چمن اسپرت (متشکل از سه نوع چمن لولیوم، پوآ و فستوکا) است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در سطح ایران و شهر بروجرد

Figure 1. Location of study area in Iran and city of Brojerd

یافته های تحقیق

اولین گام در طراحی بازگشت پذیر فضاهای سبز عبارت است از انتخاب گونه های مناسب. به این منظور تعداد هفت گونه کلیدی انتخاب شده است.گونه‌های گیاهی به منظور برآورد اهداف عمومی تحقیق، مشتمل بر نیازهای اکولوژیک، زیبایی شناسانه، اقتصادی و اجتماعی همچنین پوشش انعطاف پذیری، فراوانی عملکردی و تنوع ساختاری در طرح، انتخاب شده اند. مبنای انتخاب اولیه گونه ویژگی های هر یک از آنها بوده است (جدول ۲).

به منظور تحلیل ماهیت گونه ها، اقدام به ارزیابی آنها بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شد. ابتدا گونه های موجود مورد بررسی قرار گرفته است. ماتریس شکل گرفته از دو بعد قابل بررسی است. بعد اول از نظر شاخص برای کل پوشش گیاهی که با محاسبه هر ردیف امتیاز به دست خواهد آمد و از طرف دیگر با جمع امتیازات هر ستون، امتیاز نهایی برای هر گونه گیاهی به دست خواهد آمد. گونه‌های گیاهی وضع موجود در جدول ۳ امتیاز دهی شدند. براساس نتایج به دست آمده به ترتیب کاج تهران، ارغوان و چمن اسپرت قرار می گیرند.

جدول ۲- گونه‌های گیاهی انتخابی برای طراحی کاشت بلوار بهشت

Table 3. Selected species for planting design of Behsht Boulevard

ردیف	نام فارسی	بومی	نام علمی
۱	سنجد	اروپا، هیمالیا و ایران	*angustifolia Elaeganus*
۲	گز	فلات مرکزی، زاگرس و لرستان	*Tamarix laxa*
۳	سماق معمولی	مدیترانه، زاگرس، از آذربایجان تا فارس	*Rhus coriaria*
۴	نسترن وحشی	البرز، زاگرس، لرستان و چهارمحال	*Rosa canina*
۵	شیر خشت لرستانی	کردستان، لرستان و چهار محال	*Cotoneaster luristanica*
۶	گل محمدی	ایران	*Rosa damascena*
۷	تاج الملوک	آمریکای شمالی	*Aquilegia vulgaris*
۸	ختمی	شرق مدیترانه و ایران	*Alcea Rosea*

جدول ۳- امتیاز شاخص‌های اهداف اقتصادی، زیبایی‌شناسی، اجتماعی و اکولوژیک در گونه‌های پیشنهادی

Table 3. Scores of economic, aesthetic, social and ecological goals in proposed species

اهداف	ویژگی‌ها	سنجد	گز	سماق	نسترن	شیرخشت لرستانی	گل محمدی	تاج الملوک	ختمی	جمع امتیاز	میانگین
اقتصادی	مقاومت به آفات	۰/۰۲۹	۰/۰۳۶	۰/۰۲۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۲۲۴	۰/۰۲۸
	نیاز به هرس منظم	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۱۰۳	۰/۰۱۳
	نیاز به تغذیه منظم	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۱۷۶	۰/۰۲۲
زیبایی شناسی	جنبه‌های زیبایی شناسی گیاه	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۰/۰۹۷	۱/۰۰۱	۰/۱۲۵
اجتماعی	خلق هویت شهری	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۲۴	۰/۰۰۳
	گیاه دارویی یا سمی	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۳۷	۰/۰۰۵
	ویژگی ارتفاعی	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۹۲	۰/۰۱۲
اکولوژیک	توانایی لانه گزینی پرنده	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸	۰/۱۱۸	۰/۰۷۹	۰/۰۷۹	۰/۰۷۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۷۴۹	۰/۰۹۴
	قابلیت جذب پرنده	۰/۰۹۲	۰/۰۵۵	۰/۰۷۴	۰/۰۷۴	۰/۰۷۴	۰/۰۷۴	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۶۹
	قابلیت جذب پروانه	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۷	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۴۴۲	۰/۰۵۵
انعطاف پذیری	انعطاف پذیری دمایی	۰/۱۲۳	۰/۱۲۳	۰/۱۵۴	۰/۱۲۳	۰/۱۵۴	۰/۱۲۳	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۹۸۳	۰/۱۲۳
	انعطاف پذیری نور	۰/۰۶۱	۰/۰۴۹	۰/۰۶۱	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۳۷	۰/۴۰۳	۰/۰۵۰
	انعطاف پذیری نیاز آب	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۱۳۳	۰/۱۷۷	۰/۱۳۳	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۱/۲۸۵	۰/۱۶۱
	انعطاف پذیری نسبت به کیفیت فیزیکی خاک	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۰۸۹	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۷۸۲	۰/۰۹۸
	انعطاف پذیریPH	۰/۰۴۷	۰/۰۵۹	۰/۰۱۲	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۳۶	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۲۹۷	۰/۰۳۷
جمع امتیاز گونه		۱/۰۹۱	۱/۰۵۸	۱/۰۲۲	۰/۸۸۸	۰/۹۵۸	۰/۸۴۱	۰/۶۷۰	۰/۶۲۵	۷/۱۵۲	

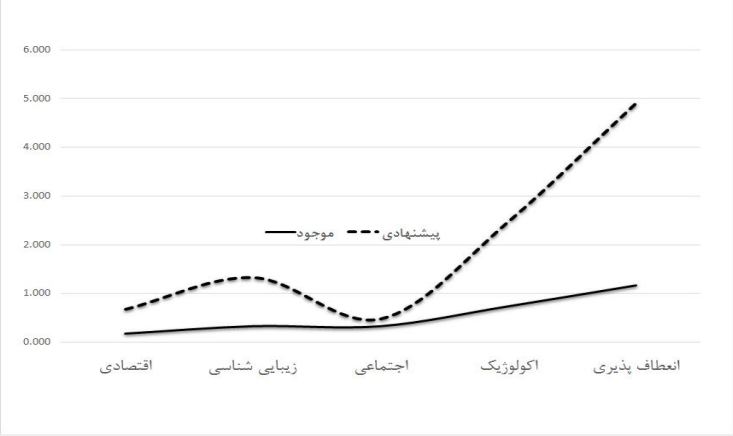
امتیازات به دست آمده برای گونه‌های پیشنهادی نشان می‌دهد که در لیست انتخابی پایین ترین امتیاز توسط ختمی به دست آمده است. در این میان سنجد با ۱/۰۹۱ امتیاز در راس قرار دارد. در میان شاخص ها بهترین امتیاز مربوط به انعطاف پذیری در برابر تنش های آبی است ضمن این‌که موضوع زیبایی شناسی نیز در اولویت قرار دارد. در صورتی که فضا اجازه تنوع بیش‌تری را بدهد این امکان وجود دارد که کارکردهای مطلوب-تری را با بهینه سازی الگوی کاشت به دست آورد.

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی کمی از گونه‌های گیاهی موجود و پیشنهادی، گویای این واقعیت است که گونه‌های گیاهی موجود در سایت در برآورد اهداف عمومی بیان شده، ضعیف هستند. این گونه‌ها نیازمند مدیریت فضای سبز بالایی می‌باشند، جلوه‌های زیبایی شناسی در آنها ضعیف است، برای شهر هویت بخش نیستند و قابلیت جذب پرنده و پروانه در طول سایت برای این گونه‌های گیاهی نسبتا ضعیف است. در مقابل گونه‌های گیاهی پیشنهادی شرایطی عکس گونه‌های گیاهی موجود را دارا است. اولین و برترین امتیاز این گونه مقاومت در برابر تنش آبی و حرارتی است. با توجه به این‌که در تغییرات اقلیمی دو مساله تنش آبی و حراراتی از مسایل جدی آتی به شمار می آید لذا در نظر گرفتن این دوم محور در طراحی کاشت اهمیت حیاتی دارد. علاوه بر آن وجود جلوه های زیبایی شناسی از ویژگی‌های گونه‌های پیشنهادی است. در ادامه به ارزیابی طرح کاشت وضع

موجود و طرح کاشت پیشنهادی محدوده مطالعاتی بر مبنای سنجه‌های انعطاف پذیری، فراوانی عملکردی و تنوع فرم پرداخته می شود.

انعطاف پذیری: بررسی وضعیت گونه های موجود نشان می دهد که در میان سه گونه موجود کاج تهران از بالاترین انعطاف پذیری برخوردار است و بیش‌ترین امتیاز شاخص نیز به انعطاف پذیری دمایی باز می گردد. این در حالی است که شرایط گونه در برابر PH خاک چندان مطلوب نیست (جدول شماره ۴). بررسی وضعیت گونه های پیشنهادی نشان می دهد که از میان هفت گونه انتخابی تنها دو گونه امتیاز پایینی دریافت کرده اند که عبارتند از گل ختمی و تاج الملوک. در مقابل سایر گونه ها از شرایط بهتری برخوردارند. گز به عنوان انعطاف پذیر ترین گونه به شمار می آید. از سوی دیگر سنجدو سماق دو گونه مطلوب دیگر را تشکیل می دهند. گونه های مانند شیر خشت لرستانی و نسترن نیز از وضعیت نسبتا مطلوبی برخوردارند. بررسی گونه ها از نظر شاخص نیز نشان دهنده آن است که در مجموع وضعیت گونه ها در برابر تمامی شاخص ها مثبت است. بهترین امتیاز انعطاف پذیری در برابر آب است و در مرحله بعد انعطاف پذیری دمایی قرار دارد. با توجه به تنش های موجود در محیط شهری از یک سو و وجود تنش های دمایی بالا ناشی از تغییرات اقلیمی، واکنش این گونه ها در برابر شرایط تنش زا مناسب است. آسیب پذیرترین شاخص را در این میان PH خاک تشکیل می دهد که ضروری است بهبود یابد. البته این امر مستلزم آزمون طیفی از گونه های دیگر است که خارج از حوصله این مختصر خواهد بود. اگرچه در گونه های پیشنهادی نیز وضعیت نسبتا مطلوب است (جدول ۳).مقایسه معیارهای انعطاف‌پذیری گونه‌های گیاهی پیشنهادی با گونه های گیاهی وضع موجود نشان دهنده انعطاف‌پذیری بالاتر گونه های گیاهی پیشنهادی نسبت به تغییرات و اختلالات محیطی در مواجه با تغییر اقلیم است. از گونه‌های گیاهی وضع موجود، ارغوان و چمن اسپرت در مواجه با تنش‌های آب، دما و خاک، حساس هستند. این در حالی است که تمامی۸ گونه گیاهی طرح پیشنهادی از انعطاف پذیری بالایی نسبت به معیارهای فوق-الذکر برخوردار می‌باشد.



شکل ۲- ارزیابی منظر موجود و پیشنهادی براساس محورهای ارزیابی

Figure 3. Assessing existing and proposed landscape based on assessment aspects

فراوانی عملکردی: نقش گیاهان و فضای سبز در شهرها در بهبود شرایط، تعدیل و اصلاح برخی عوامل محیط زیستی مانند کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی، کنترل فرسایش خاک، کنترل آلودگی نور، کنترل شرایط خود اقلیمی، خلق زیستگاه برای موجودات، ایجاد ارتباط بین اکوسیستم های طبیعی و ... نیز تاثیر گذار هستند(۴۳). با توجه به محدودیت-های این مقاله دو نمونه از این عملکردهای محیطی، مشتمل بر خلق زیستگاه برای پرندگان و پروانه‌ها، به عنوان نمونه مورد

ارزیابی فراوانی عملکردی بین طرح کاشت موجود و پیشنهادی قرار گرفت. فراوانی عملکردی گونه‌های گیاهی جاذب پروانه برای طرح پیشنهادی در ماه‌های بهار، چهار گیاه و تابستان شش گیاه است. گونه‌های گیاهی جاذب زیستگاه برای پرندگان جهت لانه سازی دو گیاه و جاذب پرندگان از نظر غذا برای تابستان چهار گیاه و پاییز پنج گیاه است. البته باید توجه داشت در فصل بهار و تابستان جذابیت فضا برای پرندگان از نظر فراوانی حشرات بیشتر از میوه گیاهان است(۷). این در حالی است که گونه‌های گیاهی وضع موجود را این نظر فراوانی عملکردی این دو فاکتور نشان می‌دهد که از نظر این معیار بسیار ضعیف می‌باشند. از گونه‌های گیاهی وضع موجود تنها یک گونه گیاهی در فصل بهار جاذب پروانه می‌باشد و این طرح کاشت برای پرندگان فاقد جذابیت است.

تنوع ساختاری: در ارتباط با تنوع ساختاری طرح باید دید بصری به خیابان را محدود نکند، دارای فرم‌های ساختاری متنوع برای لانه‌گزینی پرندگان و زیستگاه حشرات و پروانه‌ها باشد. هر دو طرح پیشنهادی و وضع موجود دارای ویژگی ارتفاعی و با داشتن تنوع ساختاری از نظر فرم معماری دارای تنوع ساختاری می‌باشند. اما طرح وضع موجود با داشتن دو فرم پوششی و درختی عملکرد ضعیف‌تری نسبت به طرح پیشنهادی دارد. در طرح کاشت پیشنهادی تنوع ساختاری، به واسطه استفاده از درختان با فرم‌های متنوع بیشتر می‌باشد. چنین تنوع ساختاری منجر به خلق جذابیت‌های متفاوت برای حشرات و پرندگان خواهد شد و دارای پایداری بهتر است. نتایج کلی ارزیابی نشان می دهد، با بکارگیری شاخص ها در دو محور انعطاف پذیری و عملکردی وضعیت کیفیت فضا با تغییرات فاحشی مواجه خواهد شد. با انتخاب اولیه گونه های مناسب، شاخص انعطاف پذیری نسبت به وضع موجود تغییرات فاحشی را تجربه خواهد کرد. این اثرات در بخش های اقتصادی و اجتماعی نیز قابل توجه اند. این در حالی است که کلیت نظام باز بهبود نسبی برخوردار خواهد شد. این امر موید آن است که در صورتی که تفکری بنیادین در طراحی حکم فرما باشد می-تواند چارچوب اولیه را ارایه کند. این چارچوب می تواند به منجر به ایجاد بستری برای تعریف شاخص های ارزیابی شود. در تداوم این بحث می توان ماتریس ارزیابی را شکل داد که برمبنای آن اقدام به ارزیابی انتخاب گونه نمود. در نهایت براساس تجربه بومی، دانش تخصصی و اهداف طراحی اقدام به ارایه طراحی کاشت گونه های مناسب نمود. به این ترتیب نتیجه منجر به طراحی فضاهای سبز با کیفیت و قابلیت و کارکردهای مناسبی خواهد شد. گونه‌های گیاهی کاشته شده در شهرها با تنش‌های متعددی مواجه اند. رویکردی که در این تحقیق مورد تاکید قرار گرفت، استفاده از گونه‌های گیاهی با قابلیت تاب‌آوری اکولوژیک بالا در مواجه با این تنش ها است. تاکید در استفاده از گونه‌های گیاهی این رویکرد حرکت به سمت بومی بودن و سازگار بودن با شرایط اکولوژیکی توام با نیازهای زیبایی شناسی، اجتماعی و اقتصادی شهر است.

Reference

1. Lance H, Gunderson LH, Allen R. Why Resilien? Why Now? In: L.H. G, Allen CR, Holling CS, editors. Foundations of Ecological Resilience: Island Press; 2012.
2. Wu J, Wu T. Ecological resilience as a foundation for urban design and sustainability. In: Pickett STA, Cadenasso ML, McGrath B, editors. Resilience in Ecology and Urban Design: Springer; 2013. p. 211-29.
3. Gotts NM. Resilience, panarchy, and world-systems analysis. Ecology and Society. 2007;12(1):24.
4. Gunderson LH. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems: Island press; 2001.
5. Folke C, Carpenter S, Walker B, Scheffer M, Elmqvist T, Gunderson L, et al. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2004:557-81.

6. Walker B, Holling CS, Carpenter SR, Kinzig A. Resilience, adaptability and transformability in social--ecological systems. Ecology and society. 2004;9(2):5.
7. Kinzig AP, Ryan PA, Etienne M, Allison HE, Elmqvist T, Walker BH. Resilience and regime shifts: assessing cascading effects. Ecology and society. 2006;11.(۱)
8. Buma B, Wessman CA. Forest resilience, climate change, and opportunities for adaptation: A specific case of a general problem. Forest Ecology and Management. 2013.25-306: 216.
9. Rokotyan NV, Imasu R, Zakharov VI, Gribanov KG, Khamatnurova MY. The amplitude of the CO2 seasonal cycle in the atmosphere of the Ural region retrieved from ground-based and satellite near-IR measurements. Atmospheric and Oceanic Optics.2015, 55-49.
10. Darabi, H., and Saeedi I.,. Ecological design of urban forest park case study: Shahid Beshti forest park in Brojerd. Journal of Environmental Studies, 2013.2 (39), 1-10 (In Persian).
11. Kafi M., 2018. Ornamental Planting fascicle, University of Tehran (In Persian)
12. Müller F, Bergmann M, Dannowski R, Dippner JW, Gnauck A, Haase P, et al. Assessing resilience in long-term ecological data sets. Ecological Indicators. 2016;65:10-43.
13. Grottoli AG, Rodrigues LJ, Palardy JE. Heterotrophic plasticity and resilience in bleached corals. Nature. 2006;440(7088):1186-9.
14. Buchanan KL, Grindstaff JL, Pravosudov VV. Condition dependence, developmental plasticity, and cognition: implications for ecology and evolution. Trends in ecology & evolution. 2013;28(5):290-6.
15. Bernhardt JR, Leslie HM. Resilience to climate change in coastal marine ecosystems. Marine Science. 2013;5.
16. Oliver TH, Heard MS, Isaac NJ, Roy DB, Procter D, Eigenbrod F, et al. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. Trends in ecology & evolution. 2015;30(11):673-84.
17. Mori AS, Furukawa T, Sasaki T. Response diversity determines the resilience of ecosystems to environmental change. Biological Reviews. 2013;88(2):349-64.
18. Mori AS. Resilience in the Studies of Biodiversity-Ecosystem Functioning. Trends in Ecology & Evolution. 2016;31(2):87-9.
19. Gunderson LH, Allen CR, Holling CS. Foundations of ecological resilience: Island Press; 2012.
20. Standish RJ, Hobbs RJ, Mayfield MM, Bestelmeyer BT, Suding KN, Battaglia LL, et al. Resilience in ecology: Abstraction, distraction, or where the action is? Biological Conservation. 2014;177:43-51.
21. Valladares F, Matesanz S, Guilhaumon F, Araújo MB, Balaguer L, Benito-Garzón M, et al. The effects of phenotypic plasticity and local adaptation on forecasts of species range shifts under climate change. Ecology letters. 2014;17(11):1351-64.
22. Charmantier A, McCleery RH, Cole LR, Perrins C, Kruuk LE, Sheldon BC. Adaptive phenotypic plasticity in response to climate change in a wild bird population. Science. 2008; 320 (5877): 800-3.

23. Chown SL, Slabber S, McGeoch MA, Janion C, Leinaas HP. Phenotypic plasticity mediates climate change responses among invasive and indigenous arthropods. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 20. 7-2531: (1625).274; 07.
24. Hunter M. Using Ecological Theory to Guide Urban Planting Design An adaptation strategy for climate change. Landscape Journal. 2011;30(2):173-93.
25. Hunter MCR, editor Managing sense of place in transition: coping with climate change. PLACES-a Forum of Environmental Design; 2008: Design History Foundatio, USA.
26. Lawton J, Brown J. Redundancy in ecosystems. In: Schulze E-D, Mooney HA, editors. Biodiversity and Ecosystem Function. New York: Springer; 1993. p. 255-70.
27. Elmqvist T, Folke C, Nyström M, Peterson G, Bengtsson J, Walker B, et al. Response diversity, ecosystem change, and resilience. Frontiers in Ecology and the Environment. 2003;1(9):488-94.
28. Goddard MA, Dougill AJ, Benton TG. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. Trends in Ecology & Evolution. 2010;25(2):90-8.
29. Peirnia M.,1995. Iranian Garden, Journal Of Abadi, 4-15 (In Persian).
30. Blanco H, Alberti M, Forsyth A, Krizek KJ, Rodriguez DA, Talen E, et al. Hot, congested, crowded and diverse: Emerging research agendas in planning. Progress in Planning. 2009;71(4):153-205.
31. Parmesan C, Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature. 2003;421(6918):37-42.
32. Mozaffarians E. A., 2011. Iranian Trees and Shrubs. Contemporary Culture Publications, (In Persian)
33. Ghasareh, M., Kafi, M., 2011. Scientefic and Practical Flower planting, Razavi Publication.
34. Sabeti H. A., 2003, Forests, Trees and Shurbs of Iran, University of Yazd.