

تعیین و اولویت‌بندی معیارهای انتخاب گونه‌های گیاهی شهری

زهرا اخگری سنگ‌آتش^۱

سیدحامد میر کریمی^{۲*}

mirkarimi.hamed@gmail.com

مرجان محمدزاده^۲

فاطمه هاشمی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: امروزه توجه به کیفیت محیط‌زیست در طراحی شهری، نقش مهمی در بهبود سطح کیفیت زندگی افراد پیدا کرده است. فضای سبز شهری به عنوان نوعی از کاربری زمین با بازدهی بالا از نظر چهار محور آرایه خدمات اکوسیستمی، اکولوژیک، زیبایی‌شناختی بصری و اقتصادی برای شهروندان، تاثیر به سزایی در بهبود کیفیت محیط‌زیست شهری دارد. از این‌رو، هدف این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای انتخاب گونه‌های گیاهی در چهار محور یاد شده، جهت بهبود کیفیت محیط‌زیست شهری است.

روش بررسی: در این پژوهش ۹۶ معیار از مرور منابع علمی و نظرات کارشناسان در چهار محور شاخص خدمات اکوسیستمی، اقتصادی، اکولوژیک و زیبایی‌شناختی بصری استخراج گردید. سپس با استفاده از روش دلفی در سه چرخه دریافت اطلاعات از پرسشنامه در سال ۱۴۰۲، نظرات ۱۴ نفر از نخبگان دانش‌های محیط‌زیست، هنر، فضای سبز و برنامه‌ریزی شهری و گیاه‌شناسان پرسیده شد. در نهایت ۷۶ معیار از ۹۶ معیار معرفی شده برای انتخاب گونه‌ها، اولویت‌بندی و انتخاب شدند و ۲۰ معیار از چرخه حذف گردیدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در محور شاخص خدمات اکوسیستمی معیارهای ارزش زیبایی‌شناختی، گردشگری، تصفیه هوا، در محور شاخص اقتصادی معیارهای نهال، تجهیزات آبیاری، استهلاک و فرسودگی تجهیزات، در شاخص اکولوژیک معیارهای نیاز به آب، تعداد روزهای یخبندان در سال، متوسط تعداد روزهای آفتابی در سال و در شاخص ویژگی‌های زیبایی‌شناختی بصری فضای سبز معیارهای تنوع رنگ، تنوع بافت و حظ بصری جایگاه اصلی را به خود اختصاص دادند و برای اولویت‌بندی معیارهای زیبایی‌شناختی در نظر گرفته شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: در نظرگیری معیارهای یاد شده، منتج به انتخاب گونه‌های گیاهی متناسب با شرایط اکولوژیک و اقتصادی و با در نظرگیری جنبه‌های زیبایی‌شناختی بصری و میزان آرایه خدمات اکوسیستمی آن‌ها خواهد شد. از این‌رو، طراحان و مدیران شهری می‌توانند

۱- دانشجوی دکتری محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. * (مسئول مکاتبات)

۳- استادیار گروه اکرواکولوژی دانشگاه آرهوس، دانمارک.

با استفاده از اولویت‌بندی معیارهای گونه‌های گیاهی معرفی شده در این پژوهش با صرف وقت و هزینه کمتر به انتخاب گونه‌هایی مناسب برای محیط شهری دست یابند.

واژه‌های کلیدی: اولویت‌بندی معیار، گونه‌های گیاهی، خدمات اکوسیستمی، محیط‌زیست شهری، فضای سبز.

Determining and prioritizing the selection criteria of urban plant species

Zohreh Akhgarisangatash¹

Seyedhamed Mirkarimi^{2*}

mirkarimi.hamed@gmail.com

Marjan Mohammadzadeh²

Fatemeh Hashemi³

Admission Date: February 17, 2024

Date Received: December 19, 2023

Abstract

Background and Objective: Nowadays, paying attention to environmental quality in urban design has played a significant role in improving individuals' quality of life. Urban green space, as productive land uses, provide significant benefits to citizens through social, ecological, aesthetic, and economic services, and have a remarkable impact on the livability of the city. Therefore, this research, with the aim of identifying and prioritizing the selection criteria of plant species in the indices of ecosystem, economic, ecological and aesthetic service indicators, has an important role in selecting the correct plant species.

Material and Methodology: In this research, 96 criteria were extracted from the review of scientific sources and the opinions of experts in the four axes of the index of ecosystem services, economic, ecological and visual aesthetics. Then, by using the Delphi method in three cycles of receiving information from the questionnaire, the opinions of 14 experts of environmental science, art, green space and urban planning and botanists were asked. Finally, 76 of the 96 criteria introduced for the selection of species were prioritized and selected, and 20 criteria were removed from the cycle.

Findings: The results showed that in the ecosystem services index, aesthetic value, tourism, and air purification criteria were important, while in the economic index, seedlings, irrigation equipment, and equipment depreciation and obsolescence criteria were important. In the ecological index, the criteria for water needs, the number of frosty days per year, and the average number of sunny days per year were important. In the beauty-cognitive visual index of green space, diversity of color and texture diversity and visual sharing criteria were considered important for aesthetic prioritization.

Discussion and Conclusion: By considering these criteria, it results in the selection of plant species that are suitable for certain ecological and economic conditions, and also take into consideration their appearance and their ability to provide ecosystem services. Therefore, City planners and managers can

1- PhD student in environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2- Associate Professor of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. **(Corresponding Author)*

3- Assistant Professor at Department of Agroecology - Agricultural Systems and Sustainability at Aarhus University

use the prioritization of the plants introduced in this research to choose appropriate species for the urban environment.

Keywords: Criterion prioritization, Plant species, Ecosystem services, Urban environment, Green space.

مقدمه

انتخاب نوع پوشش گیاهی فضای سبز شهری متناسب با تغییر و تحول شهرها تغییر نموده است (۵). از سوی دیگر، شهرها با انواع فضاهای باز مختلف همچون میداين، خیابان‌ها، بولوارها، کمربندی روبرو هستند که هر کدام وضعیت فیزیکی و محیطی خاصی دارند و ملاک انتخاب پوشش گیاهی و درختی برای آن‌ها متفاوت است. بر این اساس، انتخاب گیاهان مناسب و سازگار با محیط یکی از مهم‌ترین مسایل در معماری منظر شهری است. طی دهه گذشته تلاش‌های بسیاری در راستای ایجاد ارتباط بین عملکرد فضای سبز و رفاه انسان صورت پذیرفته و در واقع تفکر و هدف آن‌ها توجه به مفاهیمی همچون خدمات اکوسیستمی، مباحث اقتصادی، اکولوژیک و زیبایی‌شناختی در ابعاد مختلف محیط شهری بوده است. مطالعه کالفاس و همکاران (۶) نمونه‌ای از این دسته مطالعات است. آن‌ها به بررسی ارزش اقتصادی و اجتماعی خدمات اکوسیستمی فضای سبز شهری و حومه فلورینای یونان با استفاده از تکنیک CVM پرداختند. ویرا و همکاران (۷) نیز نقش ساختار، ترکیب و تنوع پوشش گیاهی و فضای سبز در تامین خدمات تصفیه هوا و نیز خدمت تنظیم آب و هوا در پارک‌های شهری را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. رامیار و همکاران (۸) در تهران، به ارزیابی خدمات اکوسیستم ارائه شده توسط فضاهای سبز (تجزیه و تحلیل عرضه) و نیازهای اجتماعی - محیط‌زیستی در این فضاها (تجزیه و تحلیل تقاضا) با کمک نرم‌افزار ArcGIS پرداختند. در این مطالعه میزان نسبی خدمات اکوسیستمی ارائه شده توسط فضای سبز تهران به شکل نقشه به تصویر کشیده شد. نیازهای اجتماعی - محیط‌زیستی در این فضا نیز تجزیه و تحلیل شد. در نهایت برای مقایسه جزئی‌تر میزان خدمات اکوسیستمی در مناطق مختلف، خدمات در هر منطقه به طور جداگانه بررسی و مقایسه شد. اخگری و همکاران

شهرها اصلی‌ترین زیستگاه انسان و مهم‌ترین مراکز رشد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها هستند. بیش از نیمی از جمعیت جهان در این مناطق ساکن هستند و پیش‌بینی می‌شود این نسبت تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۶۸ درصد برسد. روند رشد بی‌سابقه‌ی شهری و به تبع آن تخریب محیط زیست، فقدان خدمات مناسب شهری، نزول زیربنای خدماتی موجود و فقر ناشی از آن، فشار فزاینده‌ای بر خدمات اکوسیستمی شهرها وارد کرده است. چنین شکلی از شهرنشینی و گسترش آن، اغلب با طیفی از مسائل اجتماعی - محیطی همراه است که می‌تواند با برنامه‌ریزی ضعیف تشدید شود (۱، ۲). این تغییرات اغلب منجر به تخریب یا از بین رفتن اکوسیستم‌های طبیعی شهرها شده که به نوبه خود، ارائه خدمات اکوسیستم را تضعیف می‌کند و بر رفاه جمعیت شهری تأثیر می‌گذارد (۳، ۴). به منظور رفع این نیازها، انسان شهرنشین اقدام به ایجاد محیط‌های طبیعی همچون پارک‌ها و فضاهای سبز در درون شهرها کرده است. فضای سبز شهری، نوعی سطوح کاربری زمین شهری با پوشش گیاهی انسان‌ساخت است که بازدهی اجتماعی و اکولوژیک بسیاری برای شهروندان فراهم آورده‌اند. آن‌ها، به علت در تماس دائم بودن با شهروندان و همچنین نقش و تأثیر شایان آن‌ها بر کیفیت زندگی ساکنان، افزایش کیفیت بصری محیط شهری و تأثیر مستقیم بر سلامت روان و تأثیر مستقیم در مدیریت مسایل اقتصادی شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این‌رو، مفهوم شهر امروزه بدون وجود فضای سبز موثر در اشکال گوناگون، قابل تصور نیست. کمبود این جزء لاینفک پیکره‌ی شهری، می‌تواند اختلالات جدی در حیات شهری به وجود آورد. در واقع وجود فضای سبز تا آن حد دارای اهمیت است که یکی از شاخص‌های توسعه یافتگی جوامع معرفی می‌شود. در ادوار مختلف، معیارهای

است که زوایای مختلف و شرایط موجود را در برگیرد. از این‌رو، منابع مختلفی از قبیل کاپلان و کاپلان (۱۱)؛ ارزیابی اکوسیستم هزاره (۴)؛ جان‌وی (۱۲)؛ جک و ناصار (۱۳)؛ امینی پارسا و همکاران (۱۴)؛ رامیار و همکاران (۸)؛ مخدوم فرخنده (۱۵)؛ سعیدی و همکاران (۱۶)؛ آزموده و همکاران (۱۷)؛ اخگری و همکاران (۹)؛ مالک ربیعی و همکاران (۵)؛ ذرتی و الماسیه (۱۸)؛ امیریان و همکاران (۱۹)؛ جلیلیان و همکاران (۱۰)؛ امیریان و همکاران (۲۰) به ارائه معیارهای انتخاب گونه‌های گیاهی و استفاده از آن‌ها پرداخته‌اند. از سوی دیگر، انتخاب کارشناسان گروه دلفی به عنوان اعتبار نتایج متکی بر قضاوت آن‌ها، یک جز مهم در روش دلفی است (۲۱). در روش دلفی پیشنهاد می‌گردد متخصصان از مکان‌های متفاوتی باشند تا در زمینه‌ای که ممکن است توسط بعضی از کارشناسان نادیده گرفته شود توسط کارشناس دیگری به آن موضوع شود (۲۲). در این پژوهش، از ۲۰ کارشناس متخصص و مسلط به علوم محیط‌زیست، هنر، فضای سبز، مدیریت و برنامه‌ریزی شهری و گیاه‌شناسان دارای حداقل ۳ سال سابقه کار در زمینه تخصصی خود، تقاضا شد تا در تکمیل پرسشنامه به این پژوهش کمک کنند. جهت تکمیل پرسشنامه ابتدا به شکل حضوری و در مراحل بعدی از طریق ایمیل از شرکت‌کنندگان تقاضا شد به پرسش‌نامه پاسخ دهند. در نهایت از ۲۰ پرسش‌شونده، ۱۴ نفر همکاری کامل داشته و پاسخ‌نامه‌ها را تکمیل و ارسال نمودند (جدول ۱).

(۹) به ارزیابی کیفیت بصری منظر شهری در دو شهر مشهد و گرگان پرداختند. کیفیت بصری با تکنیک‌های مختلف مورد سنجش و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مالک ربیعی و همکاران (۶) در شهر تهران، به انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای فضای سبز شهرهای نیمه خشک با تاکید بر تغییر اقلیم پرداختند و در نهایت معیارهایی برای انتخاب گونه‌های گیاهی معرفی نمودند. جلیلیان و همکاران (۱۰) به معرفی گونه‌های گیاهی مناسب مهار فرسایش شیاری پرداختند و معیارهای انتخاب گیاهان را شناسایی نموده و گیاهان را با توجه معیارهای منتخب شناسایی نمودند.

از این‌رو برای شناسایی و معرفی گونه‌های مناسب باید معیارهایی از دیدگاه‌های مختلف اکولوژی، محیط‌زیستی، زیبایی‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی شناسایی نموده و در دسترس کارشناسان و معماران منظر قرار داد.

روش بررسی

در این مطالعه برای شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی معیارهای انتخاب گونه‌های گیاهی شهری، ابتدا تلاش شد فهرستی از معیارهای مورد نیاز در طی یک فرآیند مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی منابع تنظیم شود. بدیهی است معیارهایی باید انتخاب گردد که علمی، جامع و کاربردی بوده و مورد تایید کارشناسان و جامعه مصرف‌کننده باشند. برای انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب محیط شهری استفاده از معیارهایی ضروری

جدول ۱- مشخصات کارشناسان و نخبگان دلفی

Table 1. Profiles of experts and specialists

رشته تحصیلی متخصصان	میزان تحصیلات	تعداد شرکت کننده	حداقل سابقه کار
علوم محیط‌زیست	دکتری	۴	۲۵ سال
هنر	کارشناسی ارشد و دکتری	۴	۱۰ سال
فضای سبز	کارشناسی ارشد	۳	۱۲ سال
مدیریت و برنامه‌ریزی شهری	کارشناسی ارشد	۲	۴ سال
گیاه شناس	دکتری	۱	۱۲ سال
مجموع اعضای دلفی: ۱۴			

فرآیند امتیازدهی در سه دوره انجام شد. برای جمع‌بندی نظرات کارشناسان، امتیاز وزن‌دار هر معیار با توجه به دو تابع اهمیت معیار و درجه اهمیت معیار که به صورت زیر است محاسبه گردید (۲۳):

در این پژوهش ابتدا معیارهای مناسب و مهم شناسایی شد و سپس پرسشنامه‌ای به صورت نیمه‌بسته طراحی گردید و این امکان را برای متخصصان فراهم آورد که سایر عوامل موثر بر زیبایی مناظر که به آن اشاره نشده بود را بیان نمایند. کارشناسان نظرات و آرا خود را اظهار داشتند و ۶ معیار تمرکز یا تاکید (منحصر نمودن یا منحصر کردن یک بخش خاص در طراحی فضای سبز)، حظ بصری، منظر بهاره، تابستانه، منظر پاییزه و منظر زمستانه، به سایر معیارها اضافه شد. در نهایت ۹۶ معیار برای اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی کیفیت بصری منظر شهری انتخاب و در اختیار نخبگان قرار گرفت (جدول ۲). پس از آن اولویت معیارها با استفاده از روش دلفی غربال و درجه اهمیت آن‌ها تعیین شد (۲۴).

$$P = \sum Z_i / A * 100 = \text{درصد اهمیت}$$

$$D = \sum (X_i * n_i) / N = \text{درجه اهمیت}$$

در تابع درجه اهمیت، (n) معرف تعداد انتخاب‌های صورت گرفته برای هر درجه اهمیت است. وزن معیار در دامنه بین صفر تا ده در نظر گرفته شد و همان‌گونه که بیان شد هر درجه اهمیت معرف یک دامنه از وزن بود. کارشناسان نظر خود را راجع به میزان اهمیت معیارها با یکی از پنج درجه اهمیت (بی اهمیت با امتیاز ۱ معرف دامنه وزن ۰ تا ۲، کم اهمیت با امتیاز ۳ معرف دامنه وزن ۲ تا ۴، با اهمیت با امتیاز ۵ معرف دامنه وزن ۴ تا ۶، با اهمیت زیاد با امتیاز ۷ معرف دامنه وزن ۶ تا ۸ و با اهمیت بسیار زیاد با امتیاز ۹ معرف دامنه وزن ۸ تا ۱۰) اعلام نمودند. برای هر معیار دو مؤلفه آماری شامل درصد اهمیت معیار و درجه اهمیت معیار محاسبه شد و از نرمال شدن حاصل ضرب درصد

اهمیت و درجه اهمیت که به صورت نمودار اهمیت معیار نمایش داده شد، اولویت‌بندی معیارها تعیین گردید. برای تعیین درصد اهمیت (P)، حداکثر امتیاز وزن‌دار به دست آمده از ضرب بالاترین امتیاز قابل انتظار (در این پژوهش ۱۴، معادل تعداد افراد پرسش شونده) در حداکثر وزن تعدیل شده ($W=14$) بر مجموع وزن‌های هر معیار دارای امتیاز، ضریب وزن تعدیل شده (C) محاسبه گردید. با استفاده از این ضریب و امتیاز هر معیار (n_i) امتیاز وزن دار (Z_i) به دست آمد. در گام آخر درصد اهمیت هر معیار از تقسیم مجموع امتیاز وزن‌دار هر معیار بر حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول هر معیار (A) به دست آمد. بیان روابط ریاضی روش فوق به شرح زیر است (۲۳-۲۴):

$$X_i = \text{وزن اولیه}$$

تعداد افرادی که به هر درجه اهمیت رای دادند (امتیاز) $n =$

تعداد کل پرسش‌شوندگان $N =$

حداکثر وزن تعدیل شده $W =$

ضریب وزن تعدیل شده $C = W / \sum X_i =$

وزن تعدیل شده $Y_i = W * X_i / \sum X_i =$

امتیاز وزن‌دار $Z_i = Y_i * n =$

حداکثر امتیاز قابل کسب $A = N * W =$

درصد اهمیت $P = \sum Z_i / A * 100 =$

درجه اهمیت $D = \sum (X_i * n_i) / N =$

در روش دلفی به منظور اولویت‌بندی معیارها، نمودار اهمیت رسم می‌گردد. در محور افقی آن درصد اهمیت و در محور عمودی آن درجه اهمیت معیار نمایش داده می‌شود. این نمودار بر اساس نصف ارزش عددی هر بردار عمودی و افقی به چهار بخش تفکیک گردیده و برای گزینش بهترین معیارها، از بین آن‌هایی که حداقل بیش نصف ارزش عددی هر بردار را داشتند منتخب و به عنوان معیاری کارا استفاده می‌شود (۲۳).

جدول ۲- مروری بر منابع و شناسایی معیارهای انتخاب گونه‌های گیاهی فضای سبز

Table 2. An overview of the sources and identification of criteria for the selection of green space plant species

معیار	شاخص	
غذا	تامین‌کننده	خدمات اکوسیستمی (ارزایی اکوسیستم هزاره)
انرژی		
فیبر		
سوخت		
تنظیم درجه حرارت شهری	تنظیم‌کننده	
کاهش آلودگی صوتی		
تصفیه هوا		
تنظیم گرده‌افشانی و پراکندگی بذر		
کنترل آفات و بیماری‌ها	فرهنگی	
ترسیب کربن خاک		
کمک به چرخه آب		
اوقات فراغت		
گردشگری	پشتیبانی	
آموزش فرهنگی		
ارزش‌های زیبایی‌شناختی		
ارزش و نیاز معنوی		
فراهم‌سازی زیستگاه	دوره سرمایه‌گذاری	اقتصادی
افزایش تنوع زیستی		
کنترل رواناب‌ها		
کنترل فرسایش		
ماشین آلات کشاورزی و حمل و نقل	دوره بهره‌برداری	
ساخت انبار		
تجهیزات و اموال سازه‌ها		
تجهیزات آبیاری		
هزینه تسطیح و زهکشی زمین	دوره در گردش و بهره‌برداری	
سوخت (حمل و نقل)		
انرژی مصرفی در سازه‌ها(برق)		
منابع و نیروی انسانی		
استهلاک و فرسودگی تجهیزات		
تعمیر و نگهداری تجهیزات		

دورریز (همچون از بین رفتن گیاه در مرحله حمل و نقل)		منابع و مواد اولیه برای کشت و نگهداری گیاه	اکولوژیکی ویژگی‌های سرزمین
قیمت نهال			
کود			
آب			
آفت‌کش			
هرس			
مبارزه با علف هرز			
آب و هوا، اقلیم	متوسط تعداد روزهای آفتابی در سال	منابع آبی	
	متوسط دما در سال		
	میزان بارندگی در سال		
	تعداد روزهای یخبندان در سال		
	تعداد روزهای خشک در سال		
	پایین‌ترین و بالاترین دما در سال		
	رطوبت		
	آلودگی هوا		
	شدت باد		
	جهت باد		
	کمیت آب		
	کیفیت آب (آلودگی آب)		
حاصلخیزی خاک			
قلیایی خاک			
اسیدیته خاک			
سنگلاخی بودن خاک			
مواد مغذی خاک			
بافت خاک (درجه اهمیت)			
پایداری خاک (فرسایش)			
آلودگی خاک			
شوری خاک			
شیب	توپوگرافی		
جهت			
ارتفاع			

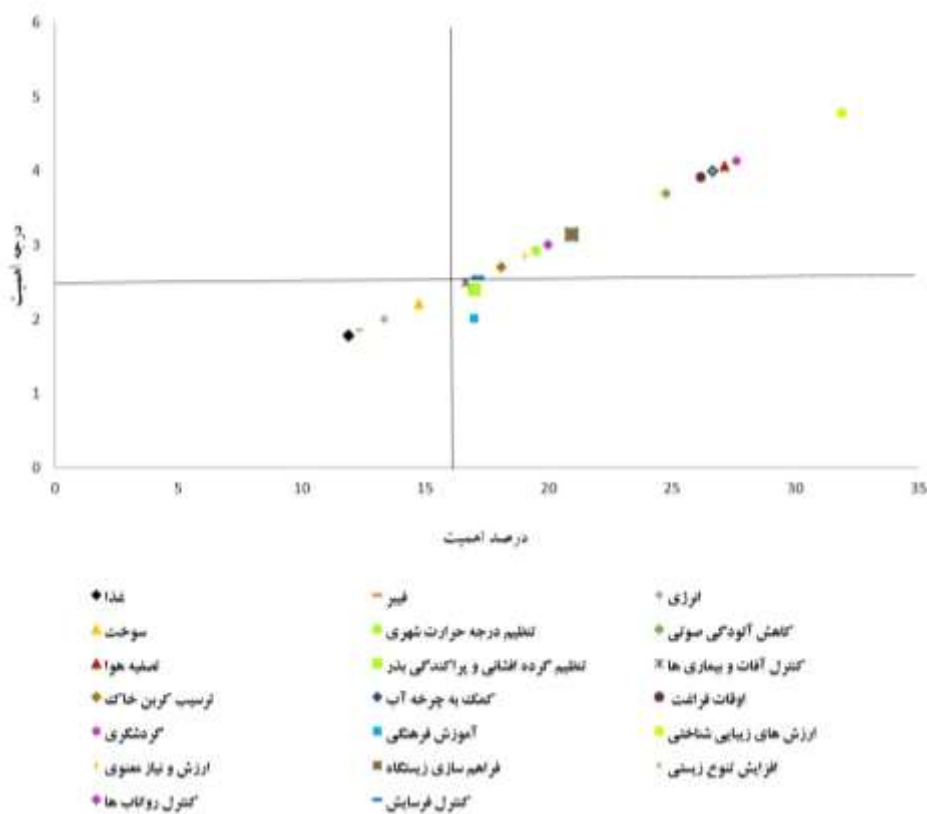
وضعیت تاج درخت (باز/ متراکم)	ذاتی	ویژگی‌های فردی	زیبایی‌شناختی (کیفیت بصری)	
نوع پوشش (همیشه سبز/ خزان کننده)				
عطر آگینی				
توقع گیاه (آب و املاح)				
شکندگی گیاه				
سایه اندازی				
بیماری غالب				نگهداری
آفات غالب				
آلرژی زایی				
نیاز به هرس				
ریشه دوانی				
نیاز به آب				
تیپ پوشش گیاهی غالب				
تراکم پوشش گیاهی				
تنوع تراکم پوشش گیاهی				
تنوع رنگ پوشش گیاهی				
تنوع بافت پوشش گیاهی (درجه زیری و نرمی سطح)				
پوشش گیاهی از نوع درختی				
تنوع شکل و فرم گونه‌های گیاهی				
نوع پوشش (همیشه سبز/ خزان کننده)				
منظر بهاره				
منظر تابستانه				
منظر پاییزه				
منظر زمستانه				
وضعیت تاج درخت (باز/ متراکم)				
انعکاس نور				
حظ بصری				
ریتم				
سادگی				
تعادل				
توازن				
مقیاس (به کارگیری اندازه صحیح فواصل و ابعاد).				

تناسب	
وحدت	
تمرکز یا تاکید	

نتایج

از مرور منابع علمی و نظرات کارشناسان در نخستین مرحله دلفی، ۹۶ معیار از مجموع ۴ شاخص خدمات اکوسیستمی، اقتصادی، اکولوژیک و زیبایی‌شناختی شناسایی و توصیف شد. هریک معیارهای مربوط به شاخص‌های یاد شده، در قالب روش دلفی توسط متخصصان و کارشناسان با مقیاس لیکرت امتیازدهی شدند و در مرحله س تکنیک، درصد اهمیت و درجه اهمیت آن‌ها به دست آمد. درصد اهمیت مولفه‌ای برای اولویت-بندی و سنجش میزان اهمیت معیارهاست. نتایج آخرین مرحله، ترتیب معیارهای جایگاه بعدی را به خود اختصاص داد.

شاخص خدمات اکوسیستمی انتخاب گونه‌های گیاهی در شکل ۱ که به نمودار اهمیت معیار معروف است ماتریس درصد اهمیت وزن‌دار معیار و میانگین وزنی درجه اهمیت معیارها، نشان داده شده است. معیارهای آموزش فرهنگی، تنظیم کرده افشانی و پراکندگی بذر، سوخت، انرژی، فیبر، غذا و کنترل آفات و بیماری‌ها از شرایط گزینش برخوردار نیستند و حذف می‌شوند.



شکل ۱- نمودار اهمیت معیارهای خدمات اکوسیستمی در انتخاب گونه‌های گیاهی

Figure 1. Chart of the importance of ecosystem service criteria in the selection of plant species

اولویت‌بندی معیارهای خدمات اکوسیستمی در انتخاب گونه‌های گیاهی

۲۰ معیار مربوط به خدمات اکوسیستمی در چهار محور مطابق درصد اهمیت شان اولویت بندی شدند و در ۱۸ طبقه اولویتی قرار گرفتند. معیارهای ارزش‌های زیبایی‌شناختی، گردشگری و

تصفیه هوا در صدر جدول اولویت‌بندی قرار گرفتند. معیارهای کمک به چرخه آب و افزایش تنوع زیستی هر دو در یک طبقه (طبقه ۴) قرار گرفتند. معیارهای تنظیم گرده افشانی، پراکندگی بذر و آموزش فرهنگی نیز در رده ۱۳ اولویت‌بندی قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳- اولویت‌بندی معیارهای خدمات اکوسیستمی در انتخاب گونه‌های گیاهی

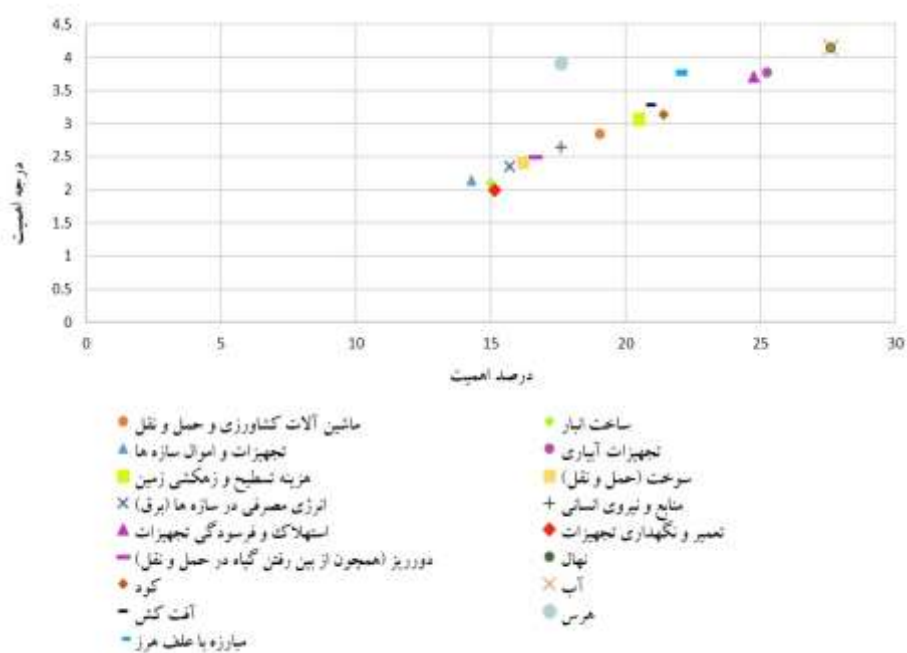
Table 3. Prioritization of ecosystem service criteria in the selection of plant species

اولویت	معیار
۱	ارزش‌های زیبایی‌شناختی
۲	گردشگری
۳	تصفیه هوا
۴	کمک به چرخه آب
۴	افزایش تنوع زیستی
۵	اوقات فراغت
۶	کاهش آلودگی صوتی
۷	فراهم‌سازی زیستگاه
۸	کنترل رواناب‌ها
۹	تنظیم درجه حرارت شهری
۱۰	ارزش و نیاز معنوی
۱۱	ترسیب کربن خاک
۱۲	کنترل فرسایش
۱۳	تنظیم گرده افشانی و پراکندگی بذر

شاخص خدمات اقتصادی در انتخاب گونه‌های گیاهی

شکل ۲ اهمیت فراوانی معیار شاخص اقتصادی را نشان می‌دهد، معیارهای سوخت (حمل و نقل)، انرژی مصرفی در سازه‌ها (برق)،

ساخت انبار، تعمیر و نگهداری تجهیزات و تجهیزات و اموال سازه ها از شرایط گزینش برخوردار نیستند و حذف می‌شوند.



شکل ۲- نمودار اهمیت معیارهای شاخص اقتصادی در انتخاب گونه‌های گیاهی

Figure 2. Chart of the importance of economic index criteria in the selection of plant species

اولویت‌بندی معیارهای شاخص اقتصادی در انتخاب گونه-های گیاهی
 نتایج بررسی نشان داد ۱۷ معیار بررسی شده شاخص اقتصادی، در ۱۵ طبقه تقسیم شدند (جدول ۴). معیارهای نهال، آب، تجهیزات آبیاری و استهلاک و فرسودگی تجهیزات در رده‌های اول تا سوم رتبه‌دهی جای گرفتند. معیارهای نهال و آب هر دو در رتبه ۱ و نیز معیارهای منابع و نیروی انسانی و هرس در رتبه ۹ اولویت‌بندی حضور یافتند.

اولویت‌بندی معیارهای شاخص اقتصادی در انتخاب گونه-های گیاهی
 نتایج بررسی نشان داد ۱۷ معیار بررسی شده شاخص اقتصادی، در ۱۵ طبقه تقسیم شدند (جدول ۴). معیارهای نهال، آب، تجهیزات آبیاری و استهلاک و فرسودگی تجهیزات در رده‌های اول تا سوم رتبه‌دهی جای گرفتند. معیارهای نهال و آب هر دو در رتبه ۱ و نیز معیارهای منابع و نیروی انسانی و هرس در رتبه ۹ اولویت‌بندی حضور یافتند.

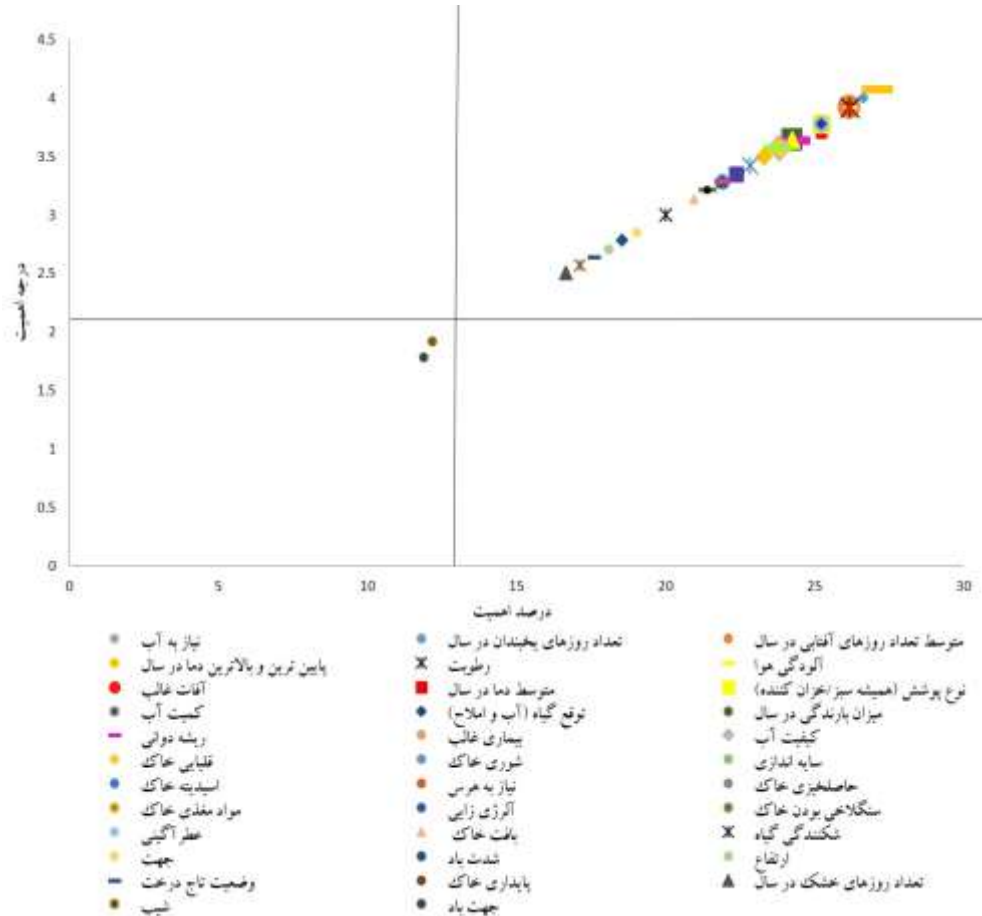
جدول ۴- اولویت‌بندی معیارهای شاخص اقتصادی در انتخاب گونه‌های گیاهی

Table 4. Prioritization of economic index criteria in the selection of plant species

اولویت	معیار
۱	قیمت نهال
۱	آب
۲	تجهیزات آبیاری
۳	استهلاک و فرسودگی تجهیزات
۴	مبارزه با علف هرز
۵	کود
۶	آفت کش
۷	هزینه تسطیح و زهکشی زمین
۸	ماشین آلات و حمل و نقل
۹	منابع و نیروی انسانی
۹	هرس
۱۰	دورریز (همچون از بین رفتن گیاه در مرحله حمل و نقل)

شاخص اکولوژیک انتخاب گونه‌های گیاهی

شکل ۳ نمودار اهمیت معیار شاخص اکولوژیک نشان می‌دهد. معیارهای جهت باد، شیب از شرایط گزینش برخوردار نیستند و حذف می‌شوند.



شکل ۳- نمودار اهمیت معیارهای شاخص اکولوژیک در انتخاب گونه‌های گیاهی

Figure 3. Chart of the importance of ecological index criteria in the selection of plant species

تعداد روزهای آفتابی در سال، پایین‌ترین و بالاترین دما در سال، رطوبت، آلودگی هوا و آفات غالب در رده‌های یک تا سه رتبه‌دهی قرار گرفتند (جدول ۵).

اولویت‌بندی معیارهای شاخص اکولوژیک در انتخاب گونه‌های گیاهی

از میان ۳۶ معیار بررسی شده شاخص اکولوژیک توجه به معیارهای نیاز به آب، تعداد روزهای یخبندان در سال، متوسط

جدول ۵- اولویت‌بندی معیارهای شاخص اکولوژیک در انتخاب گونه‌های گیاهی

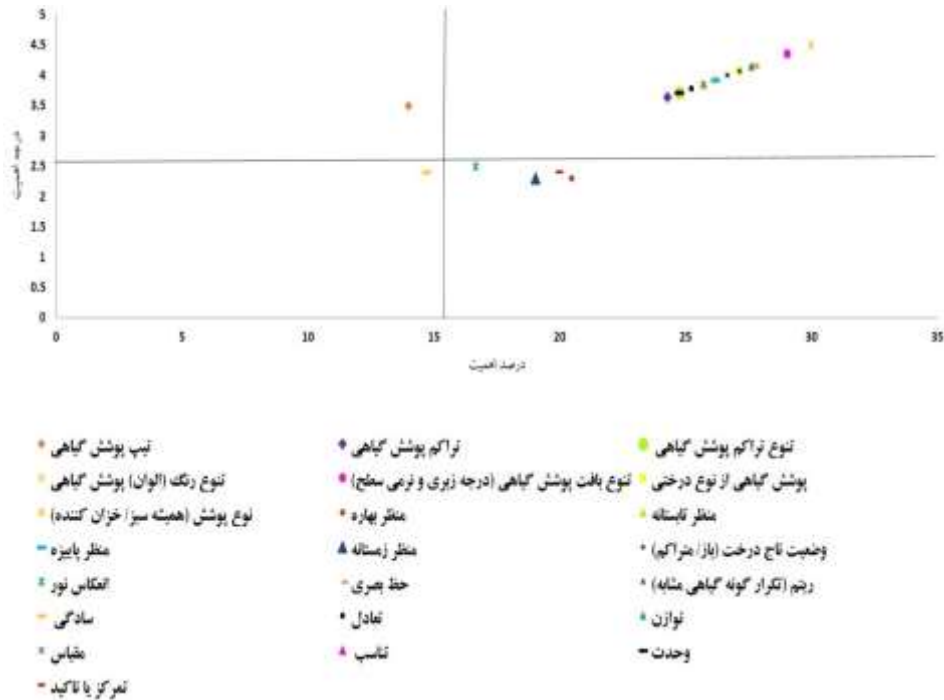
Table 5. Prioritization of ecological index criteria in the selection of plant species

اولویت	معیار
۱	نیاز به آب
۲	تعداد روزهای یخبندان در سال
۳	متوسط تعداد روزهای آفتابی در سال
۳	پایین‌ترین و بالاترین دما در سال
۳	رطوبت
۳	آلودگی هوا
۳	آفات غالب
۴	متوسط دما در سال
۴	کمیت آب
۵	نوع پوشش (همیشه سبز/ خزان کننده)
۵	توقع گیاه (آب و املاح)
۶	میزان بارندگی در سال
۶	آلودگی خاک
۶	بیماری غالب
۶	ریشه دوانی
۷	کیفیت آب (آلودگی آب)
۷	قلیایی خاک
۷	شوری خاک
۸	سایه اندازی
۸	اسیدیته خاک
۹	نیاز به هرس
۱۰	حاصلخیزی خاک
۱۰	مواد مغذی خاک
۱۰	آلرژی زایی
۱۱	سنگلاخی بودن خاک
۱۱	عطرآگینی
۱۲	بافت خاک (درجه اهمیت)
۱۳	شکنندگی گیاه
۱۴	جهت
۱۵	شدت باد

۱۶	ارتفاع
۱۷	وضعیت تاج درخت (باز/ متراکم)
۱۸	پایداری خاک (فرسایش)
۱۹	تعداد روزهای خشک در سال

تیپ پوشش گیاهی غالب، وضعیت تاج درخت (باز/ متراکم) از شرایط گزینش برخوردار نیستند و حذف می‌شوند (شکل ۴).

نمودار اهمیت معیار شاخص زیبایی‌شناختی نشان می‌دهد معیارهای سادگی، تمرکز یا تاکید، منظر زمستانه، انعکاس نور،



شکل ۴- نمودار اهمیت معیارهای ویژگی‌های زیبایی‌شناختی بصری در انتخاب گونه‌های گیاهی

Figure 4. Chart of the importance of criteria of visual aesthetic characteristics in the selection of plant species

تنوع رنگ پوشش گیاهی و تنوع بافت پوشش گیاهی و نیز حفظ بصری در نظر گرفت (جدول ۶).

اولویت‌بندی معیارهای ویژگی‌های زیبایی‌شناختی بصری در انتخاب گونه‌های گیاهی

نتایج بررسی اولویت‌بندی معیارهای زیبایی‌شناختی بصری نشان داد از میان ۲۱ معیار بررسی شده، مهم‌ترین اولویت را باید بحث

جدول ۶- اولویت‌بندی معیارهای ویژگی‌های زیبایی‌شناختی بصری در انتخاب گونه‌های گیاهی

Table 6. Prioritizing the criteria of visual aesthetic characteristics in the selection of plant species

اولویت	معیار
۱	تنوع رنگ (الوان) پوشش گیاهی
۲	تنوع بافت پوشش گیاهی (درجه زبری و نرمی سطح)
۳	حظ بصری
۳	توازن (شامل رعایت بافتهای مختلف گیاهی در کنار هم)
۴	وضعیت تاج درخت (باز/ متراکم)
۵	پوشش گیاهی از نوع درختی
۵	تنوع شکل و فرم گونه های گیاهی
۶	ریتم (تکرار گونه مشابه)
۷	نوع پوشش (همیشه سبز/ خزان کننده)
۷	منظر پاییزه
۸	منظر تابستانه
۸	مقیاس (به کارگیری اندازه صحیح فواصل و ابعاد)
۹	تعادل (اوزیع متناسب عناصر در دو طرف یک محور فرضی)
۱۰	تنوع تراکم پوشش گیاهی
۱۱	تناسب (رابطه میان یک بخش یا میان بخشهای مختلف)
۱۱	وحدت (تعلق اجزای فضای سبز در یک ترکیب به یکدیگر و پیوستگی و ارتباط بصری آنها باهم)
۱۲	تراکم پوشش گیاهی
۱۳	تیپ پوشش گیاهی غالب
۱۴	منظر بهاره

بحث و نتیجه‌گیری

زمینه‌های لازم برای طراحی فضای سبز شهری فراهم آورد. به این منظور معیارهای مؤثر استخراج شد و با استفاده از روش دلفی سعی شد مهم‌ترین و تأثیرگذارترین معیارها مشخص شود و اولویت‌بندی گردد تا بتوان ارزیابی دقیق‌تر و سریع‌تری انجام داد. نتایج اولویت‌بندی مولفه‌ها که از نرمال شده حاصل ضرب درجه اهمیت و در صد اهمیت هر معیار به دست آمده نشان داد در شاخص خدمات اکوسیستمی معیارهای ارزش زیبایی‌شناختی، گردشگری، تصفیه هوا، کمک به چرخه آب، افزایش تنوع زیستی، در شاخص اقتصادی معیارهای نهال، تجهیزات آبیاری، استهلاک و فرسودگی تجهیزات و مبارزه با

همه گیاهان زیبا و ارزشمند هستند اما در فضای شهری گونه‌های گیاهی نامناسب در جایگاه خود می‌توانند آثار نامطلوبی به همراه داشته باشد، از این رو نگاهی علمی و کامل به معیارها و شاخص‌های مورد نیاز جهت انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب فضای سبز شهری از ضروریات است. شناسایی معیارهای مربوط باید همه جانبه بوده و بخشی از طراحی و برنامه‌ریزی مدیریتی در نظر گرفته شوند. هدف از این پژوهش اولویت‌بندی معیارهای انتخاب گونه‌های فضای سبز شهری از شاخص‌های خدمات اکوسیستمی، اقتصادی، اکولوژیک و زیبایی‌شناختی است که از طریق آن بتوان رویکردی یکپارچه و

تنوع شکل و فرم درختان، تیپ پوشش گیاهی غالب، تنوع رنگ، تنوع بافت در محور ارزش‌های زیبایی‌شناختی منظر شهری نشان داد با معیارهای منتخب پژوهش‌های سعیدی و همکاران (۱۶) و اخگری و همکاران (۹) هم‌راستا است. نتایج این تحقیق برای تسهیل انتخاب گیاهان می‌تواند بسیار مفید بوده و مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر، طراحان و مدیران شهری می‌توانند با بهره‌گیری از نتایج این پژوهش با صرف وقت و هزینه متناسب، به شناخت وضعیت موجود انتخاب گونه‌های گیاهی مورد نظر دست یابند و در جهت افزایش کیفیت محیط شهری اقدام کنند. از سوی دیگر، می‌توان با بررسی این پژوهش، ایده‌ای برای تکمیل سایر مطالعات فضای سبز شهری استفاده نمود و رویکردهای دیگری برای انتخاب گونه‌های گیاهی همچون مسایل اجتماعی و سیاسی در نظر گرفت.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر مستخرج از رساله دکتری بوده و تحت حمایت طرح‌های پژوهشی شهرداری محترم شهر گنبدکاووس به شماره ۳۱۰۶/۱۲ قرار گرفته است. نویسندگان این مقاله بر خود واجب می‌دانند تا از کارشناسان محترم آن شهرداری در راستای اجرای این پژوهش بابت کمک‌های بی‌بدیع‌شان در بازدیدهای میدانی و در اختیارگذاری برخی داده‌های اولیه تشکر و قدردانی داشته باشند.

References

- Johnson, J., Jones, S., Wood, S., Chaplin-Kramer, R., Hawthorne, P.L., Mulligan, M., Pennington, D., DeClerck, F. "Mapping Ecosystem Services to Human Well-being: A toolkit to support integrated landscape management for the SDGs". *Journal of Ecological Applications*. vol. 29. pp. 45-80. 2019, <https://doi.org/10.1002/eap.1985>.
- United Nations. 2018.

علف هرز، شاخص اکولوژی یک معیارهای نیاز به آب، تعداد روزهای یخبندان در سال، متوسط تعداد روزهای آفتابی در سال، پایین‌ترین دما در سال، رطوبت و در شاخص زیبایی‌شناختی معیارهای تنوع رنگ و الوان پوشش گیاهی، تنوع بافت پوشش گیاهی، حظ بصری، توازن و وضعیت تاج پوشش جایگاه نهایی را در هر شاخص به خود اختصاص دادند و برای اولویت‌بندی در نظر گرفته شدند. معیارهای آموزش فرهنگی، تنظیم گرده افشانی و پراکندگی بذر، سوخت، انرژی، فیبر، غذا، کنترل آفت و بیماری‌ها از شاخص خدمات اکوسیستمی، معیارهای سوخت (حمل و نقل)، انرژی مصرفی در سازه‌ها (برق)، ساخت انبار، تعمیر و نگهداری تجهیزات، تجهیزات و اموال سازه‌ها از شاخص اقتصادی، معیارهای جهت باد و شیب از شاخص اکولوژیکی و نیز معیارهای سادگی، تمرکز یا تاکید، منظر زمستانه، انعکاس نور، وضعیت تاج درخت (باز/مترکم) از شاخص زیبایی‌شناختی بصری حذف گردیدند. مقایسه نتایج حاصل از سوابق پژوهشی مشابه در مورد معیارهای انتخاب گونه‌های گیاهی نشان می‌دهد بخشی از این معیارها با معیارهای مستخرج شده از مطالعات دیگر هم‌پوشانی داشته و برخی دیگر نیز معیارهای جدید هستند. در محور خدمات اکوسیستمی معیارهای منتخب کمک به چرخه آب، افزایش تنوع زیستی، توصیه هوا با معیارهای منتخب مطالعات امینی پارسا و همکاران (۱۴) و رامیار و همکاران (۹) هم‌پوشانی دارند. از سوی دیگر با مقایسه و بررسی نتایج مطالعات در بخش اقتصادی می‌توان اذعان داشت معیارهای اولویت‌بندی شده‌ی تجهیزات آبیاری میزان مصرف آب، میزان مبارزه با علف هرز و کود با نتایج مطالعه آزموده و همکاران (۱۷) مطابقت داشته است و از اهمیت زیادی برخوردارند. بررسی مطالعات در محور اکولوژی یک نشان داد معیارهای منتخب همچون آب، تعداد روزهای یخبندان در سال، تعداد روزهای آفتابی در سال، دما در سال و شوری خاک، بافت خاک با نتایج مطالعات ربیعی و همکاران (۵)، ذرتی و الماسیه (۱۸)، امیریان و همکاران (۱۹)، جلیلیان و همکاران (۱۰) مطابقت و هم‌پوشانی داشته است. در نهایت، بررسی معیارهای منتخب پوشش گیاهی از نوع درختی،

- Environment*. vol. 703. pp. 1-39. 2020, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135466.
9. Akhgari Sangatash, Z., Mirkarimi, H., Mohammadzadeh, M., Salmanmahini, A. Urban landscape visual quality assessment (Study Areas: Mashhad and Gorgan). A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of M.Sc. in Environmental Sciences. 2017, pp. 50-53. (In Persian)
 10. Jalilian, S., Nainava, P., Jalilian, S. Introducing suitable plant species for rill erosion control. Soil and water modeling and management. vol. 1. pp. 160-174. 2021, doi: 10.22098/mmws.2021.9231.1028. (In Persian)
 11. Kaplan, S. Kaplan, R. 1982. Cognition and Environment: Functioning in an Uncertain World. New York: Praeger. the University of Michigan. Pp: 287
 12. Junwei, H. The Visual Quantitative Analysis and Empirical Research of Commercial Pedestrian Streetscape. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol, 50. pp. 76-83. 1998. 1998.
 13. Nasar, J. Urban Design Aesthetics: The Evaluative Qualities of Building Exterior. In Proceedings of the International Symposium on Design Review (Routledge Revivals). pp. 67-78. Routledge. 2017, doi:10.4324/9781315531137-7.
 14. Amini Parsa, V., Salehi, E., Yavari, A., & Bodegom, P. An improved method for assessing mismatches between supply and demand in urban regulating ecosystem services: A case study in Tabriz, Iran. *Journal of PLOS ONE*. vol. 14. pp. 1- 22. 2019, doi.org/10.1371/journal.pone.0220750
 3. Lourdes, T., Hamel, P., Gibbins, C., Sanusi, R., Azhar, B., Lechner, A. Planning for green infrastructure using multiple urban ecosystem service models and multicriteria analysis. *Landscape and Urban Planning*. vol. 226. pp. 1-12. 2022, https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104500.
 4. MEA [Millennium Ecosystem Assessment]. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 2005.
 5. Rabiei Sadeghabadi, M., Noori, O., Deihimfard, R. 2020. Plant selection for semi-arid urban landscapes with an emphasis on climate change (case study: Tehran). *Journal of Environmental Sciences*. vol. 18. pp. 219-236. 2020, Doi: 10.29252/envs.18.1.219. (In Persian)
 6. Kalfas, D., Zagkas, D., Dragozi, E. Estimating value of the ecosystem services in the urban and peri-urban green of a town Florina-Greece, using the CVM. *Journal of Sustainable Development & World Ecology*. vol. 27. pp. 1- 12. 2020, doi.org/10.1080/13504509.2020.1714786.
 7. Vieira, J., Matos, P., Mexia, T. Green spaces are not all the same for the provision of air purification and climate regulation services: The case of urban parks. *Journal of Environmental Research*. vol. 160. pp. 306-313. 2018, doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.006.
 8. Ramyar, R., Saeedi, S., Bryant, M., Davatgar, A., Mortaz Hedjri, G. Ecosystem services mapping for green infrastructure planning—The case of Tehran. *Journal of Science of the Total*

- of economic and cultural criteria affecting aesthetic values using Delphi method and popular questionnaire in Gorgan city. *Renewable natural resources research*. vol. 13. pp. 153-164. 2022, doi: 10.30495/jrn.2023.70702.10275. (In Persian)
21. Donahoe, H. A Delphi consensus. *Current Issues in Tourism. Journal of Defining culturally sensitive ecotourism*. vol. 1. pp: 27-45. 2011, doi:[10.1080/13683500903440689](https://doi.org/10.1080/13683500903440689).
 22. Danladi musa, H. Rusli Yacob, M. and Makmom Abdullah, A. Delphi method of developing environmental well-being indicators for the evaluation of urban sustainability in Malaysia. *Journal of Environmental Sciences*, Vol, 30. pp: 244- 249. 2015, doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.044.
 23. Haddadinia, Somayeh, Danekar, Afshin. Prioritizing nature tourism criteria in desert and semi-desert ecosystems with Delphi method. *Geography and regional urban planning*. vol. 2. pp. 17-30. 2013, doi: 10.22111/gaij.2012.696. (In Persian)
 24. Mafi- Gholami, D. Modeling of multiple environmental hazards in protected areas (Case study: Kouh-e-Khamin Protected Area of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province). *Journal of Natural Environment*. vol. 75. 2023, doi: 10.22059/jne.2023.365968.2604 (In Persian)
 15. Makhdum, M. 2013. *Fundamental of Landuse Planning*. 1-289. (In Persian)
 16. Saidi, S., Mohammadzadeh, M., Salman Mahini, A., Mirkarimi, H. Evaluation and modeling of the scenic value of the landscape using the method of weighted linear combination of a case study: Ziarat watershed hiking trails in Golestan province. *Journal of Natural Environment*. vol. 67. pp. 301-311. 2013, doi: 10.22059/jne.2014.52729 (In Persian)
 17. Azmoodeh, M., Heidari, S., Zamani, Z. CBA Evaluation of Green Walls Implementation in Tehran City. *Environmental Science and Technology*. vol. 21. pp. 237-247. 2019, doi: 10.22034/jest.2019.14556 (In Persian)
 18. Zoratipour, A., Almasieh, k. Selection of urban green space plant species, based on landscape design and appropriate to climate and soil. 5th National Conference on Biodiversity and its Impact on Agriculture and Environment, Urmia, 2019, <https://civilica.com/doc/1226932>. (In Persian)
 19. Amirian, H., Payamenoor, V., Akbarloo., M. Introduction of the most Salt Tolerant Plants and their Reproduction Methods in the Turkmensahra Region. *Man and environment*. vol. 19. pp. 91-104. 2021, doi: [20.1001.1.15625532.1400.19.2.8.2](https://doi.org/10.1001.1.15625532.1400.19.2.8.2).
 20. Amirian, S, Mohammadzadeh, M, Mirkarimi, SH, Saeidi, S. Identification