دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه بوم شناسی جنگل های ایران

کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در ارزیابی روش‌های آماربرداری در جنگل‌داری شهری

ابوالفضل جعفری[۱]، اکبر نجفی[۲] و پریسا پناهی[۳]

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسوول: a.najafi@modares.ac.ir)
۳- استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲

چکیده

محدودیت‌های مختلف در ایجاد فضای سبز شهری موجب شده است تا تحقیقات متعددی در تعیین مساحت و سرانه فضای سبز هر منطقه و مقایسه آن با استانداردهای موجود انجام شود. در این بین، گزینش روش آماربرداری مناسب از مهمترین اقدامات اولیه است که تاثیر به سزایی در اتخاذ سیاست‌های مربوطه دارد. بدین منظور در تحقیق حاضر هفت روش آماربرداری براساس سه معیار کمی و چهار معیار کیفی در فضای تصمیم‌گیری چند معیاره، با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی (AHP) مورد ارزیابی قرار گرفتند. درجه اهمیت (وزن) هر یک از معیارها و گزینه‌ها با اخذ نظرات از متخصصین آماربرداری با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد. نتایج نشان داد که دو معیار کیفی گستردگی کاربرد نتایج و مشکلات اجرایی و اجتماعی به ترتیب با وزن‌های نسبی ۰/۳۹۴ و ۰/۰۰۵ بیشترین و کمترین تاثیر را در انتخاب یک روش آماربرداری دارند. در نهایت روش نمونه‌برداری با استفاده از عکس هوایی که در اغلب معیارها بیشترین وزن را به دست آورده بود به عنوان بهترین روش انتخاب شد و روش‌های آماربرداری ۱۰۰ درصد، منظم تصادفی، بلوکی تصادفی۲، تصادفی ساده، بلوکی تصادفی ۱ و دو مرحله‌ای به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری گروهی، اولویت‌بندی، معیار کیفی، معیار کمی

مقدمه

امروزه گذشته از نگرش کلاسیک معماری به شهرها، نیاز به دیدگاهی جدید در خصوص ایجاد فضای سبز کلان به عنوان مهم‌ترین تعدیل کننده محیط زیست شهری ضروری است. پروژه‌های جنگل‌کاری و ایجاد فضای سبز شهری به ویژه در مناطق تخریب شده و یا مستعد به تخریب، می‌تواند اثر قابل توجهی در کاهش اثرات سوء توسعه صنعتی داشته باشد (۳۵). در واقع فضای سبز شهری یکی از ارکان مهم هر شهر به شمار می‌رود و با توجه به کارکردهای حفاظتی و حمایتی متعدد،

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

شایسته توجه جدی است. فضای سبز شهری نه فقط پارک‌ها و قطعات بزرگ درخت‌کاری، بلکه از تک درختانی در حریم منازل مسکونی و درختان حاشیه خیابان نیز تشکیل می‌شود (۴۱). نظر به اهمیت این مطلب از دهه ۷۰ میلادی مطالعات متعددی با هدف ارائه برنامه‌ای بهینه در مدیریت جامع فضای سبز شهری از سوی کشورهای مختلف انجام شده است (۶). در انجام این مطالعات، چالش اصلی همواره انتخاب روش آماربرداری صحیح بوده است که با منطقه مورد مطالعه سازگاری باشد و واقعیت جامعه مورد اندازه‌گیری را نشان دهد. عموما در این نوع بررسی‌ها انتخاب روش آماربرداری بر پایه ۳ معیارهای کمی صحت، هزینه و زمان می‌باشد که خود مطالعات دیگری را در جهت سنجش این سبک انتخاب به دنبال داشته است (۶، ۱۳، ۱۵، ۲۳، ۲۵ و ۳۷). رویکرد دیگر، در نظر گرفتن معیارهای کیفی به همراه معیارهای کمی است، که منجر به انتخاب واقع بینانه‌تری خواهد شد (۱۰، ۲۶، ۳۲ و ۳۳). این نوع فرآیند تصمیم‌گیری در فضای تصمیم‌گیری چند معیاره انجام می‌شود. روش‌های متعددی برای تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه شده است که برنامه‌ریزی هدف (آرمانی)، برنامه‌ریزی سازشی، تئوری مطلوبیت چند شاخصه، روش تاپسیس[1]، تحلیل سلسله مراتبی[2] و روش تخصیص خطی از این جمله هستند. در این بین، AHP کاربرد گسترده‌تری نسبت به سایر روش‌ها دارد. این روش اولین بار در دهه ۱۹۷۰ توسط توماس. اِل. ساعتی ابداع گردید. AHP بر اساس تئوری تخمین نرخ- مقیاس (۲۹) پایه‌گذاری شده و در زمینه‌های مختلفی چون مهندسی (۲۰ و ۳۶)، آموزشی (۱۱)، صنایع مختلف (۲۴)، علوم اجتماعی (۳، ۷) و علوم منابع طبیعی (۲۸ و ۲۹) بکار گرفته شده است (۱۹). از مزایای مهم روش AHP آن است که تصمیم‌گیری گروهی را ممکن می‌سازد به طوری که تصمیمات تمام اعضاء گروه را به گونه‌ای با هم ترکیب می‌کند که تصمیم بهینه، در بر گیرنده آراء همه اعضاء باشد (۱). به همین دلیل بکارگیری این تکنیک در زمینه‌های مختلف روز به روز در حال افزایش است. احمدی و همکاران (۲) تکنیک AHP را به دلیل برخورداری از متغیرهای بیشتر و طبقه‌بندی اصولی نسبت به روش رگرسیون چند متغیره، روشی مناسب و کارا در پهنه‌بندی حرکات توده‌ای معرفی نمودند. سعادت‌فر (۳۰) مقایسه روش‌های مختلف برآورد تراکم گونه‌های مرتعی را با استفاده از AHP بسیار مناسب دانست و آن را به عنوان صحیح‌ترین و سریع‌ترین روش برای گونه مورد بررسی معرفی نمود. کوچ و نجفی (۱۹) ارزیابی توان اکولوژیکی توده‌های جنگلی موجود در منطقه دارابکلا ساری را با استفاده از AHP انجام دادند. آنها AHP را به عنوان ابزاری قوی در ارزش‌دهی و اولویت‌بندی مشخصه‌های هر توده جنگلی ذکر کردند. جینگ یانگ و کینگ توماس (۱۶) در پژوهشی یک ساختار سلسله مراتبی را جهت اولویت‌بندی مناطق حفاظت شده ایجاد نمود و با بکارگیری روش انحراف معیار، پارک‌های ویکتوریا در استرالیا را به

1- TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)
2- AHP (Analytical Hierarchy Process)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

چهار کلاسه طبقه‌بندی کردند که این طبقات همبستگی نزدیکی با سطح غالب بازدیدها و معروفیت پارک داشت. یانگ و چانگ‌فا (۳۸) از روش AHP برای انتخاب بهترین طرح و نقشه برای احداث جاده‌های جنگلی استفاده کردند و بیان داشتند که کارآیی این روش در اولویت‌بندی طرح‌ها مناسب است (۳۸). کاربردهای دیگر AHP در جنگل‌داری و علوم محیط زیست نیز توسط محققین متعددی گزارش شده است (۱۷، ۲۲، ۳۴)؛ اما استفاده از آن در این موارد بسیار کند و آرام صورت می‌گیرد (۹، ۲۱).

عموما در کشورهای پیشرفته دنیا فضای سبز موجود، به عنوان معیاری در کاهش گازهای گلخانه‌ای، آلودگی هوا، صوتی، سرعت باد، تلطیف هوا و تولید سایه در نظر گرفته می‌شود. با توجه به وجود مشکلات زیست‌محیطی، موقعیت اقلیمی و هم‌چنین کمبود سرانه فضای سبز در شهرهای بزرگ ایران، در راستای توسعه فضای سبز از لحاظ کمی و کیفی، بررسی و تعیین سطح فضای سبز موجود برای برنامه‌ریزی‌های آتی امری ضروری است. در این تحقیق سعی شده است که با بررسی همزمان فاکتور کمی و کیفی موثر بر انتخاب روش آماربرداری در قالب تصمیم‌گیری چند معیاره، به اولویت‌بندی روش‌های مرسوم و انتخاب بهترین روش اقدام شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده شهرداری منطقه یک تهران، شامل فضای سبز دو طرف خیابان ولیعصر از میدان تجریش به سمت میدان ونک (به طول تقریبی ۵۰۰۰ متر با احتساب خیابان‌های فرعی) است.

گونه چنار (*Platanus orientalis*) عمده درختان موجود در این منطقه را تشکیل می‌دهد که تاریخ کاشت آنها به ۱۳۰۴ باز می‌گردد. عملیات آماربرداری در سال ۱۳۸۱ با استفاده از روش‌های زیر انجام شد:

۱- آماربرداری ۱۰۰ درصد در نوارهای ۱۰ متری (۵۰۰ نوار)

۲- نمونه‌برداری تصادفی ساده (۵۰ نوار)

۳- نمونه‌برداری بلوکی تصادفی ۱ (۵۰ بلوک ۱۰ نواری)

۴- نمونه‌برداری بلوکی تصادفی ۲ (۱۰۰ بلوک ۵ نواری)

۵- نمونه‌برداری منظم تصادفی (۵۰ نوار)

۶- نمونه‌برداری دو مرحله‌ای (مرحله اول: انتخاب ۵ بلوک از ۱۰ بلوک ۵۰ نواری، مرحله دوم: انتخاب ۱۰ نوار از ۵ بلوک انتخاب شده)

۷- نمونه برداری با عکس هوایی

نتایج به دست آمده از روش‌های مختلف آماربرداری در جدول (۱) ارائه شده است.

ساختار سلسله مراتبی

گام نخست در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار کلی می‌باشد که در آن هدف، معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها نشان داده شوند. در این تحقیق، هدف که تعیین مناسب‌ترین روش آماربرداری در جنگل‌داری شهری است براساس هفت معیار کمی و کیفی در سطح دوم و زیر معیارها در سطح سوم

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل ۱). معیارهای کمی شامل صحت، زمان و هزینه هستند که مستقیما از نتایج حاصل از اجرای هر یک از روش‌های آماربرداری قابل استخراج هستند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج حاصل از اجرای روش‌های آماربرداری

	صد در صد	تصادفی ساده	بلوکی تصادفی ۱	بلوکی تصادفی ۲	منظم تصادفی	دو مرحله‌ای	عکس هوایی
مساحت کل (هکتار)	۶/۴۹	۶/۱۶	۶/۱۷۴	۶/۳۶۷	۶/۳۶	۶/۳۰۱	۶/۳۳۶
میانگین مساحت نوارها (مترمربع)	۱۳۰/۰۵۹	۱۲۳/۳	۱۲۳/۴۹	۱۲۷/۳۴	۱۲۷/۲۱	۱۲۶/۰۳	-
زمان آماربرداری (ثانیه)	۱۵۲۰۰	۲۰۳۵۰	۲۰۹۵۰	۲۱۱۳۰	۲۰۲۹۰	۲۱۵۵۰	۹۶۰۰
انحراف از معیار (مترمربع)	۲۷/۴۰۳	۲۷/۲۲	۱۸/۷۸۶	۳۰/۳۶	۲۴/۳۷۳	-	-
اشتباه معیار (مترمربع)	-	۳/۸۴	۲/۶۵۶	۴/۲۹۳	۳/۴۴	۶/۱۳۶	۰/۰۰۱۰۴۱۵
درصد اشتباه آماربرداری	-	۳/۱۱۶	۲/۱۵	۳/۳۶	۲/۷۱	۴/۸۶	۲/۸۹
درصد اشتباه آماربرداری به احتمال ۹۵٪ (E%)	-	۶/۲۶۷	۴/۳۲۳	۶/۷۷	۵/۴۴	۱۳/۵۱	۵/۶۶
کل هزینه آماربرداری (هزار ریال) (T)	۵۵۸/۹	۹۸/۹	۱۰۱/۸	۱۰۲/۷	۹۸/۶	۱۰۴/۷	۷۲
$E^2\% \times T$	-	۳۸۸۴/۳	۱۹۰۲/۵	۴۷۰۷	۲۹۲۲/۲	۱۹۱۲۴	۲۳۰۶/۵۶

در تشریح معیارهای کیفی می‌توان اظهار داشت که:

۱- سهولت اجرا: اشاره به سادگی و یا دشواری ماهیت روش آماربرداری در مراحل اجرا و محاسبات دارد.

۲- نیاز دانش تخصصی: این معیار اشاره که سطح دانش تخصصی دارد که هر روش آماربرداری نیازمند آن است.

۳- مشکلات اجرایی و اجتماعی: این معیار در برگیرنده مجموعه مشکلات و محدودیت‌هایی است که احتمال بروز آنها حین اجرای یک طرح تحقیقاتی در یک منطقه شهری وجود دارد.

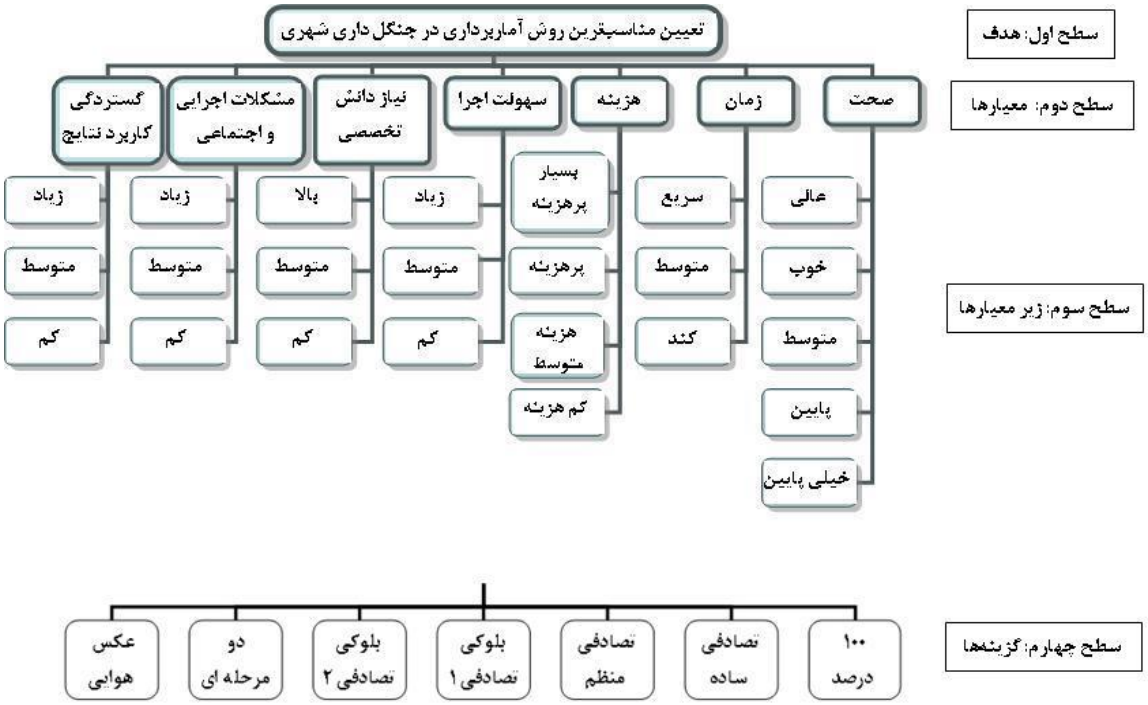
۴- گستردگی کاربرد نتایج: این معیار اشاره به قابلیت کاربرد نتایج حاصل از هر یک از روش‌های آماربرداری، در تحقیقات آتی دارد.

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر بصورت زوجی با اعمال مقیاس ارجحیت ۱ تا ۹ (۱۴ و ۳۳) مقایسه شده و وزن نسبی آنها محاسبه می‌گردد. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌گویند. لازم به ذکر است که کلیه این مقایسه‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به صورت زوجی صورت

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

می‌گیرد (۱۲).



شکل ۱- ساختار سلسله مراتب تعیین مناسب‌ترین روش آماربرداری در جنگل‌داری شهری

تحلیل سلسله مراتبی

کاربرد AHP بر سه اصل استوار است:

الف) برپایی ساختار و قالب رده‌ای برای مسئله

ب) برقراری اولویت‌ها از طریق مقایسه‌های زوجی

ج) برقراری سازگاری منطقی از اندازه‌گیری‌ها

مکانیسم استفاده از این روش به این صورت است که پس از طرح سلسله مراتب برای معیارها و گزینه‌های مورد نظر، قدم بعدی ارزیابی عناصر با ماتریس زوجی است. سپس برای محاسبه درجه اهمیت هر یک از شاخص‌ها و گزینه‌ها، ابتدا میانگین هندسی برای هر یک از سلول‌های ماتریس زوجی محاسبه می‌شود. پس از محاسبه میانگین هندسی تمام سلول‌های ماتریس مقایسه زوجی، نرمال کردن نتایج صورت گرفته و با تلفیق وزن عناصر سطوح پایین با عناصر سطوح بالای مربوط در سلسله مراتب، وزن معیارها و گزینه‌ها بدست می‌آید. یک نکته حائز اهمیت در مورد ماتریس‌های مقایسه زوجی، میزان ناسازگاری آنها است که مطابق با نظر ساعتی، برای اینکه قضاوت‌ها با ثبات باشند ضرورت دارد میزان ناسازگاری ماتریس‌ها کمتر یا مساوی ۰/۱ شود (۱۰). در غیر این صورت لازم است کارشناس مربوطه قضاوت خود را تکرار کند تا ماتریس‌ها با ثبات شوند (۱۰). لازم به ذکر است که در این تحقیق قضاوت کارشناسی تنها برای

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

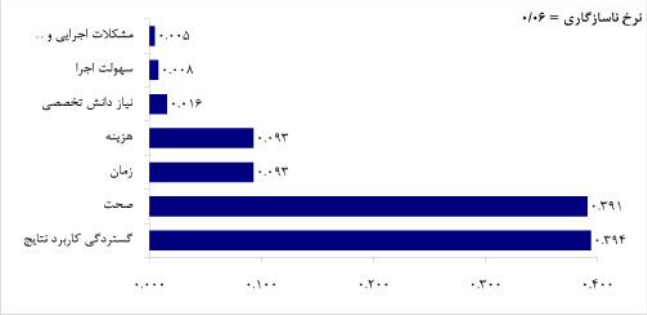
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

معیارهای کیفی صورت گرفت و برای معیارهای کمی، اطلاعات مستقیما وارد مدل گردید که در این حالت برای معیارهای کمی، نرخ ناسازگاری محاسبه نمی‌شود. در این تحقیق از نظرات کارشناسی پنج متخصص استفاده شد. مطابق نظر ساعتی استفاده از نظر کارشناسی ۳-۸ متخصص برای انجام مقایسات کافی است (۳۲ و ۳۳). به منظور انجام مقایسات زوجی، محاسبه نرخ ناسازگاری، تعیین اولویت گزینه‌ها و تحلیل حساسیت از نرم‌افزار Expert Choice Ver.11 استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن نسبی معیارها

نتایج قضاوت کارشناسی گروه تصمیم‌گیری برای مشخص کردن اهمیت هر یک از معیارها در گزینش بهترین روش آماربرداری در شکل ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، معیار گستردگی کاربرد نتایج بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. اگر چه از این نظر نسبت به معیار صحت دارای برتری بسیار کمی است.



شکل ۲- وزن نسبی ۷ معیار مورد بررسی

وزن نسبی روش‌های آماربرداری بر اساس معیارها

نتایج نشان می‌دهد بالاترین وزن با توجه به معیار گستردگی کاربرد نتایج مربوط به روش عکس هوایی است (شکل ۳-۱).

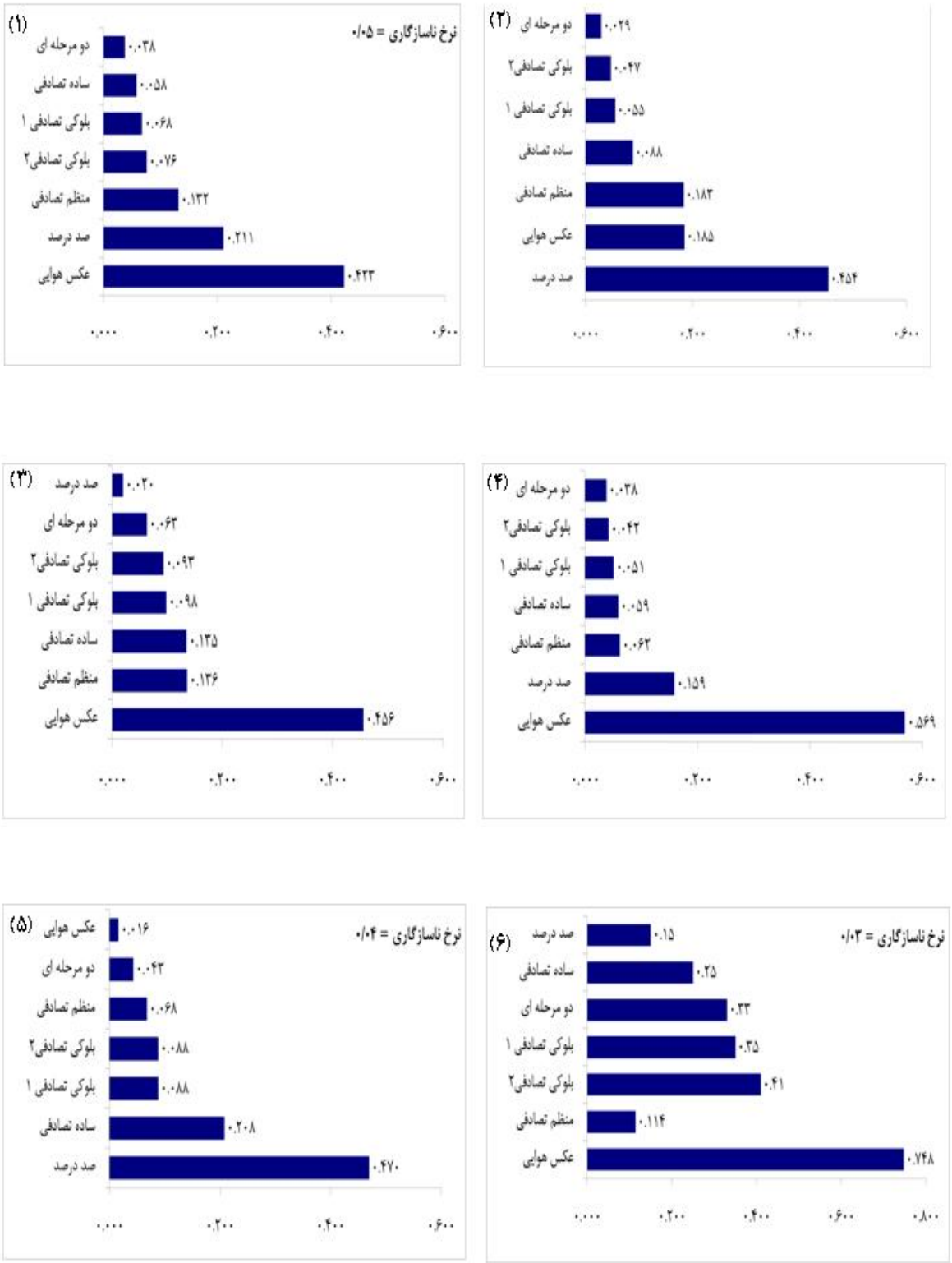
روش آماربرداری ۱۰۰٪ بیشترین وزن را در خصوص معیار صحت به دست آورده است (شکل ۳-۲). بر اساس معیار زمان، روش آماربرداری با عکس هوایی بیشترین وزن نسبی را نسبت به سایر روش‌ها به دست آورد، بدین معنی که روش عکس هوایی نیازمند کمترین زمان برای رسیدن به نتیجه است (شکل ۳-۳).

روش آماربرداری با عکس هوایی بیشترین وزن را در خصوص معیار هزینه به دست آورده است، که در واقع به معنای کم هزینه‌تر بودن این روش است (شکل ۳-۴). بر اساس نتایج روش آماربرداری ۱۰۰٪ کمترین میزان دانش تخصصی را جهت اجرا نیاز دارد (شکل ۳-۵).

شکل ۳-۶، روش آماربرداری با عکس هوایی را بهترین روش از نظر سهولت اجرا نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده، روش آماربرداری با عکس هوایی کمترین مشکلات اجرایی و اجتماعی را در جهت رسیدن به نتیجه دارد (شکل ۴).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

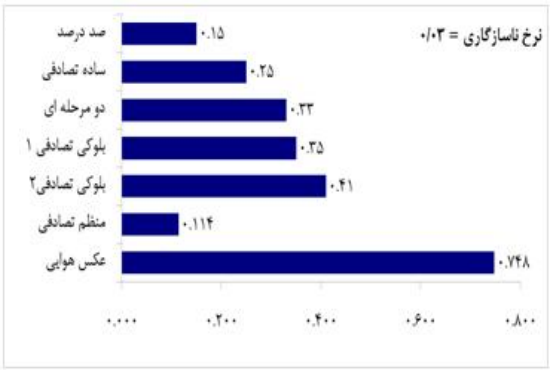
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]



شکل ۳- وزن نسبی روش‌های آماربرداری براساس معیارهای (۱) گستردگی کاربرد نتایج، (۲) صحت، (۳) زمان، (۴) هزینه، (۵) دانش تخصصی و (۶) سهولت اجرا

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

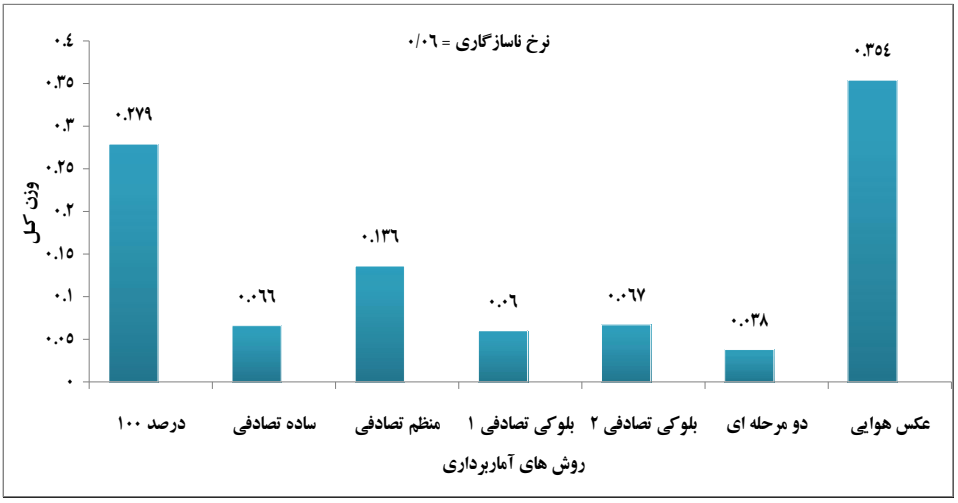
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]



شکل ۴- وزن نسبی روش‌های آماربرداری بر اساس معیار مشکلات اجرایی و اجتماعی

اولویت‌بندی روش‌های آماربرداری

بر اساس نتایج به دست آمده در دو بخش قبلی، اولویت‌بندی روش‌های آماربرداری در نرم‌افزار Expert Choice انجام گرفت. طبق نتایج، روش آماربرداری با عکس هوایی با وزن نهایی ۰/۳۵۴ در اولویت نخست قرار دارد. ترتیب اولویت سایر روش‌ها به همراه وزن نهایی آنها در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵- اولویت‌بندی روش‌های آماربرداری

تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت چگونگی اولویت‌بندی یک گزینه را نسبت به سایر گزینه‌ها با توجه به هر معیار و زیر معیار در حالت کلی نشان می‌دهد (۴، ۵، ۱۲). با انجام این مرحله می‌توان بینش مفیدی را در مورد اولویت‌های داده شده توسط تصمیم‌گیرندگان، با توجه به تغییرات اولویت‌ها به دست آورد. به طور کلی، هدف از انجام این

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

تحلیل، نشان دادن حساسیت انتخاب نهایی گزینه‌ها با توجه به وزن‌های نسبت داده به هر معیار و زیر معیار توسط تصمیم‌گیرنده است. در واقع از آنجا که ممکن است قضاوت‌های مختلفی در مقایسه درجات اهمیت معیارها صورت گیرد، برای ایجاد ثبات و سازگاری تجزیه و تحلیل‌ها از تحلیل حساسیت استفاده می‌شود (۳۱). شکل ۶ نتایج تحلیل حساسیت را در حالت Ideal Model نشان داده است. در این شکل معیارها روی محور افقی و گزینه‌ها روی محور عمودی قرار دارند. تقاطع خطوط گزینه‌ها با خطوط عمودی معیارها، وزن معیارها در هر گزینه را نشان می‌دهد که از روی محور عمودی سمت چپ خوانده می‌شود. وزن مطلق هر گزینه را می‌توان بر روی محور عمودی واقع در سمت راست نمودار مشاهده نمود.

به منظور تحلیل حساسیت نتایج اولویت‌بندی، با کاهش یا افزایش دادن وزن یکی از معیارها می‌توان میزان تغییر در اولویت‌بندی را بررسی نمود. بررسی‌ها نشان داد اگر وزن معیار گستردگی کاربرد نتایج از ۰/۳۹ به ۰/۳۵ کاهش یابد روش ساده تصادفی در اولویت چهارم و روش بلوکی تصادفی ۲ در اولویت پنجم قرار می‌گیرند و وزن سایر معیارها نیز تغییر می‌یابد (شکل ۷). چنانچه وزن معیار صحت از ۰/۳۹ به ۰/۴۲ افزایش یابد، تغییر فوق نیز مجدداً رخ خواهد داد (شکل ۸). تغییر دادن وزن سایر معیارها که به صورت جزیی انجام شد، تغییری در اولویت‌بندی ایجاد نکرد. وجود محدودیت‌های مختلف در ایجاد فضای سبز شهری و سیاست‌های مربوط به آن موجب شده است تا تحقیقات و فعالیت‌های متعددی در تعیین مساحت و سرانه فضای سبز موجود در هر منطقه انجام شود. در این بین، گزینش روش آماربرداری مناسب از مهم‌ترین این اقدامات است که می‌تواند تاثیر به سزایی در رسیدن به هدف داشته باشد. بنابراین وجود یک تکنیک تصمیم‌گیری قوی که بتواند تمامی فاکتورهای موثر در انتخاب روش آماربرداری را مد نظر قرار دهد و اهمیت نسبی هر یک را تعیین کند ضرورت می‌یابد.

در تحقیقات پیش از این، انتخاب روش آماربرداری بهینه بر اساس کمترین میزان $T \times E^2\%$ (درصد اشتباه آماربرداری × کل هزینه آماربرداری) بود (۴۱،۲۵). اما در تحقیق حاضر مشخص شد که بر اساس قضاوت متخصصین، مهمترین معیار در گزینش مناسب‌ترین روش آماربرداری برای فضای سبز شهری، معیار کیفی گستردگی کاربرد نتایج (با وزن نسبی ۰/۳۹۴) است. اگر چه این معیار برتری ناچیزی نسبت به معیار کمی صحت (با وزن نسبی ۰/۳۹۱) دارد، اما با این حال اهمیت این معیار را که تا کنون مد نظر قرار نگرفته بود نشان می‌دهد. از آنجایی که همواره متخصصین در پی کسب نتایجی

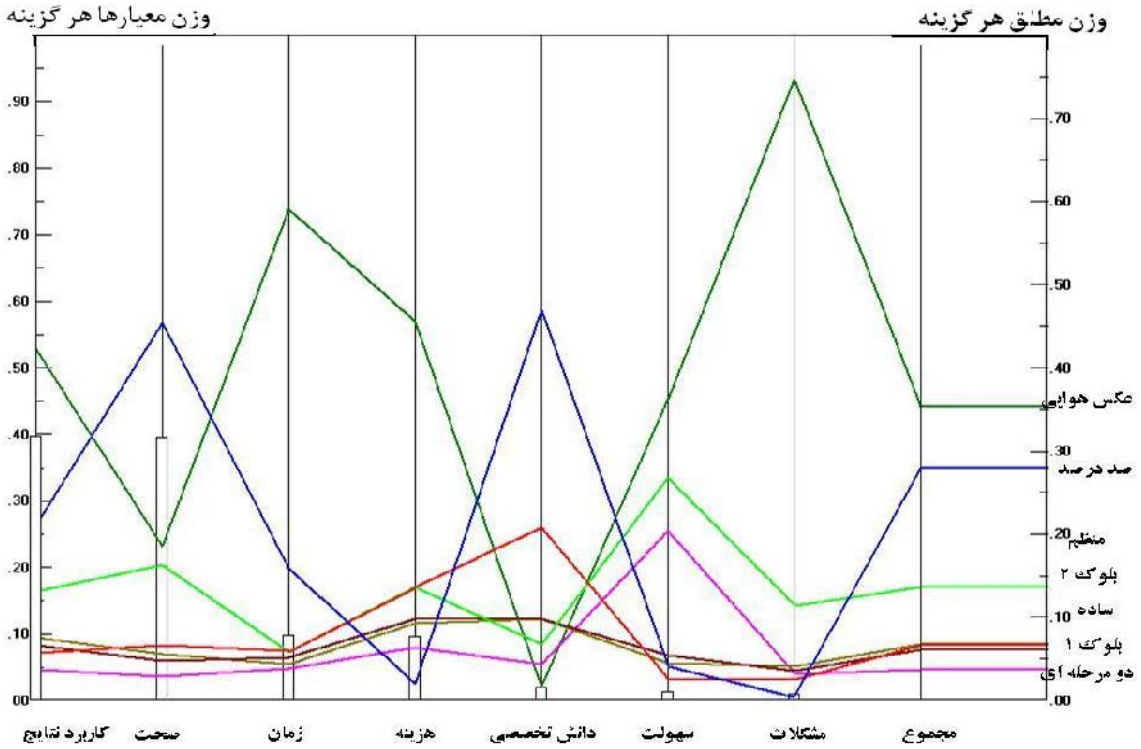
هستند که با اهداف و شرایط مختلف سازگار بوده و انعطاف‌پذیری بالایی داشته باشد، بالاتر بودن اولویت این معیار نسبت به سایر معیارها قابل توجیه است. از طرفی اختلاف پایین این معیار با معیار صحت را می‌توان به این امر نسبت داد که عموما متخصصین، نتایج حاصل

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

از روشی که صحت بالاتری داشته باشد را دارای کاربرد بیشتری می‌دانند و بدین لحاظ اهمیت نسبی تقریبا یکسانی را برای آن قائل شده‌اند. با مقایسه روش‌های آماربرداری بر اساس معیار گستردگی کاربرد نتایج، روش عکس هوایی با وزن نسبی ۰/۴۲۳ در اولویت اول و روش ۱۰۰٪ با وزن نسبی ۰/۲۱۱ در اولویت دوم قرار گرفتند. از آنجایی که با کاربرد روش عکس هوایی امکان بررسی درختانی که در منازل مسکونی و سایر مناطق غیر قابل دسترس واقع شده‌اند وجود دارد (۶، ۲۵)، این نوع اولویت‌بندی از سوی متخصصین قابل توجیه است.

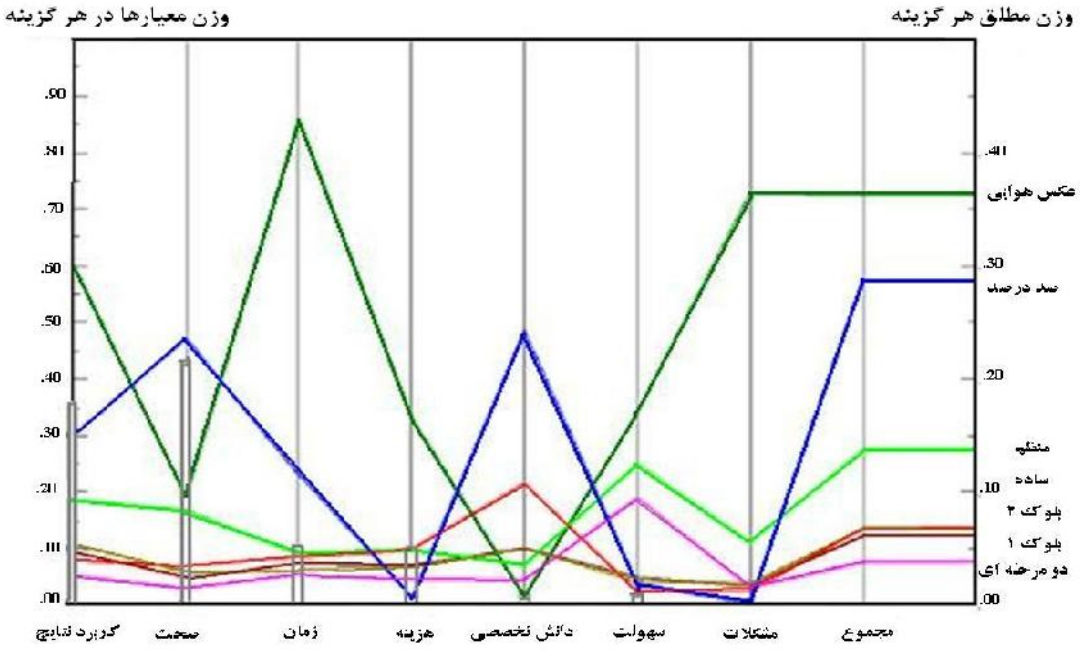
در خصوص اولویت‌بندی سایر معیارها، دو معیار زمان و هزینه با وزن نسبی ۰/۰۹۳ به طور مشترک در اولویت سوم قرار گرفتند. در تحقیقاتی که در سال ۲۰۰۳ با هدف برنامه‌ریزی مدیریتی جنگل انجام شد (۵، ۲۷)، مشخص گردید که معیارهای اقتصادی تنها از سوی گروه‌های تصمیم‌گیری غیر متخصص می‌تواند در اولویت اول قرار گیرد و گروه‌های تصمیم‌گیری متخصص معیارهای بوم‌شناختی و حفاظتی را اولویت اول قرار می‌دهند. از آنجایی که در این تحقیق از یک گروه تصمیم‌گیری متخصص نظر خواهی شد، معیارهای زمان و هزینه که رابطه مستقیمی با یکدیگر دارند در اولویت سوم قرار گرفتند.



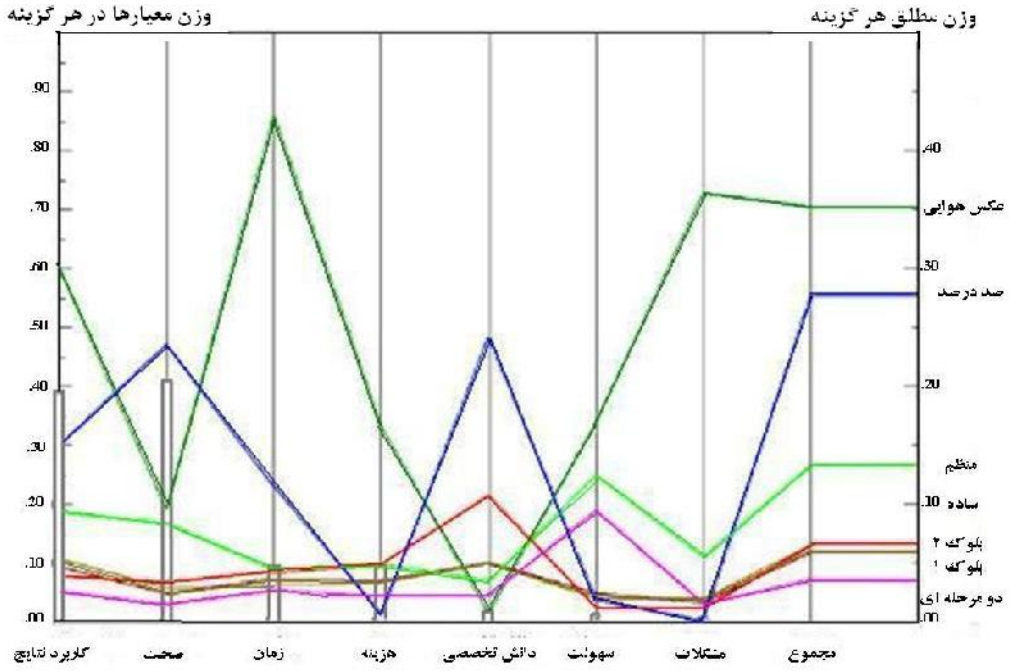
شکل ۶- تحلیل حساسیت روش‌های آماربرداری

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]



شکل ۷- نتایج تحلیل حساسیت با تغییر در معیار گستردگی کاربرد نتایج



شکل ۸- نتایج تحلیل حساسیت با تغییر در معیار صحت

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

معیارهای نیاز دانش تخصصی، سهولت اجرا و مشکلات اجرایی و اجتماعی نیز با کسب وزن‌های نسبی پایین به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند که در واقع از سوی گروه تصمیم‌گیری دارای کمترین اهمیت در گزینش روش آماربرداری هستند. از آنجایی که در اغلب روش‌های آماربرداری، تنها در ابتدا (تعیین محل آماربرداری) و انتهای (محاسبات) اجرای روش نیاز به داشتن دانش تخصصی احساس می‌شود، بدین لحاظ گروه تصمیم‌گیری اهمیت کمتری را برای این معیار قائل شده است. وزن پایین معیارهای سهولت اجرا و مشکلات اجرایی و اجتماعی را نیز می‌توان به ذهنیت گروه تصمیم‌گیری در خصوص اجرای روش‌ها در یک منطقه شهری نسبت داد که به دلیل وجود امکانات جهت اموری چون ایاب و ذهاب، استراحت گروه آماربرداری و هم‌چنین منابع و اطلاعات گذشته، تأثیر کمی در انتخاب یک روش آماربرداری دارند.

در نهایت، روش عکس هوایی که در اغلب معیارها بیشترین وزن را کسب کرده بود به عنوان اولویت اول شناخته شد و روش‌های ۱۰۰٪ و منظم تصادفی در اولویت‌های دوم و سوم قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد نرخ ناسازگاری کلی ۰/۰۶ است، لذا درجه ثبات و سازگاری ماتریس‌های مقایسه‌ای مناسب بوده و نتایج از دقت مناسب برخوردار می‌باشند (۱۰، ۳۱). نتایج تحلیل حساسیت نیز نشان داد که ایجاد تغییر در وزن معیارها تنها موجب تغییر در اولویت‌های چهارم و پنجم می‌شود و در اولویت‌های اول تغییری ایجاد نمی‌کند. این مطلب علاوه بر این که بیانگر وجود ثبات و سازگاری در اولویت‌بندی است (۳۱)، نشان دهنده تفکیک و اولویت‌بندی مناسب روش‌ها بر اساس معیارهای مورد بررسی است.

بر اساس نظر بسیاری از محققین، مدیریت فضای سبز شهری به عنوان مهم‌ترین بخش محیط زیست یک شهر نیاز به اطلاعات جامع و با قابلیت به روز رسانی دارد که حصول آن از طریق روش‌های عکس هوایی و سنجش از دور عملی است (۶، ۲۳، ۲۵). گذشته از مطالعات فضای سبز شهری، قابلیت عکس‌های هوایی در ارائه نتایج دقیق و کارآمد در مباحث متعدد علوم محیطی و منابع طبیعی نشان داده شده است (۸، ۱۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱).

بنابراین در مجموع می‌توان گفت که بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده در این تحقیق، استفاده از روش آماربرداری با عکس هوایی به علت مزیت‌های متعدد، چون گستردگی کاربرد نتایج، صحت مناسب، دسترسی آسان، هزینه پایین، امکان به روز رسانی و وضوح بالا، مناسب‌ترین روش در آماربرداری فضای سبز شهری است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از اساتید و متخصصینی که در تکمیل فرم‌های نظرخواهی همکاری نمودند، اعلام می‌دارند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

منابع

1. Aghaee, Sh. and M.R. Maziar. 2007. Logical decision making, using Expert Choice software. ArkanDanesh Publications, 218 pp. (In Persian)
2. Ahmadi, H., Sh. Mohammadkhan, S. Feiznia and J. Ghoddousi. 2005. A modeling of mass movement hazard, Case study: Taleghan Drainage Catchment. Journal of Natural Resources, 58(1): 3-14. (In Persian)
3. Al Khalil, M.I. 2002. Selecting the appropriate project delivery method using AHP. International Journal of Project Management, 20: 469-474.
4. Ananda, J. 2007. Implementing participatory decision making in forest planning, Environmental Management. 39: 534-544.
5. Ananda, J. and G. Herath. 2003. The use of analytic hierarchy process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning. Forest Policy and Economics, 5: 13-26.
6. Andarz, Z., A. Fallah, J. Oladi and S. Babaei. 2009. Inventory of urban forestry, using aerial photos. Journal of Environment Studies, 50: 55-62. (In Persian)
7. Bachurmoz, A.M.A. 2003. The analytic hierarchy process at DarAl-Hekma, Saudi Arabia. Interfaces, 33: 70-78.
8. Carreiras, J. 2006. Estimation of tree canopy cover in evergreen Oak woodlands using remote sensing. Forest Ecology and Management, 223(1): 45-53.
9. Coulter, E.D., J. Sessions, and M.G. Wing. 2006. Scheduling forest road maintenance using the analytic hierarchy process and heuristics. Silva Fennica. 40(1): 143-160.
10. Eastman, J.R. 2006. IDRISI Andes, Guide to GIS and image processing, Clark labs, Clark University. 327 pp.
11. Forgionne, G.A. 2002. An AHP analysis of quality in AI and DSS Journals. Omega, 30: 171-183.
12. Ghodsipour, S.H. 2006. Introduction of multi criteria decisions and Analysis Hierarchical Process (AHP). Amir Kabir University Publications. 220 pp. (In Persian)
13. Gieger, J.R. 1977. A sampling technique to inventory the urban forest. Urban Forestry Workshop. 248 pp.
14. Hafeez, K., Y. Zhang and N. Malek. 2002. Determining key capabilities of a firm using Analytic Hierarchy Process. International Journal of Production Economics, 76(1): 39-51.
15. Jahani, A. 1998. Application of satellite data in urban green space managing. Journal of Cartography. 34: 38-42. (In Persian)
16. Jinyang, D.B. and B. King Thomas. 2002. Evaluating natural attraction for tourism. Annals of Tourism Research, 29: 422-438.
17. Kangas, J. and T. Pakkala. 1992. A decision theoretic approach applied to goal programming of forest management. Silva Fennica, 26 (3): 196-176.
18. Kleinn, C. 2000. On large-area inventory & assessment of trees outside forests, UNASYLVA-FAO. 3-10.
19. Kooch, Y. and A. Najafi, 2010. Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) in ecological potential assessment of forest stands in Darabkola Region. Journal of Forest and Wood Products (JFWP), Iranian Journal of Natural Resources, 63(2): 161-175. (In Persian)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

20. Lai, V., B.K. Wong and W. Cheung. 2002. Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in the software selection. European Journal of Operational Research, 137: 134-143.
21. Lexer, M.J., V. Herald, K. Honninger and F. Unegg. 2000. Implementing a decision support system for silviculcure decision in loelevation Norway sprus forests, sprus monoculture in central Europe. European Forest Institute, 33: 119-134.
22. Mendoza, G.A. and W. Sprouse. 1989. Forest Planning and decision making under fuzzy environment: an overview and analysis. Forest Science, 35: 418-502.
23. Miller, R.W. 1997. Urban forestry-planning and managing urban green spaces. New Jersey, Prentice Hall, U.S.A. 404 pp.
24. Ngai, E.W.T. 2003. Selection of web sites for online advertising using AHP. Information and Management, 40: 233-242.
25. Panahi, P., M. Zobeiri, S.M. Hosseini and M. Makhdom. 2003. Determination of appropriate inventory method in urban forestry. Journal of Natural Resources, 56(3): 191-199. (In Persian)
26. Pohekar, S.D. and M.N. Ramachandran. 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning-A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 8: 365-381.
27. Qureshi, M.E. and S.R. Harrion. 2003. Application of Analytic Hierarchy Process to riparian revegtation policy options. Small-scale Forest Economics, Management and Policy, 2(3): 441-458.
28. Rauscher, H.M., F.T. Lioyd, D.L. Loftis and M.J. Twery. 2000. A practical decision-analysis process for forest ecosystem management. Computers and Electronics in Agriculture, 27: 195-226.
29. Reynolds, K.M. 2001. Prioritizing salmon habitat restoration with the AHP, SMART and uncertain data. In: Scmott, D., J. Kangas, G.M. Mendoza and M. Pesonee (eds.) The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making 199-218 pp. Boston: Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
30. Saadatfar, A. 2006. Comparison of density estimate methods for herbal species in Bardsir-Sirjan region. MSc Thesis. Gorgan University of Agriculture and Natural Resorces, 127 pp. (In Persian)
31. Saaty, R.W. 2003. Decision making with dependence and feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, PA. 386 pp.
32. Saaty, T.L. 1998. Decision Support Software, Expert Choice INC, Pittsburgh, PA, 128 pp.
33. Saaty, T.L. 2000. Decision making complex environment, RWS Publications, Pittsburgh, PA, 122 pp.
34. Smith, R.L., R.J. Bush and D.L. Schmoldt. 1995. A hierarchical analysis of bridge decision makers. Wood Fiber Science, 27: 225-238.
35. UNDP. 2000. Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, through community based management. UNDP program coordination. 1-7 pp.
36. Vaidya, O.S. and S. Kumari. 2003. Dependency and its predictions for systems and its components. International Journal of Quality and Rehability Management, 20: 1096-1116.
37. Valentine, F.A., R.D. Westfall and P.D. Manion. 1978. Street tree assessment by a survey sampling procedure. Journal of Arboriculture, 4(3): 49-57.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

38. Yang, L. and G. Changfa. 2003. The method of AHP for choosing the best plan of forest region highway route. Journal of Northeast Forestry University, 31(1): 51-52.
39. Zobeiry, M. and A. Dalaki. 2001. Fundamental of aerial photo-interpretation. Tehran University Publications. 323 pp. (In Persian)
40. Zobeiry, M. and A.R. Majd. 2006. An introduction to remote sensing technology and its application in natural resources. Tehran University Publications. 313 pp. (In Persian)
41. Zobeiry, M. 2002. Forest biometry. Tehran University Publications. 409 pp. (In Persian)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]

Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) to Evaluate Inventory Methods in Urban Forestry

Abolfazl Jaafari[1], Akbar Najafi[2] and Parisa Panahi[3]

1- PhD Student, Tarbiat Modares University
2- Associate Professor, Tarbiat Modares University
(Corresponding Author: a.najafi@modares.ac.ir)
3- Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands
Received: February 14, 2012 Accepted: January 21, 2013

Abstract

Constraints in the development of urban green space has led to numerous researches with the aim of determining the per capita and area for green area in each region and comparing with standards. Meanwhile, the selection of appropriate inventory method is part of the initial actions that effect on relevant policies. Therefore in the this study, 7 inventory methods based on three quantitative criteria and four qualitative criteria in multiple criteria decision making environment, using the analytic hierarchy process (AHP) were evaluated. Degree of importance (weight) of each criterion and alternative was computed by obtaining opinions from experts group and using Expert Choice software. The results indicated that the two quality criteria of "extensiveness of application of the results" and also "administrative and social problems" with the relative weight of 0.349 and 0.005 had the most and the least effect on choosing an inventory method. Sampling using aerial photo, which obtained the highest weight in most of the criteria, was selected as preeminent inventory method and the methods of 100% inventory, systematic random sampling, randomized block sampling 2, simple random sampling, randomized block sampling one- and two-stage sampling, respectively, were the next priorities.

Keywords: Group decision making, Prioritize, Quantitative criteria, Qualitative criteria

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.6.2]