دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

معیارها و شاخص‌های انتخاب گونه برای جنگل‌های دست‌کاشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک

سیاوش بختیاروند[۱]، نبی‌الله یارعلی[۲] و بیت‌الله محمودی[۳]

۱- دانشگاه شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، گروه علوم جنگل، (نویسنده مسوول: sibakhtiar@yahoo.com)
۲ و ۳- دانشیار و استادیار، دانشگاه شهرکرد، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، گروه علوم جنگل
تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۶
صفحه: ۱۱۰ تا ۱۱۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: جنگل‌های دست کاشت ۲۶۴ میلیون هکتار یعنی بالغ بر ۷٪ از کل جنگل‌های دنیا را در بر می‌گیرند و هر ساله به‌طور میانگین ۵ میلیون هکتار به این وسعت افزوده می‌شود. در کشور ما طبق آمار حدود ۹۴۱۰۰۰ هکتار جنگل‌های دست‌کاشت وجود دارد. جنگل‌های دست‌کاشت با اهداف متنوعی ایجاد می‌گردند و با توجه به نقشی که مناطق صنعتی در ایجاد آلاینده‌های جوّی داشته و نیز نقشی که درختان و درختچه‌ها در جذب این‌گونه آلاینده‌ها دارند، یکی از اهداف ایجاد این نوع جنگل‌ها، جذب آلاینده‌های جوّی و کمک به بهبود کیفیت هوا می‌باشد. اطراف مناطق صنعتی از جمله مناطقی هستند که بر اساس الزامات زیست‌محیطی ملزم به ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت می‌باشند. صرف‌نظر از اینکه این جنگل‌ها با چه هدفی ایجاد شده و یا قرار است ایجاد شوند، مهمترین دغدغه، موفقیّت و یا عدم موفقیّت این نوع جنگل‌کاری‌ها است و آنچه در درجه اوّل اهمیّت قرار دارد انتخاب گونه مناسب برای این مناطق است. برای هر انتخابی از جمله انتخاب گونه برای جنگل‌کاری نیاز است شاخص‌ها و معیارهائی وجود داشته باشد تا مطابق با آن شاخص‌ها و معیارها انتخاب انجام گردد. تحقیق حاضر به بررسی چگونگی استخراج معیارها و شاخص‌های مناسب برای انتخاب گونه‌های مناسب در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه خشک صنعتی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: پس از بررسی منابع و توسط کارگروه تخصصی چهار گروه‌معیار، ده معیار، ۱۶ زیرمعیار و ۷۴ شاخص برای ارزیابی و تعیین درجه و درصد اهمیّت از طریق پرسشنامه دلفی در اختیار متخصصان آکادمیک و اجرائی جنگل‌کاری کشور قرار داده شد.

یافته‌ها: چهار گروه معیار، نه معیار، ۱۳ زیرمعیار و ۶۱ شاخص برای انتخاب گونه، با توجه به درجه و درصد اهمیّت آنها استخراج و رتبه‌بندی گردیدند. از میان گروه معیارها، گروه معیار اکولوژیک، از میان معیارها، معیار زیستی، از میان زیرمعیارها، زیرمعیار قدرت سازگاری و از میان شاخص‌ها، شاخص اکولوژیکی مقاومت به خشکی و شاخص مدیریتی کاهش مصرف آب بالاترین اهمیّت را از نظر متخصّصان برای تصمیم‌گیری در امر انتخاب گونه در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی دارا بودند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق شاخص‌هائی مثل مقاومت به خشکی، هزینه آبیاری و نگهداری، قابلیت جذب گرد و غبار و شاخص راندمان آبیاری از جمله شاخص‌هائی هستند که درصد و درجه اهمیّت بالائی در تصمیم‌گیری برای انتخاب گونه برخوردار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب گونه، جنگل دست‌کاشت، روش دلفی، مناطق صنعتی

مقدمه

جنگل‌های دست‌کاشت (Planted Forests) که با استقرار درختان از طریق نهال‌کاری یا بذرکاری توسط انسان شکل گرفته و شامل جنگل‌های نیمه طبیعی با گونه‌های بومی و غیربومی هستند، ۲۶۴ میلیون هکتار یعنی بالغ بر هفت درصد از کل جنگل‌های دنیا را در بر می‌گیرند و هرساله به‌طور میانگین پنج میلیون هکتار به این سطح افزوده می‌شود که با این روند در آینده‌ای نزدیک سطح جنگل‌های دست‌کاشت دنیا به ۳۰۰ میلیون هکتار خواهد رسید (۹).

طبق آمار تا سال ۲۰۱۵، ایران دارای ۹۴۱۰۰۰ هکتار جنگل دست‌کاشت می‌باشد (۸). آنچه مسلم است و در اسناد و چشم‌اندازهای ملّی مشاهده می‌شود سطح این جنگل‌کاری‌ها رو به افزایش است. برای مثال بر اساس مصوبه هئیت وزیران، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور موظّف است در راستای برنامه اقدام ملّی مقابله با بیابان‌زائی و کاهش اثرات خشک‌سالی در کشور با همکاری وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلّح، سازمان هواشناسی کشور و سازمان بسیج سازندگی نیروی مقاومت بسیج، ظرف پنج سال، سالانه نسبت به احداث حداقل ۶۰۰ کیلومتر مربع نهال‌کاری به‌صورت اشکوب‌بندی شده و با استفاده از گونه‌های بومی سازگار به کم آبی را با اولویت مناطق آسیب‌پذیر از نظر زیست محیطی به مورد اجراء گذارد (۲۵). به تبع اجرای این‌گونه طرح‌ها، سطح جنگل‌های دست‌کاشت کشور رو به افزایش خواهد بود. جنگل‌های دست‌کاشت با اهداف متنوّعی ایجاد می‌شوند که شامل: منبع جایگزین و یا کمکی برای محصولات جنگلی نظیر چوب‌های گرد، فیبر، هیزم و محصولات غیر چوبی، کمک به پایداری مصرف انرژی و در کل پایداری محیط زیست، محافظت از ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی مرتبط با جنگل خصوصاً از طریق جلوگیری از کاهش سطح جنگل‌های طبیعی به واسطه جنگل‌زدائی، افزایش ترسیب کربن اتمسفر، مقابله با اثرات منفی تغییر اقلیم و ... می‌باشند (۶).

یکی دیگر از اهداف ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت در ایران را می‌توان برآورده نمودن الزامات قانونی و زیست‌محیطی کشور دانست. محیط زیست به‌عنوان یکی از اجزای توسعه پایدار در هر کشور تعیین شده و عدم توجه به آن، ممکن است اثرات نامطلوبی بر انسان و منابع طبیعی داشته باشد (۵). هوا یکی از بخش‌های مهم محیط زیست است. منابع آلاینده هوا شامل دو دسته آلاینده‌های طبیعی (Natural Sources) و آلاینده‌های بشرساخت (Human-made Sources) می‌باشند. آلاینده‌های طبیعی شامل غبارات سطح زمین، نمک‌های دریائی مناطق ساحلی، گرده گیاهان، اسپور قارچ‌ها، ذرات حاصل از فوران آتش‌فشان‌ها، اکسیدهای نیتروژن (NOx) حاصل از فعّالیت صاعقه، سولفید هیدروژن (H_2S) حاصل از فعّالیت جلبک‌های سطح اقیانوس‌ها، ریزگردهای حاصل از فرسایش بادی، گاز

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

متان (CH_4) حاصل از فعّالیت مناطق مرطوب مانند تالاب‌ها، مرداب‌ها و دریاچه‌های کم عمق و مقداری ازون یا O_3 حاصل از واکنش بین اکسیدهای نیتروژن و مواد آلی فرّار در مجاورت نور خورشید می‌باشند. آلاینده‌های بشرساخت خود شامل دو گروه منابع آلاینده متحرک مانند اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، هواپیماها و موتورهای دریائی و منابع آلاینده ثابت نظیر کارخانجات صنعتی، نیروگاه‌های تولید برق و ... می‌باشند (۲۱). در مبحث جنگل‌های دست‌کاشت، به‌ویژه در مناطق صنعتی، منابع گروه دوم یعنی آلاینده‌های بشرساخت از اهمیّت بیشتری برخوردار هستند چون اولاً خود این مناطق ایجاد کننده این نوع آلاینده‌ها هستند و ثانیاً به‌سبب عدم سازگاری درختان و درختچه‌ها با این نوع آلاینده‌ها، چالش‌هائی را برای ایجاد و نگهداری این جنگل‌ها بوجود خواهند آورد.

متولیان مناطق صنعتی بر اساس الزامات زیست‌محیطی ملزم به جنگل‌کاری در اطراف این مناطق می‌باشند. شرایط آب، خاک، اقلیم و ... در این مناطق بسیار متفاوت است و از آنجائیکه آمایش سرزمین برای جانمائی مکان کارخانه بر اساس مقتضیات واحد صنعتی انجام گرفته و نه بر اساس مقتضیات جنگل‌کاری، بنابراین به احتمال زیاد مکان انتخابی برای کارخانه ها، شرایط لازم برای جنگل‌کاری را نخواهد داشت. از طرفی ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت در این مناطق گریز ناپذیر است. بنابراین مدیریّت برای ایجاد جنگل‌های دست کاشت در این مناطق در همه زمینه‌ها از مدیریّت برای ایجاد جنگلی که صرفاً به‌منظور جنگل‌کاری هدف‌گذاری شده است به مراتب پیچیده‌تر بوده و پارادوکس‌هائی را در دل خود نهان دارد. به عنوان مثال در مدیریّت انتخاب گونه، باید برای خاک نامناسب، آب نامناسب و اقلیم نامناسب، گونهٔ مناسب انتخاب نمود.

صرف‌نظر از اینکه جنگل‌های دست‌کاشت با چه هدفی ایجاد شده و یا قرار است ایجاد شوند، مهم‌ترین دغدغه، موفقیّت و یا عدم موفقیّت این نوع جنگل‌کاری‌ها است و آنچه برای موفقیّت این جنگل‌ها در درجه اوّل اهمیّت قرار دارد انتخاب گونه مناسب برای مکان مناسب است. انتخاب موفّق گونه‌هائی که با شرایط آب و هوائی منطقه مورد نظر سازگاری داشته باشند، مستلزم دانشی است که اغلب خصوصاً در کشورهای درحال توسعه دچار ضعف است (۱۷). گزینش گونه برای جنگل‌کاری امری دشوار و حساس است چون اگر خطا و لغزشی در این مورد رخ دهد به آسانی قابل اصلاح و یا جبران نخواهد بود (۱۶). به‌عبارت دیگر انتخاب صحیح گونه برای جنگل‌کاری در منطقه‌ای خاص، از ناکامی‌های هزینه‌بر در آینده جلوگیری می‌کند (۱۱).

تحقیق حاضر با استفاده از نظر صاحب‌نظران در حوزه جنگل‌شناسی و جنگل‌کاری و با استفاده از تکنیک دلفی، معیارها و شاخص‌های انتخاب گونه برای جنگل‌کاری در اطراف مناطق صنعتی را استخراج و معرفی نموده است. از تکنیک دلفی که شرح آن در قسمت روش مطالعه آمده است، برای رسیدن به اجماع نظر کارشناسان در مورد مسائلی که داده‌های جامعی در مورد آن وجود ندارد استفاده می‌شود. بسیاری از حوزه‌های علم منجمله نگهداری و مدیریت محیط‌زیست، به‌صورت منظم نیازمند ایجاد اجماع نظر و خروجی‌های فنی میان ذینفعان یا کارشناسان هستند. تکنیک دلفی یک روش مشارکتی تکرار شونده برای جمع‌آوری و ارزیابی دانش نخبگان است که شرکت‌کنندگان در این فرآیند یکدیگر را نمی‌شناسند (۱۹).

امروزه از این تکنیک در بسیاری از شاخه‌های علوم استفاده می‌شود. در داخل و خارج از کشور تحقیقات زیادی در استفاده از این روش، به‌ویژه در استخراج و به‌کارگیری معیارها و شاخص‌ها انجام شده است. برزکار و همکاران (۴)، تکنیک دلفی را برای تولید معیارها و شاخص‌هائی در خصوص پایش پایداری اکوتوریسم در جنگل‌های شمال ایران مورد استفاده قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق، نُه معیار و ۶۱ شاخص استخراج گردید که شامل ۲۱ شاخص مرتبط با جنبه‌های اکولوژیک، هشت شاخص مرتبط با جنبه‌های اقتصادی، ۲۱ شاخص مرتبط با جنبه‌های اجتماعی، شش شاخص مرتبط با جنبه‌های فرهنگی و پنج شاخص مرتبط با جنبه‌های سازمانی می‌باشند.

حدادی‌نیا و دانه‌کار (۱۳)، اولویت‌بندی معیارهای طبیعت گردی در اکوسیستم‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی را با روش دلفی انجام دادند. بر اساس نتایج این تحقیق ۱۱ معیار اصلی شامل اهمیّت تفرجگاهی، عوامل مدیریتی، خصوصیات فیزیکی سیمای سرزمین، حیات وحش منطقه، منابع آب، حساسیت محیط، سیمای فرهنگی و تاریخی، اقلیم، ویژگی‌های اجتماعی، پوشش گیاهی و جنبه‌های اقتصادی مشتمل بر ۲۸ زیرمعیار برای برنامه‌ریزی طبیعت‌گردی در اکوسیستم‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی دارای اولویت تشخیص داده شد. در تحقیق دیگری آندون پطروسیان و همکاران (۳)، با استفاده از روش دلفی اولویت‌بندی معیارهای انتخاب عرصه‌های مناسب توسعه جنگل‌های مانگرو را در جنگل‌های حرّا انجام دادند. بر اساس نتایج این تحقیق سه معیار و نُه زیر معیار برای فرآیند مکان‌یابی پهنه‌های توسعه جنگل‌های حرّا شناسائی شد و پس از غربال معیارها و زیرمعیارهای شناسائی شده با استفاده از روش دلفی، ضریب اهمیّت نهائی زیرمعیارها تعیین و مدل خطی ترکیب آنها برای مکان‌یابی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیائی مشخص گردید. فروزد و همکاران (۱۰)، تبیین معیارها و شاخص‌های مدیریت گردشگری پایدار را در جنگل‌های مانگرو حوزه خمیر و قشم با استفاده از تکنیک دلفی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه در مجموع ۱۱ معیار مشتمل بر ۲۹ زیرمعیار و ۵۳ شاخص برای اجرای مدیریت گردشگری پایدار در این جنگل‌ها استخراج گردیده و برای استفاده در فرآیند تصمیم‌گیری ارائه شده‌اند.

از تکنیک دلفی در سایر رشته‌ها و به‌منظور استخراج شاخص‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری برای موضوعات دیگر نیز استفاده گردیده و پژوهش‌هائی انجام شده است. سپهر و همکاران (۲۴)، کاربرد روش دلفی را در انتخاب موقعیت مکانی مناسب برای احداث کارخانه‌های آب شیرین‌کن در استان هرمزگان مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق، حساسیّت زیست‌محیطی مناطق و کیفیت آب دریا به‌ترتیب معیار و زیرمعیارهایی بودند که بالاترین اهمیّت را دارا بودند و پس از ترکیب لایه‌ها و به‌دست آمدن نقشه نهائی، ۶۳ موقعیت مکانی برای احداث کارخانه آب شیرین‌کن در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان تعیین گردید و در نهایت ۲۷ موقعیت

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

مکانی بهینه از نظر کسب بیشترین درجه و درصد اهمیّت و شرایط زیست‌محیطی برای این منظور معرفی شد.

گوخال (۱۲)، در تحقیقی اولویّت‌بندی اولیه مسائل زیست‌محیطی شهر بمبئی را با استفاده از تکنیک دلفی انجام داده است. بر اساس نتایج این تحقیق نُه اولویت به‌ترتیب درجه اهمیّت مشخص شده‌اند که اطلاع‌رسانی عمومی و آگاه‌سازی جوانان درباره مشکلات اجتماعی و سلامت از طریق آموزش، پشتیبانی فنی، تبادل اطلاعات و کارگاه‌های آموزشی تشریک مساعی در اولویّت اول مسائل زیست محیطی این شهر شناخته شد. در زمینه معیارها و شاخص‌های انتخاب گونه برای جنگل‌کاری، در داخل و خارج از کشور با استفاده از تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره نظیر AHP، TOPSIS و ... و نیز روش‌هائی مانند ارزیابی توان اکولوژیک و دیگر روش‌ها، مطالعاتی انجام شده است.

محمودخانی و همکاران (۱۸)، انتخاب گونه بر اساس ارزیابی توان اکولوژیک در کمربند سبز شمال تهران را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق ۴۰ گونه درختی و درختچه‌ای بر مبنای توان اکولوژیک منطقه برای جنگل‌کاری در کمربند سبز شمال تهران پیشنهاد گردیده است. فضل‌الهی محمدی و همکاران (۷)، انتخاب بهترین گونه به‌منظور جنگل‌کاری در جنگل‌های زاگرس جنوبی را با استفاده از روش AHP و TOPSIS مورد مطالعه قرار دادند که از پنج گونه مورد بررسی شامل بلوط ایرانی، بنه، گلابی، سرو نقره‌ای و سرو خمره‌ای، گونه بلوط ایرانی بیشترین و گونه سرو خمره‌ای کمترین ارجحیّت را برای جنگل‌کاری در زاگرس جنوبی به خود اختصاص دادند. علوی (۱)، روش AHP فازی را برای انتخاب گونه‌های گیاهی در احیای معدن در معدن مس سنگان مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق بر اساس روش AHP فازی، گونه‌های افرا، زبان‌گنجشک، بلوط، زرشک و سیاه‌تلو برای این منظور انتخاب گردیدند. علوی و همکاران (۲)، انتخاب گونه برای احیای معدن در معادن مس سرچشمه را با استفاده روش Topsis فازی مورد مطالعه قرار دادند که بر اساس نتایج این تحقیق گونه‌های بادام کوهی، گز، پسته وحشی، ریش بز یا افدرا، گون و گیاه بوته‌ای علف شور انتخاب گردیدند. ملی و همکاران (۲۰)، از ترکیب سه گروه معیار اکولوژیکی، اجتماعی و تکنیکی، پنج معیار شامل درجه غالب بودن طبیعی گونه، وسعت رویشگاه، پتانسیل تجدیدحیات طبیعی، ارزش اجتماعی و محدویت‌های تکنیکی را برای انتخاب گونه به‌منظور جنگل‌کاری و ترمیم جنگل معرفی نموده‌اند.

هدف این تحقیق معرفی گونه‌های خاصی برای جنگل‌کاری نیست بلکه هدف استخراج معیارها و شاخص‌هائی است که به کمک آن بتوان گونه‌هائی را برای جنگل‌کاری و ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت در مناطق صنعتی و به‌ویژه مناطق صنعتی که در اقلیم خشک و نیمه‌خشک جانمائی شده‌اند، شناسائی و معرفی نمود.

مواد و روش‌ها

برای استخراج معیارها و شاخص‌های انتخاب گونه در جنگل‌کاری مناطق صنعتی از تکنیک دلفی استفاده گردید. در تشریح روش مطالعه لازم است ابتدا مختصری در مورد تکنیک دلفی توضیح داده و سپس مراحل انجام آن در تحقیق حاضر تشریح گردد.

روش دلفی، نخستین بار توسط نورمن دالکی (Norman Dalkey) از اعضای شرکت RAND و با حمایت مالی یکی از پروژه‌های نیروی هوائی ارتش آمریکا در دهه ۱۹۵۰ توسعه یافت (۲۶). دلفی یک روند تکرار شونده است که برای رسیدن به اجماع در میان کارشناسان خبره در بررسی موضوعی خاص طراحی می‌گردد. به‌عبارت دیگر دلفی یک روش مؤثر برای دست‌یابی به اجماعِ نظر کارشناسان در مواردی است که داده‌های جامع علمی برای حل مشکل در دسترس نباشد (۴). این روش، روش مبتنی بر دیدگاه‌های متخصّصان است. اساس روش دلفی بر این اصل استوار است که نظر متخصّصان هر حوزه علمی در پیش‌بینی آینده به‌عنوان صائب‌ترین نظر است. بنابراین برخلاف روش‌های تحقیق پیمایشی، اعتبار روش دلفی نه به تعداد شرکت کنندگان در تحقیق، که به اعتبار علمی متخصّصان شرکت کننده در پژوهش بستگی دارد (۲۲). از تکنیک دلفی در زمینه‌های مختلفی نظیر طراحی برنامه‌ریزی، ارزیابی نیازها، تعیین سیاست‌ها و بهره‌برداری منابع استفاده می‌گردد (۱۴). چهار ویژگی اصلی در فرآیند دلفی عبارتند از: ۱- ناشناس بودن پرسش‌شوندگان (پرسش‌شوندگان یکدیگر را نشناسند)، ۲- تکرار یا بازگوئی، ۳- بازخورد کنترل شده و ۴- گزارش آماری پاسخ‌های گروه و تمرکز بر اجماع (۲۳). با توجه به‌عدم وجود مطالعات و داده‌های جامع در زمینه معیارها و شاخص‌های انتخاب گونه برای جنگل‌های دست‌کاشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی در کشور و حتی در سایر کشورهای دنیا، استفاده از روش دلفی برای استخراج این معیارها و شاخص‌ها در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفت.

برای تعیین گروه معیارها، معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های انتخاب گونه، مراحل شش‌گانه زیر انجام گردید:

۱- تعیین کارگروه تخصّصی

برای طراحی ساختار اصلی تحقیق و تعیین مقدماتی گروه معیارها، معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌ها، کارگروه تخصّصی شامل تخصّص‌های جنگل‌شناسی، جنگل‌کاری و مدیریّت و برنامه‌ریزی جنگل تشکیل گردید.

۲- تهیه پرسش‌نامه

پرسش‌نامه به‌صورت بسته و به‌گونه‌ای طراحی گردید که پرسش شونده بتواند نظر خود در مورد اهمیّت هریک از گروه‌معیارها، معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌ها را منطبق بر طیف لیکرت و شامل ۵ درجه اهمیّت (بی اهمیّت، کم اهمیّت، با اهمیّت، اهمیّت زیاد و اهمیّت خیلی زیاد) بیان نموده و در صورت لزوم نظر تکمیلی خود مبنی تغییر یا حذف و اضافه نمودن هر یک از گروه‌معیاره، معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌ها را نیز به پرسش‌نامه منضم نماید.

۳_ انتخاب پرسش‌شوندگان

پرسش‌نامه‌ها، درقالب نامه رسمی از طریق ایمیل برای ۲۸ نفر در چهار گروه تخصّصی شامل افراد زیر ارسال گردید:

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

الف) اعضای هیأت علمی دانشگاه با رتبه علمی استادیار و بالاتر در زمینه علوم جنگل
ب) اعضای هیأت علمی مراکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی با رتبه علمی استادیار و بالاتر در زمینه علوم جنگل
ج) کارشناسان ادارات منابع طبیعی با گرایش‌های مرتبط با علوم جنگل و بیش از پنج سال سابقه کار مرتبط با جنگل‌کاری
د) کارشناسان فضای سبز مراکز مهم صنعتی کشور با بیش از پنج سال سابقه کار مرتبط با جنگل‌کاری

٤- دفعات ارسال پرسش‌نامه‌ها

در بررسی پرسش‌نامه‌ها در دور اوّل توسط اعضای کارگروه تخصّصی، مشخّص گردید که سطح بالائی از اتفاق نظر و توافق بین پرسش‌شوندگان در مورد اهمیّت گروه معیارها، معیارها، زیر معیارها و شاخص‌ها وجود داشته و اساساً نظر تکمیلی برای تغییر، حذف یا اضافه نمودن معیارها و شاخص‌های مورد پرسش توسط هیچکدام از پرسش‌شوندگان ارائه نگردید، بنابراین ضرورتی برای ارسال دور دوم و دورهای بعدی (که برای رسیدن به اجماع نظر در پرسش‌نامه‌های دلفی متداول است)، تشخیص داده نشد و به نتایج دور اوّل اکتفاء گردید.

٥- تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های پرسش‌نامه‌ها در نرم‌افزار Excell انجام گرفت. در این تجزیه و تحلیل تعداد شرکت‌کنندگان در نظرسنجی (N) در حداکثر وزن تعدیل شده (W) ضرب شده و حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول (A) به‌دست آمد (رابطه ۱). وزن تعدیل شده در دامنه بین صفر تا ۱۰ در نظر گرفته شد. بنابراین عدد W یا حداکثر وزن تعدیل شده ۱۰ در نظر گرفته شد. وزن هر عامل مطابق طیف لیکرت با x_i نشان داده شده است و $\sum x_i$ به‌عنوان مجموع وزن‌های هر عامل در نظر گرفته شد. ضریب وزن تعدیل شده y_i از تقسیم حداکثر وزن تعدیل شده بر مجموع وزن‌های هر عامل و ضرب در وزن همان عامل در طیف لیکرت محاسبه گردید (رابطه ۲). تعداد انتخاب‌های صورت گرفته هر وزن از طیف لیکرت برای هر عامل به‌عنوان امتیاز آن عامل در نظر گرفته شده و با n_i نشان داده شده است. از ضرب امتیاز هر عامل (n_i) در ضریب وزن تعدیل شده (y_i)، z_i یا امتیاز وزن‌دار هر عامل محاسبه گردید (رابطه ۳). در نهایت مؤلفه آماری درصد اهمیّت، از تقسیم مجموع امتیاز وزن‌دار معیارها و شاخص‌ها ($\sum z_i$) بر حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول (A) ضرب در ۱۰۰ و مؤلفه آماری درجه اهمیّت، از مجموع حاصلضرب وزن هر عامل در طیف لیکرت در امتیاز همان عامل ($\sum(x_i \times n_i)$) ، تقسیم بر تعداد شرکت‌کنندگان در نظر سنجی (N) به‌دست آمدند (روابط ۴ و ۵) (۱۳).

رابطه (۱) $A=N*W$

رابطه (۲) $y_i = \frac{W}{\sum x_i} \times x_i$

رابطه (۳) $Z_i= n_i*y_i$

رابطه (۴) $P = \frac{\sum z_i}{A} \times 100$

رابطه (۵) $D = \frac{\sum(x_i \times n_i)}{N}$

٦- ترسیم شکل درجه و درصد اهمیّت معیارها و شاخص‌ها

شکل درجه و درصد اهمیّت شامل دو محور عمود بر هم است که محور افقی آن درصد اهمیّت (P) و محور عمودی آن درجه اهمیّت (D) می‌باشد. این شکل‌ها ابتدا به صورت نمودار در نرم‌افزار Excel رسم شده و سپس به نرم‌افزار Paint وارد شده و تبدیل به تصویر شده‌اند. مقدار عددی هر محور بر اساس حداکثر عدد کسب شده در هر تحقیق برای هر کدام است که برای P در این تحقیق برابر با ۳۶/۱ و برای D برابر با ۹ می‌باشد. پس از رسم نمودار طبیعتاً با توجه به اینکه هر دو گروه عددهای P و D اعداد مثبت هستند، همه نقاط یا زوج اعداد در ربع اوّل محور مختصات جای خواهند گرفت. برای انتخاب معیارها و شاخص‌های منتخب، در ناحیه ربع اوّل از میانه اعداد P و D در این ناحیه دو خط عمود بر هم رسم شده و این ناحیه خود به چهار زیر ناحیه تقسیم گردید که معیارها و شاخص‌های جای گرفته در ربع اوّل این زیرناحیه‌ها، به‌عنوان معیارها و شاخص‌های منتخب در نظر گرفته شدند. به‌عبارت دیگر هر کدام از معیارها و شاخص‌هائی که بیش از نیمی از حداکثر امتیاز درجه اهمیّت و نیز بیش از نیمی از حداکثر درصد اهمیّت را به خود اختصاص داده باشد جزء معیارها و شاخص‌های منتخب قرار می‌گیرند (۳،۱۰،۱۳). شکل‌های ۱، ۲ و ۳ اطلاعات مربوط به درجه و درصد اهمیّت گروه معیار، معیار و زیرمعیار را نمایش می‌دهند. در مورد شاخص‌ها، مراحل رسم نمودار درجه و درصد اهمیت در نرم‌افزار Excel انجام گردید و مطابق دستورالعمل فوق شاخص‌های منتخب مشخص شد ولی به‌دلیل زیاد بودن اطلاعات شکل، و عدم خوانا بودن جزئیات آن در تصویر، ترجیح داده شد که اطلاعات مربوط به شاخص‌ها در جدول آورده شود و هرکدام از شاخص‌ها که امتیاز لازم برای منتخب شدن را کسب ننمودند در جدول به رنگ خاکستری تیره مشخص گردیدند.

نتایج و بحث

همانگونه که در مواد و روش‌ها تشریح شد، گروه‌معیارها، معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های انتخاب گونه برای جنگل‌کاری در مناطق صنعتی، در قالب پرسش‌نامه برای کارشناسانِ خبره این حوزه جهت ارزیابی و مشخص شدن میزان اهمیّت هرکدام ارسال گردید. در جداول ۱ تا ۴، لیست گروه‌معیارها، معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌هایی که براساس این پرسش‌نامه نهائی شده‌اند آمده است. بر این اساس در مجموع چهار گروه‌معیار، ۱۰ معیار، ۱۶ زیرمعیار و ۷۴ شاخص مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ملاک انتخاب معیارها و شاخص‌ها به‌عنوان معیار و شاخص منتخب، رسم شکل درجه و درصد اهمیّت و قرار گرفتن در ربع اوّل زیر ناحیه اوّل می‌باشد. پس از رسم شکل مربوط به گروه‌معیارها، هر گروه‌معیاری که امتیاز لازم را برای قرار گرفتن در این ناحیه از شکل کسب ننمود و به‌عبارتی خارج از این محدوده قرار گرفت، گروه‌معیار مربوطه به‌همراه معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های آن و هر کدام از معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌ها نیز که واجد احراز این امتیاز نگردیدند همانند آنچه در مورد گروه معیارها انجام شد، یعنی خود و زیرمجموعه آن‌ها

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

حذف شدند. پس از رسم شکل اهمیّت، تعداد چهار گروه معیار، ۹ معیار، ۱۳ زیرمعیار و ۶۱ شاخص برای انتخاب گونه پذیرفته شد و یک معیار ، سه زیرمعیار و ۱۳ شاخص حذف گردید که در جدول ۱ لیست معیارها و شاخص‌های پذیرفته نشده با رنگ خاکستری مشخص گردیده است.

معمولاً اصلی‌ترین هدف ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت در دنیا، تولید چوب به‌عنوان منبع جایگزین برای جنگل‌های طبیعی بوده که جنبه اقتصادی دارد. بنابراین در نگاه اول به‌نظر می‌رسد که می‌بایست وزن گروه‌معیار اقتصادی در این پژوهش بالاتر از سایر معیارها باشد ولی با توجّه به اینکه هدف اصلی از جنگل‌کاری در اطراف مناطق صنعتی تولید چوب نبوده و بیشتر جنبه‌های اکولوژیک مدّنظر می‌باشد، نتایج این تحقیق نیز متأثر از این مبحث نشان‌دهنده وزن بالای گروه‌معیار اکولوژیک در انتخاب گونه برای ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت در این مناطق می‌باشد. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت در اینگونه پژوهش‌ها، هدف از جنگل‌کاری تعیین‌کننده معیارهای انتخابی خواهد بود. در تحقیقی که فضل‌الهی محمدی و همکاران (۷) انجام داده‌اند نیز این روند مشاهده می‌گردد و بر اساس نظر کارشناسان معیارهای انتخابی برای جنگل‌کاری در منطقه زاگرس جنوبی شامل قدرت سازگاری، میزان حفاظت از خاک و آب منطقه، هزینه‌های نگهداری، مقاومت در برابر عوامل طبیعی و سرعت رشد و نمو در نظر گرفته شده است و در تحقیقی که جعفری (۱۵) انجام داده است، چون هدف، استخراج معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی مدیریت پایدار در جنگل‌های شمال ایران بوده، معیارهای تنوع زیستی، شرایط اکوسیستم و تولید آن، معیار خاک و آب، معیار منافع اقتصادی-اجتماعی، معیار مسئولیت اجتماع و معیار قوانین و تشکیلات برای این منظور استخراج شده‌اند.

در تحقیق حاضر، از دیدگاه متخصّصان، در گروه‌معیار اکولوژیک، زیر معیار پوشش کف و دو شاخص آن یعنی تیپ و تراکم و از فرم‌های رویشی گونه، فرم بوته‌ای، در تصمیم‌گیری بی‌اهمیّت بوده و شاخص‌های مقاومت به خشکی، بارش، دما، تبخیر و تعرق، مقاومت به شوری و مقاومت به آلاینده‌های جوّی به‌ترتیب از با اهمیّت‌ترین شاخص‌های اکولوژیک در تصمیم‌گیری برای انتخاب گونه در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی می‌باشند. همچنین در معیار درآمد از گروه‌معیار اقتصادی، زیرمعیار تولید و به تبع آن شاخص‌های تولیدی شامل تولید دانه، تولید گیاهان داروئی، تولید چوب و تولید هیزم و ذغال و علاوه بر آن در زیرمعیار اکوتوریسم، شاخص ایجاد باغ بوتانیک، در تصمیم‌گیری بی اهمیّت بوده و برعکس شاخص‌های هزینه‌ای شامل هزینه آبیاری، هزینه نگهداری، هزینه کاشت و هزینه تأمین قلمه و بذر به‌ترتیب از درصد اهمیّت بیشتری در امر تصمیم‌گیری برای انتخاب گونه برخوردار هستند. هرچند کلیه شاخص‌های زیست‌محیطی در تصمیم‌گیری دارای اهمیّت تشخیص داده شده‌اند اما درصد اهمیّت آنها متفاوت بوده و مهمترین آنها از این نظر شامل قابلیت جذب گردو غبار، قابلیت ترسیب کربن، قابلیت تثبیت خاک و ماسه‌های روان، قابلیت تلطیف هوا و قابلیت زیست‌پالائی از اهمیّت بیشتری در تصمیم‌گیری برخوردار بوده و شاخص‌های توسعه ریزموجودات و ایجاد آشیان‌های بوم‌شناختی از اهمیّت کمتری در این امر برخوردار می‌باشند. در گروه‌معیار مدیریتی، معیار شیوه کاشت و دو شاخص طراحی کاشت و فاصله کاشت از دیدگاه متخصّصان بی‌اهمیّت بوده و شاخص‌های کاهش مصرف آب، راندمان آبیاری و بومی بودن گونه‌های انتخابی بیشترین اهمیّت را در انتخاب گونه برای جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی دارا می‌باشند.

به‌طور کلی بررسی شاخص‌ها در این پژوهش نشان می‌دهد شاخص‌های مرتبط با آب و آبیاری در انتخاب گونه برای جنگل‌کاری، در میان ده شاخص برتر از نظر رتبه‌بندی براساس درصد و درجه اهمیّت قرار دارند (شاخص اکولوژیک مقاومت به خشکی و شاخص مدیریتی کاهش مصرف آب، هر دو با درصد اهمیت ۳۳/۱۴ و درجه اهمیت ۸/۲۹). علّت این امر این است که متخصّصان پاسخ‌دهنده به پرسشنامه‌های دلفی براساس انتخاب گونه برای مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی به این پرسش‌ها پاسخ داده‌اند که مبحث آب در این مناطق از مباحث کلیدی و تأثیرگذار در انتخاب گونه می‌باشد.

به‌نظر می‌رسد تصمیم‌گیران در حوزه جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی که اصولاً مدیران صنایع مربوطه می‌باشند باید برای دست‌یابی به موفقیّت بیشتر در استقرار جنگل‌های دست‌کاشت، توجّه قابل ملاحظه‌ای به معیارها و بخصوص شاخص‌هائی که درجه و درصد اهمیّت بالائی داشته و در رتبه‌بندی معیارها و شاخص‌ها در جایگاه بالاتری قرار گرفته‌اند، داشته باشند. بر اساس نتایج این تحقیق شاخص‌هائی مثل مقاومت به خشکی، هزینه آبیاری و نگهداری، قابلیت جذب گرد و غبار و شاخص راندمان آبیاری از جمله شاخص‌هائی هستند که به نظر متخصّصان از درصد و درجه اهمیّت بالائی در تصمیم‌گیری برای انتخاب گونه برخوردار می‌باشند.

ذکر این نکته لازم است که مطالعه حاضر تنها برای استخراج معیارها و شاخص‌های انتخاب گونه در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی بوده و انتخاب گونه برای جنگل‌کاری در سایر مناطق نیازمند بررسی مستقل می‌باشد. در پایان پیشنهاد می‌گردد در پژوهشی دیگر لیستی از گونه‌های بومی و غیر بومی بر اساس این معیارها و شاخص‌ها استخراج شده و به‌عنوان گونه‌های مناسب برای جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک صنعتی معرفی گردند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

جدول ۱- شاخص‌ها، زیرمعیارها و معیارهای گروه معیار بوم‌شناختی
Table 1. Indicators, sub-criteria and criteria of the ecological criteria group

گروه معیار	معیار	زیرمعیار	شاخص
اکولوژیکی	زیستی	قدرت سازگاری	مقاومت به خشکی مقاومت به شوری مقاومت به آلاینده های جوی مقاومت به فقر مواد غذائی مقاومت به آفات و امراض
		سرشت گونه	بردباری به نور سرعت رشد
		فرم رویشی	درختی درختچه ای بوته ای شکل تاج ارتفاع درخت
		پوشش کف	تیپ تراکم
	غیرزیستی	اقلیم	بارش دما تبخیر و تعرق رطوبت باد شدت نور
		منابع آب	رودخانه چشمه قنات چاه پسآب (صنعتی و بهداشتی) آب شیرین شده دریا
		خاک	حاصلخیزی بافت ساختمان
		شکل زمین	شیب جهت ارتفاع از سطح دریا
		موقعیت جغرافیائی	عرض جغرافیائی

جدول ۲- شاخص‌ها، زیرمعیارها و معیارهای گروه معیار اقتصادی
Table 2. Indicators, sub-criteria and criteria of the economic criteria group

گروه معیار	معیار	زیرمعیار	شاخص
اقتصادی	هزینه	هزینه کاشت	تأمین بذر و قلمه تولید نهال کاشت
		هزینه نگهداری	آبیاری نگهداری
	درآمد	تولید محصول	تولید دانه تولید میوه تولید گیاهان داروئی تولید چوپ تولید هیزم و ذغال
		اکوتوریسم	ایجاد تفرجگاه ایجاد باغ بوتانیک

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

جدول ۳- شاخص‌ها، زیرمعیارها و معیارهای گروه‌معیار مدیریتی

Table 3. Indicators, sub-criteria and criteria of management criteria group

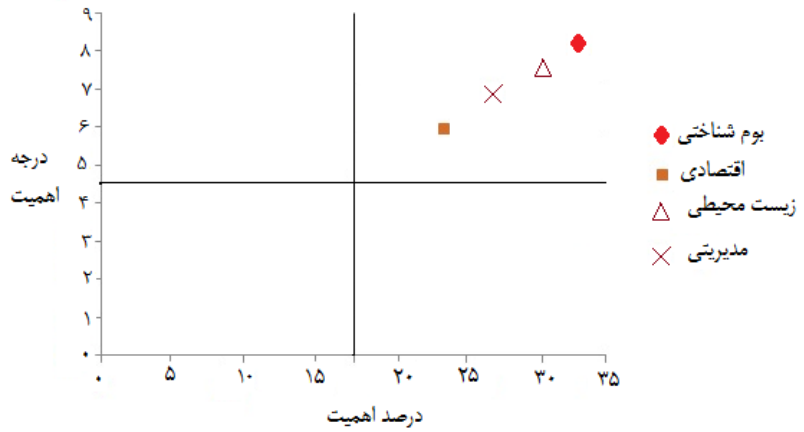
گروه معیار	معیار	زیرمعیار	شاخص
مدیریّتی	سیستم آبیاری		کاهش مصرف آب
			راندمان آبیاری
	زیباشناختی		گونه‌های گلدار
			گونه‌های همیشه سبز
			گونه‌های خزان کننده
			طراحی منظر
	شیوه کاشت		طراحی کاشت
			فاصله کاشت
	نوع گونه		بومی
			غیر بومی
			سوزنی برگ
			پهن برگ

جدول ۴- شاخص‌ها، زیرمعیارها و معیارهای گروه‌معیار زیست‌محیطی

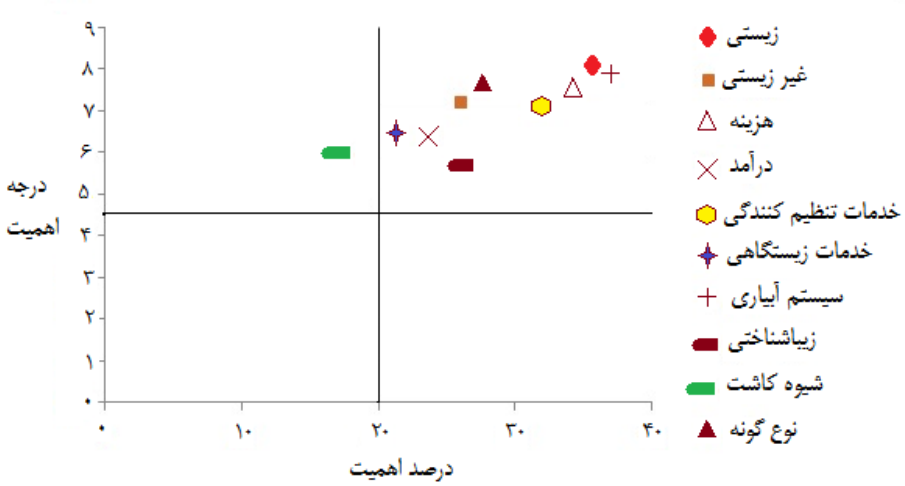
Table 4. Indicators, sub-criteria and criteria of environmental criteria group

گروه‌معیار	معیار	زیرمعیار	شاخص
زیست محیطی	خدمات تنظیم‌کنندگی	تنظیم هوا	قابلیت جذب گرد و غبار
			قابلیت ترسیب کربن
			قابلیت تعدیل دما
			قابلیت بادشکن بودن
			قابلیت تلطیف هوا
		تنظیم خاک	قابلیت تثبیت خاک و ماسه‌های روان
			قابلیت زیست پالائی
			قابلیت احیای خاک
			قابلیت کنترل فرسایش
			تنظیم جریان آب
		تنظیم صوت	قابلیت کاهش آلودگی صوتی
	خدمات زیستگاهی		قابلیت احیای گونه‌های بومی
			قابلیت محافظت از ذخایر ژنتیک
			ایجاد آشیان‌های بوم‌شناختی
			احیای زیستگاه حیات وحش
			توسعه میکروارگانیسم‌ها
			تولید زیست توده
مدیریّتی	سیستم آبیاری		کاهش مصرف آب
			راندمان آبیاری
	زیباشناختی		گونه‌های گلدار
			گونه‌های همیشه سبز
			گونه‌های خزان کننده
			طراحی منظر
	شیوه کاشت		طراحی کاشت
			فاصله کاشت
	نوع گونه		بومی
			غیر بومی
			سوزنی‌برگ
			پهن‌برگ

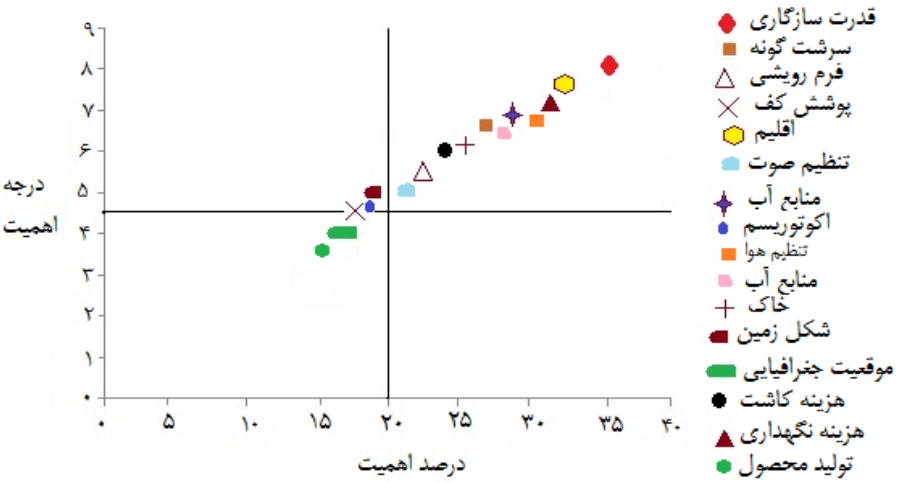
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]



شکل ۱- درجه و درصد اهمیت گروه‌معیارها
Figure 1. The degree and percentage of the importance of the criteria group



شکل ۲- درجه و درصد اهمیت معیارها
Figure 2. The degree and percentage of the importance of the criteria



شکل ۳- درجه و درصد اهیمت زیرمعیارها
Figure 3. The degree and percentage of the importance of the sub-criteria

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

منابع

1. Alavi, I. 2014. Fuzzy AHP Method for Plant Species Selection in Mine Reclamation Plans: Case Study Sungun Copper Mine. Iranian Journal of Fuzzy System, 11(5): 23-38(In Persian).
2. Alavim, I., A. Akbari and H. AlinejadRokny. 2012. Plant Type Selection for Reclamation of Sarcheshmeh Copper Mine by Fuzzy-Topsis Method. Advanced Engineering Technology and Application, 1(1): 8-13.
3. Andon Petrosian, H., A. Danehkar, S. Ashrafi and J. Feghhi. 2013. Application of Delphi Method for Prioritization of Mangrove Afforestation Site Selection Criteria: case Study: Grey Mangrove on North part of Persian Gulf, Iran. Iranian Journal of Environment Development, 4(7): 37-48 (In Persian).
4. Barzekar, G., A. Aziz, M. Mariapan, M.H. Ismail and S.M. Hosseini. 2011. Delphi Technique for Generating Criteria and Indicators in Monitoring Ecotourism Sustainability in Northern Forests of Iran. Case Study on Dohezar and Sehezar Watershads. Folia Frestalia Polonica, Series A, 53(3): 130-141.
5. Boudaghpourm, S. and A. Jadidi. 2009. Investigation of the effect of outlet pollutants of cement production industries around Tehran and approaches to control and eliminate pollutants. International Journal of Physical Sciences, 4(9): 486-495.
6. Evans, J. 2009. Planted Forest- Uses, Impacts and Sustainability. FAO and CABI Press, 229 pp.
7. Fazllolahi, M., A. Najafi, A. Solaymani and A. Sepahvand. 2014. Selection of The Most Suitable Species in order to Forestation in Southern Zagros Forests Using AHP & TOPSIS Techniques. Ecology of Iranian Forest, 2(4): 45-55 (In Persian).
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015. Global Forest Resources Assessment, 253 pp.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2010. Planted Forests in Sustainable Forest Management – A Statement of Principles, 16 pp.
10. Forouzad, M., A. Danehkar nad, G.H. Zahedi-Amiri. 2016. Criteria and Indicators in Screening and Management of Sustainable Tourism (Case Study: Khamir and Qeshm Mangrove Forests). Journal of Tourism Planing and Development, 5(17): 169-194 (In Persian).
11. Gilman, E.F. and L. Sadowski. 2014. Choosing suitable trees for urban and suburban sites: site evaluation and species selection. University of Florida IFAS Extention, 9 pp.
12. Gokhale, A.A. 2001. Environmental Initiative Prioritization with a Delphi Approach: A Case Study. Environmental Management, 28(2): 187-193.
13. Hadadinia, S. and A. Danehkar. 2012. Prioritization of Ecotourism Criteria in Desert and Semi-Desert Ecosystems by Delphi Method. Journal of Geography and Urban-Regional Planning, 3: 17-29 (In Persian).
14. Hsu, C.C. and B.A. Sandford. 2007. The Delphi Technique: Making Sense of Consensus. Practical Assessment. Research and Evaluation, 12(10): 1-8.
15. Jafari, M. 2017. Criteria and Inicators of Forest Sustainable Management, A Necessity for Recognition. Utilization and Evaluation. Iran nature, 2(5): 12-15 (In Persian).
16. Jazirehi, M.H. 2001. To Afforest in Arid Environment. Tehran University Press, 450 pp (In Persian).
17. Lu, Y., S. Ranjitkar, R.D. Harrison, J. Xu, X. Ou, X. Ma and J. He. 2017. Selection of Native Tree Species for Subtropical Forest Restoration in Sothwest China. Plos One, 12(1): 1-15.
18. Mahmoudkhani, M., J. Feqhei and M. Makhdoum. 2015. Selection of Species for Plantation Plans Based on Ecological Capability Evaluation in The Green Belt of North Tehran. Environmental Researches, 6(11): 35-45 (In Persian).
19. Makherjee, N.J. Huge, W.J. Sutherland, J. McNeill, M. Van Opstal, F. Dahdouh-Guebas and N. Koedam. 2015. The Delphi Technique in Ecology and Biological Conservation: Applications and Guidelines. Methods in Ecology and Evolution, 1-13.
20. Meli, P., M.M. Ramos, J.M.R. Benayas and J. Carabias. 2014. Combinig Ecological, Social and Technical Criteria to Select Species for Forest Restoration. Applied Vegetation Science, 1-10.
21. Morand, C.P. and A. Maesano. 2004. Air Pollution: From Sources of Emission to Health Effects. Breathe, 1(2): 109-119.
22. Naqibossadat, S. and M. Javadi. 2011. The Delphi Method. Mounth Book of Social Sciences, 37: 70-77 (In Persian).
23. Rowe, G. and G. Wright. 1999. The Delphi Technique as a Foercasting Tool: Issues and Analysis. International Journal of Forecasting, 15: 353-375.
24. Sepehr, M., S.M.R. Fatemi, A. Danehkar and A. Mashinchian Moradi. 2017. Application of Delphi Method in Site Selection of Desalination plants. Global Journal of Environmental Science and Management, 3(1): 89-102.
25. Shaeri, A. and A. Rahmati. 2012. Human's Environmental Laws, Regulation, Criteria and Standards. Hak press, 339 pp (In Persian).
26. Skulmoski, G.J., F.T. Hartman and J. Krahn. 2007. The Delphi Method for Graduate Research. Journal of Information Technology Education, 6: 1-21.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]

Criteria and Indicators of Species Selection for Planted Forest in Arid and Semi-arid Industrial Regions

Siavash Bakhtiarvand[1], Nabiollah Yarali[2] and Beytollah Mahmoudi[3]

1- Shahrekord University, Natural Resources and Earth Sciences Faculty, Forest Sciences Group, (Corresponding author: sibakhtiar@yahoo.com)
2 and 3- Associate Professor and Assistant Professor Shahrekord University, Natural Resources and Earth Sciences Faculty, Forest Sciences Group
Received: Jun 11, 2018 Accepted: January 19, 2019

Extended Abstract

Introduction and Objective: 264 million hectares, over 7% of the world's total forests, account for planted forest. Annually, roughly 5 million hectares are added up to this existing forests. In Iran, according to statistics there are 941000 ha planted forests. Planted forests are created with diver's goals. With respect to the role of industrial regions to cause air pollutants and also the role of trees and shrubs to absorb of these pollutants, one of the main goals to create this planted forest is to absorb these pollutants and help to improve of air quality. In the surrounding of industrial regions, it is ought to be covered with planted forest according to some environmental protective rules and regulations. Apart from the purpose of forest establishment, the major concern is the success at which planted forest species will be adapted and be successfully grown. It seems that what should be prioritized and be taken into consideration is the selection of appropriate species for those regions. For each selection including species selection for plantation it is necessary to have some criteria and indicators on which selection can be based. This research is exploring how to extract appropriate criteria and indicators for appropriate species selection in plantation of arid and semi-arid industrial regions.

Material and Methods: After literature reviewing and by specialist panel, 4 group criteria, 10 criteria, 16 sub criteria and 74 indices for evaluation and determination of degree of importance and importance percentage are offered to executive experts and academic specialists. Among these criteria and indicators based on Delphi questionnaire.

Results: 4 group criteria, 9 criteria, 13 sub criteria and 61 indicators are extracted and prioritized. From the view point of experts, ecologic group criterion, biological criterion, sub criterion of adaptability, ecologic indicator of drought resistance and management indicator of reduction in water consumption are of the highest importance for deciding on the species selection in arid and semi-arid industrial regions.

Conclusion: Based on the results of this research, indicators such as drought resistance, irrigation and maintenance cost, dust absorption ability, and irrigation efficiency are among the indicators that have a high percentage and degree of importance in the decision for species selection.

Keywords: Delphi Method, Industrial Regions, Planted Forest, Species Selection

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1401.10.20.2.9]
[DOI: 10.52547/ifej.10.20.110]