شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌ها برای بازسازی سیمای جنگلی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چهل‌چای استان گلستان)

میترا امامی[۱]، مرجان محمدزاده[۲*]، سیدحامد میرکریمی[۲]، شعبان شتایی[۳] و محمدهادی معیری[۲]

۱) دانشجوی دکتری رشته آمایش سرزمین، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲) دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: marjan.mohammadzadeh@gmail.com
۳) استاد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۹

چکیده

جنگل‌زدایی و تخریب جنگل منجر به شکل‌گیری سیماهای سرزمین فقیر در سرتاسر جهان شده است. اگرچه در گذشته راهبردهای حفاظت بر حفظ سیستم‌های طبیعی دست‌نخورده تاکید داشته‌اند، امروزه راهبردها بر حفظ و بازسازی بوم‌سازگان‌های تخریب‌شده متمرکز شده‌اند. رویکرد بازسازی سیمای جنگلی، رویکردی مهم برای بازسازی خدمات بوم‌شناسی و اقتصادی- اجتماعیِ بوم‌سازگان‌های جنگلی در مقیاس سیمای سرزمین تلقی می‌شود. شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های کارآمد و موثر در فرآیند اولویت‌بندی مناطق برای بازسازی سیمای جنگلی در اجرای چنین رویکردهایی ضرورتی است که تاکنون در ایران انجام نشده است. از این‌رو هدف از این پژوهش معرفی معیارها و شاخص‌های موثر در اولویت‌بندی مناطق مناسب برای بازسازی سیمای جنگلی در منطقه مورد مطالعه است. در این مطالعه با تاکید بر هدایت تلاش‌های بازسازی به سمت مناطق تضمین‌کننده حداکثر سود از دو منظر ضرورت (لزوم بازسازی) و فرصت (امکان‌پذیری بازسازی)، در مجموع ۲۶ معیار و ۶۸ شاخص از دیدگاه‌های بوم‌شناسی و اقتصادی- اجتماعی شناسایی و سپس در قالب روش دلفی اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان داد در بخش ضرورت بازسازی، معیار بوم‌شناسی روند تخریب سیمای سرزمین و معیار اقتصادی- اجتماعی فقر، اولویت نخست را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، معیارهای بوم‌شناسی تخریب و پتانسیل زادآوری طبیعی با اولویت برابر و معیار اقتصادی- اجتماعی بودجه از نظر امکان‌پذیری بازسازی در اولویت نخست قرار دارند. نتایج این پژوهش علاوه بر اینکه می‌تواند به تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در مسئله حفاظت از طبیعت و استفاده از آن کمک کند، می‌تواند با توجه متعادل به هر دو جنبه ضرورت و فرصت بازسازی، منجر به مشارکت فعال ذی‌نفعان در برنامه‌های بازسازی سیمای جنگلی شود.

واژه‌های کلیدی: بازسازی، روش دلفی، سیمای جنگلی، معیارها و شاخص‌ها.

مقدمه

جنگل‌زدایی و تخریب جنگل منجر به تهدیدهای جدی بوم‌شناسی (Dudley *et al*., 2005; Brook *et al*., 2008; Le *et al*., 2012) و اقتصادی- اجتماعی (Ciccarese *et al*., 2012; FAO, 2016; Mabasa & Makhubele, 2016; López-Carr, 2021) می‌شود. از اواخر دهه ۱۹۹۰ با تشخیص این موضوع که راهبردهای حفاظتی و مدیریت پایدار جنگل‌های دست‌نخورده با توجه به وسعت و شدت تخریب مهمترین بوم‌ناحیه‌های[1] جهان به ویژه بوم‌ناحیه‌های جنگلی (Dudley *et al*., 2005) به تنهایی نمی‌توانند فرآیندهای کارآمدی در تضمین حفظ عملکردهای جنگل باشند، نگرش به سمت بازسازی تغییر کرد (Young, 2000; Aronson &

1 Ecoregion

(Alexander, 2013). همین امر منجر به توسعه توافقنامه‌ها و تعهدات بین‌المللی در این خصوص گردید (Hanson *et al*., 2015; Jacobs *et al*., 2015; Fernandez & Morales, 2016). در حال حاضر بازسازی سومین مولفه کلیدی در برنامه های حفاظت و راهبردهای مدیریتی جنگل‌ها است (Dudley *et al*., 2005; Aronson & Alexander, 2013).

در رابطه با بازسازی جنگل، رویکردهای سیمای سرزمین که بر بازسازی کارکرد تاکید دارند، می‌توانند موثرتر از رویکردهای سنتی که بر برگرداندن ترکیب و ساختارهای اولیه مناطق کوچک مانند توده‌های جنگلی[1] تمرکز دارند، تلقی شوند (Lamb *et al*., 2012; Oliver, 2002). در این میان، رویکرد بازسازی سیمای جنگلی (FLR[2]) به‌عنوان فرآیند برنامه‌ریزی شده‌ای که قصد بازگرداندن یکپارچگی بوم‌شناسی و افزایش رفاه انسان در سرتاسر سیمای جنگلی تخریب‌شده یا جنگل‌زدایی‌شده دارد، تعریف می‌شود (Mansourian, 2005; Lamb *et al*., 2012; IUCN & WRI, 2014; Hanson *et al*., 2015; Mansourian *et al*., 2017). از این‌رو این رویکرد به هر دو جنبه حفاظت و توسعه در مقیاس سیمای سرزمین توجه دارد (Dudley *et al*., 2005).

یکی از موضوعات اساسی و یک مرحله کلیدی در فرآیند FLR، شناسایی مناطق دارای اولویت است (Vallauri *et al*., 2005; Lamb *et al*., 2012). بازسازی بوم‌سازگان‌ها فرآیندی گران و پرهزینه و در اغلب موارد با محدودیت بودجه روبه‌رو است. بنابراین بازسازی کل پهنه یک سیمای سرزمین غیرممکن است (Le *et al*., 2012; Adame *et al*., 2015). از این‌رو انتخاب بر سر مناطق محدودی ناگزیر می‌گردد (Orsi *et al*., 2011b; Adame *et al*., 2015). از سوی دیگر شناسایی اولویت‌ها به اهداف بازسازی که اغلب متعدد و متفاوت هستند، وابسته است (Orsi *et al*., 2011a; IUCN & WRI, 2014; Stantuf *et al*., 2014). به لحاظ عملیاتی، در شناسایی مناطق دارای اولویت برای بازسازی با توجه به اهداف متعدد، تلاش‌های بازسازی باید به سمت مناطقی که تضمین‌کننده حداکثر سود هستند، هدایت شوند (Miller & Hobbs, 2007; Orsi & Geneletti, 2010). بنابراین انتخاب مناطق دارای اولویت برای بازسازی ترکیبی از ضرورت‌ها و فرصت‌هایی است که می‌توانند از دیدگاه‌های بوم‌شناسی و اقتصادی- اجتماعی بیان شوند. برای مثال ضرورت ممکن است با وسعت تخریب، فقدان تنوع‌زیستی و خدمات اکوسیستمی تعریف شوند، درحالی‌که فرصت ممکن است با خط‌مشی‌های جدید و حمایتی، وجود ذینفعان محلی مشتاق به مشارکت در بازسازی و وجود نهادهای تسهیل‌کننده فرآیند بازسازی در سطح محلی نشان داده شود (Mansourian *et al*., 2017). از این‌رو شناسایی معیارها و شاخص‌هایی که به ضرورت و فرصت برای بازسازی سیمای جنگلی اشاره دارند، گام نخست در شناسایی مناطق دارای اولویت است (Orsi & Geneletti, 2010; Orsi *et al*., 2011a).این در حالی است که عدم توجه متعادل به دو جنبه ضرورت و فرصت می‌تواند منجر به شکست پروژه بازسازی شود (Adame *et al*., 2015).

در این میان، روش دلفی که در اوایل دهه ۱۹۵۰ توسط شرکت RAND توسعه یافت، روشی برای سازماندهی یک فرآیند ارتباط جمعی است که امکان حل مسایل پیچیده را به افراد می‌دهد (Linstone & Turoff, 1975). نظرسنجی دلفی، فرآیندی سیستماتیک برای دریافت نظرات یک هیات از متخصصان و تا حد امکان رسیدن به یک اجماع است (Geneletti, 2007; Geneletti, 2008). این رویکرد براساس پرسشنامه‌های ساختاریافته و نوشتاری است که از اعضای هیات متخصصان خواسته می‌شود بدون ذکر نام به سوال‌های پاسخ دهند. تمامی پاسخ‌ها خلاصه می‌شوند و به همراه بازخوردها به اعضای هیات کارشناسی که فرصت بازبینی و تجدیدنظر قضاوت‌های خود را دارند، گزارش می‌شود (Oliver, 2002; Geneletti, 2008; Orsi *et al*., 2011b). تمایز بین دلفی با سایر رویکردهای تصمیم‌گیری گروهی در این است که فرآیند ارتباطی در میان اعضای پنل به شکل پراکنده در زمان و مکان عمل می‌کند (Oliver, 2002).

روش دلفی به‌طور گسترده‌ای در موضوعات حفاظت و مدیریت منابع طبیعی استفاده شده، اما به ندرت برای بازسازی بوم‌شناسی بکار گرفته شده است. از پژوهش‌های انجام گرفته در این حوزه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

Oliver (2002) به شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های بالقوه برای ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی در راستای حفاظت از تنوع‌زیستی در سطح گونه پرداخت. Geneletti (2007) با هدف ارزیابی ارزش حفاظت از تنوع‌زیستی و حفاظت از

1 Forest Stands
2 Forest Landscape Restoration

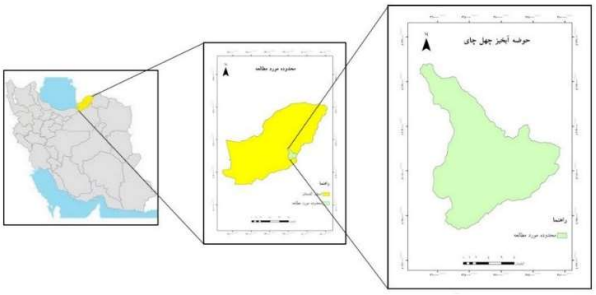
طبیعت به‌عنوان یکی از کارکردهای جنگل، اقدام به شناسایی و ارزیابی معیارها برای انواع گوناگون از جنگل‌ها کرد. Geneletti (2008) در دو سطح گونه و بوم‌سازگان اقدام به نقشه‌سازی و ارزیابی موجودی‌های تنوع‌زیستی در برنامه‌ریزی مکانی کرد. Orsi و همکاران (2011b) به‌منظور شناسایی مکان‌های دارای اولویت برای بازسازی جنگل، به شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های عملا قابل استفاده در برنامه‌ریزی بازسازی بوم‌شناسی پرداختند. ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی بوم‌سازگان های مانگرو توسط Mukherjee و همکاران (2014) انجام شد. حدادی‌نیا و دانه‌کار (۱۳۹۱) با هدف برنامه‌ریزی گردشگری متکی به طبیعت در مناطق خشک و بیابانی کشور، اقدام به اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های شناسایی‌شده کردند. آندون پطروسیانس و همکاران (۱۳۹۲) اقدام به شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های تاثیرگذار در انتخاب عرصه‌های مناسب توسعه جنگل‌های مانگرو کردند.

بر اساس مرور منابع، تاکنون در ایران شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های موثر در شناسایی مناطق دارای اولویت برای بازسازی جنگل با تمرکز بر دو بعد ضرورت و فرصت در مقیاس سیمای سرزمین انجام نگرفته است. از این‌رو در پژوهش حاضر تلاش شد به شکل جامع‌تری به معرفی معیارها و شاخص‌های موثر در اولویت‌بندی مناطق مناسب برای بازسازی سیمای جنگلی پرداخته شود. در این راستا حوضه آبخیز چهل‌چای مینودشت واقع در استان گلستان با توجه به هدف ذکر شده انتخاب شده است.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش حوضه آبخیز چهل‌چای از زیرحوزه‌های بزرگ حوضه آبخیز گرگان‌رود واقع در شهرستان مینودشت استان گلستان که در محدوده ۵۵ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۵۵ درجه و۳۷ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد، برای شناسایی معیارها و شاخص‌های موثر در اولویت‌بندی منطقه مورد مطالعه برای بازسازی سیمای جنگلی مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱). مساحت این حوضه حدود ۲۵۹,۲۸ هکتار است. شمال حوضه دارای بوم‌سازگان جنگلی و جنوب آن مرتعی است. این حوضه در برگیرنده ۳۰ روستای کوچک و بزرگ است. حوضه آبخیز چهل‌چای، پوشش جنگلی ادامه‌دار جنگل‌های هیرکانی، از حوضه‌های مهم و بحرانی از نظر تخریب جنگل و کاهش سطح عرصه‌های جنگلی در استان گلستان به شمار می‌رود. تغییر کاربری اراضی (تبدیل اراضی جنگلی به اراضی زراعی در دامنه‌های با شیب زیاد)، فشارچرای دام، سیل‌خیزی بالا، تخریب بوم‌شناسی و مشکل اشتغال و درآمد روستاییان باعث شد تا آبخیز چهل‌چای به‌عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب شود.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

روش پژوهش

در این مطالعه ابتدا معیارها و شاخص‌ها در دو دسته شناسایی معیارها و شاخص‌های موثر در بازسازی سیمای جنگلی و شناسایی معیارها و شاخص‌های موثر در تغییر و تخریب پوشش جنگلی بررسی و سپس فهرستی از آنها تهیه شد (جدول ۱).

جدول ۱. منابع مورد استفاده در شناسایی معیارها و شاخص‌های تاثیرگذار در تعیین مناطق دارای اولویت برای بازسازی سیمای جنگلی

منابع مورد استفاده در رابطه با بازسازی جنگل	از جمله معیارها و شاخص‌های مورد استفاده	منابع مورد استفاده در رابطه با تغییر و تخریب پوشش جنگلی	از جمله معیارها و شاخص‌های مورد استفاده
مخدوم (۱۳۹۲)	ارتفاع، شیب، بافت و نوع خاک، شرایط زهکشی خاک، عمق خاک، ساختمان خاک، درجه حاصلخیزی خاک، درصد تراکم پوشش گیاهی، سنگ مادر	کردی (۱۳۹۷)	فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده، فاصله از مرز جنگل، فاصله از آبراهه، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی
Ianni & Geneletti (2010)	روند تخریب، تنوع‌زیستی، ارزش‌های بوم‌شناسی، حفاظت از خاک، دسترس‌پذیری به آب	جعفری و آرمان (۱۳۹۳)	ارتفاع، تغییرات اقلیمی، کاربری زمین
Orsi & Geneletti (2010)	فاصله از راهروی بوم‌شناسی، فاصله از جنگل، فاصله از مناطق حفاظت‌شده، غنای گونه‌های درختی، فاصله از مزارع کشاورزی، فاصله از جاده، فاصله از مناطق شهری، خطر فرسایش خاک	حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)	فاصله از روستا، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده، شیب
Orsi *et al*. (2011 a)	لکه‌لکه شدگی زیستگاه، غنای گونه‌ای، سابقه قبلی جنگلی بودن منطقه، مساحت لکه‌های جنگلی باقی‌مانده، فاصله از لکه‌های جنگلی باقی‌مانده، هزینه بازسازی، پوشش/ کاربری زمین	آرخی و همکاران (۱۳۹۱)	فاصله از جاده و مناطق مسکونی، شیب زمین، جهت، ارتفاع، فاصله از مرز جنگل و غیرجنگل
Orsi *et al*. (2011 b)	روند تخریب، مراحل توالی، فاصله از شهر، تراکم جمعیت، تراکم جاده، ارتفاع، تنوع پوشش زمین، غنای گونه‌های بومی، خطر فرسایش، حضور گونه‌های بومی، هزینه بازسازی، مالکیت زمین، تمایل جوامع محلی	زارع‌گاریزی و همکاران (۱۳۹۱)	فاصله از حاشیه جنگل، فاصله از جاده، فاصله از روستا، فاصله از آبراهه، شیب زمین
Lamb *et al.* (2012)	شیب، خطر فرسایش، فاصله از راهروی بوم‌شناسی، فاصله از لکه‌های جنگلی، پتانسیل زادآوری طبیعی	باقری و شتایی (۱۳۸۹)	شیب زمین، ارتفاع، فاصله تا جاده، فاصله تا روستا، مقدار جمعیت
le *et al*. (2012)	فرسایش خاک، حاصلخیزی خاک، فراوانی لغزش، میزان آب‌های سطحی و زیرزمینی، تنوع گونه‌ای، ساختار پوشش گیاهی	رفیعیان و همکاران (۱۳۸۵)	تعارضات اراضی غیرجنگلی، تخریب ناشی از عوامل توسعه در مرزهای جنگل
IUCN & WRI (2014)	خطر فرسایش، خطر سیل، شیب، روند تخریب، زمین‌شناسی، شرایط خاک، فراوانی آتش‌سوزی، غنای گونه‌های درختی، اقلیم، امتیازات معدن‌کاوی، تراکم جمعیت، سطوح فقر، زون‌های جنگلداری، معارض داشتن زمین، تمایل جوامع محلی، سیاست‌های حفاظتی، سیاست‌های توسعه جنگلداری، سیاست‌های توسعه کشاورزی	Miranda-Aragón *et al*. (2012)	افزایش جمعیت، استفاده بی‌رویه و غیراصولی از منابع جنگلی
Uribe *et al*. (2014)	فاصله از جاده، فاصله از مناطق شهری، تراکم جمعیت، فاصله از جنگل، خطر فرسایش، شیب زمین، فاصله از رودخانه، شاخص حاشیه‌سازی		
Hanson *et al*. (2015)	شرایط خاک، منابع آبی، اقلیم، شرایط آتش، وجود قوانین و مقررات واضح و قابل اجرا، معارض داشتن زمین، وجود انگیزه در میان تصمیم‌گیران، مدیران زمین و ذی نفعان، تمایل جوامع محلی		
Mansourian *et al*. (2017)	وسعت تخریب مناطق جنگلی، فقدان تنوع‌زیستی و خدمات اکوسیستمی، خط‌مشی‌های جدید و حمایتی، تمایل ذی‌نفعان محلی مشتاق به مشارکت در بازسازی، وجود نهادهای تسهیل‌کننده فرآیند بازسازی		

در پژوهش حاضر براساس مطالعه Miller & Hobbs (2007) و Orsi & Geneletti (2010) مبنی بر اهمیت انتخاب معیارها و شاخص‌های مرتبط با بازسازی از دو دیدگاه ضرورت (لزوم بازسازی) و فرصت (امکان‌پذیری بازسازی)، ابتدا معیارها و شاخص‌های شناسایی‌شده (جدول ۱)، در دو جدول مجزا با عناوین «معیارها و شاخص‌های مرتبط با لزوم بازسازی» و «معیارها و شاخص‌های مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی» تنظیم شدند. سپس این معیارها و شاخص‌های شناسایی شده در قالب جداول جداگانه به «معیارهای و شاخص‌های بوم‌شناسی» و «معیارهای و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی» تقسیم شدند.

در این چارچوب معیارها و شاخص‌های مرتبط با لزوم بازسازی اشاره به معیارها و شاخص‌هایی دارد که منجر به شناسایی آن دسته از مناطقی می‌شود که با توجه به نقش بوم‌شناسی و اقتصادی- اجتماعی بازسازی سیمای جنگلی در حفظ تنوع‌زیستی (مانند حفظ راهروهای بوم‌شناسی)، ارایه خدمات اکوسیستمی (مانند جلوگیری از فرسایش خاک و ترسیب کربن) و بهبود رفاه مردم (مانند کاهش فقر و تامین معیشت مردم) نقش به‌سزایی خواهند داشت. در عین حال با در نظرگرفتن معیارها و شاخص‌هایی که بر احتمال موفقیت بازسازی جنگل موثر هستند، مناطق دارای اولویت بر اساس امکان‌پذیری بازسازی شناسایی می‌شوند. از دیدگاه بوم‌شناسی معیارهایی مانند پتانسیل زادآوری طبیعی در صورت حذف آشفتگی‌ها به‌عنوان یک روش موثر کاهش هزینه به تسهیل فرآیند بازسازی جنگل کمک می‌کند. همچنین در نظرگرفتن محدودیت‌های بوم‌شناسی بر اساس معیارهایی مانند اقلیم،

خاک، فاصله از آشفتگی‌ها بر امکان‌پذیری بازسازی تاثیرگذار هستند. از دیدگاه اقتصادی– اجتماعی نیز عواملی مانند هزینه، بودجه و دسترس‌پذیری زمین برای بازسازی و مشارکت فعال جوامع محلی بر موفقیت و امکان‌پذیری بازسازی موثر هستند. در اولویت‌بندی زیستگاه‌ها به‌منظور حفظ تنوع‌زیستی دو دیدگاه متفاوت از هم یعنی «تمرکز بر حفظ سیستم‌های طبیعی دست‌نخورده» و «تمرکز بر حفظ لکه‌های زیستگاهی در مناطق به شدت تخریب‌شده» وجود دارد (Mokany *et al*., 2020). بر این اساس تمایز بین معیارها و شاخص‌های مرتبط با آنها در دو دسته مذکور درحقیقت برای پاسخ به یک سوال مهم است: «آیا بازسازی جنگل باید به سمت مناطقی که به واسطه فعالیت‌های انسانی بیشترین تهدید را متحمل می‌شوند، هدایت شوند یا بازسازی جنگل باید از این مناطق دور بماند»؟

در مجموع ۱۲ معیار و ۲۶ شاخص مربوط به لزوم بازسازی و ۱٤ معیار و ٤۲ شاخص مربوط به امکان‌پذیری بازسازی شناسایی و تنظیم شد، سپس به‌منظور تعیین معیارها و شاخص‌های موثر و اولویت‌بندی آنها روش دلفی مورد استفاده قرار گرفت. پنل‌های کارشناسی نقش مهمی در ارزیابی‌ها به‌خصوص ارزیابی بوم‌شناسی ایفا می‌کنند و اغلب رویکرد کارآمد برای تصمیم‌گیری آگاهانه، به‌ویژه در مواردی که مقدار زیادی عدم‌قطعیت وجود دارد و داده‌های تجربی دقیقی وجود ندارد، ارایه می‌دهند. استفاده از پنل‌های کارشناسی بر این ایده استوار است که اجماعی از کارشناسان نسبت به یک کارشناس، پاسخ مطمئن‌تری به یک سوال خواهند داد (Geneletti, 2007). در این مطالعه اعضای پنل متشکل از ۱۰ نفر کارشناس آشنا با دانش اکولوژی جنگل و اصول حفاظت از طبیعت در سه گروه شامل اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان و کارشناسان اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان انتخاب شدند.

ارسال پرسشنامه‌ها به شرکت‌کنندگان در طی سه مرحله ابتدا به‌صورت حضوری و سپس از طریق ایمیل انجام شد. پرسشنامه‌ها این امکان را برای متخصصان فراهم آوردند که نظر خود را راجع به میزان اهمیت معیارها و شاخص‌ها در درجات اهمیت گوناگون مطابق طبقه‌بندی لیکرت در پنج طبقه اهمیت (کم اهمیت =۱ تا اهمیت بسیار زیاد =۵) بیان کنند (کبیری‌هندی و همکاران، ۱٤۰۱). در طول مراحل دلفی امکان افزودن، حذف و یا جابه‌جایی بین معیارها و شاخص‌ها به شرکت‌کنندگان داده شد. در هر مرحله تغییرات لازم و ضروری بر اساس نظر و پیشنهادهای شرکت‌کنندگان در پرسشنامه اعمال و بازخوردها به همراه میانگین امتیازات حاصل از هر مرحله به شرکت‌کنندگان گزارش شد. در نهایت برای هر معیار و شاخص دو مولفه آماری شامل درصد اهمیت معیار و درجه اهمیت معیار محاسبه گردید تا بر اساس نمودار اهمیت معیار امکان گزینش معیارها و شاخص‌های منتخب فراهم شود. در نهایت دو مولفه آماری درصد اهمیت معیار و درجه اهمیت معیار با توجه به دو تابع زیر محاسبه گشت:

رابطه (۱) $P = \frac{\sum z_i}{A} \cdot 100$ درصد اهمیت

رابطه (۲) $D = \frac{\sum(x_i \cdot n_i)}{N}$ درجه اهمیت

برای تعیین درصد اهمیت (P)، ابتدا حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل کسب (A)، از ضرب بالاترین امتیاز قابل انتظار (در این پژوهش ۱۰، معادل تعداد کل افراد پرسش‌شونده (N)) در حداکثر وزن تعدیل‌شده (W=۱۰) به‌دست آمد. سپس از تقسیم حداکثر وزن تعدیل‌شده بر مجموع وزن‌های هر معیار دارای امتیاز، ضریب وزن تعدیل‌شده (C) محاسبه گردید. با استفاده از این ضریب و امتیاز هر معیار (n_i) امتیاز وزن‌دار (Z_i) به‌دست آمد. در گام آخر درصد اهمیت هر معیار از تقسیم مجموع امتیاز وزن‌دار هر معیار بر حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل حصول هر معیار (A) حاصل شد. سپس درجه اهمیت هر معیار (D) از مجموع حاصلضرب وزن اولیه (درجه اهمیت) در امتیاز هر درجه اهمیت تقسیم بر بالاترین امتیاز قابل انتظار که معادل تعداد کل افراد پرسش‌شونده است، به‌دست آمد. بیان روابط ریاضی روش فوق به شرح زیر است (آندون‌پطروسیانس و همکاران، ۱۳۹۲؛ Mafi-Gholami *et al*., 2015):

رابطه (۳) $C = \frac{W}{\sum x_i}$ ضریب وزن تعدیل‌شده

رابطه (٤) $Y_i = W \cdot X_i / \Sigma X_i$ وزن تعدیل‌شده

رابطه (۵) $z_i = y_i \cdot n_i$ امتیاز وزن‌دار

رابطه (٦) $P = \frac{\sum z_i}{A} \cdot 100$ درصد اهمیت

رابطه (۷) $D = \frac{\sum(x_i \cdot n_i)}{N}$ درجه اهمیت

x_i: وزن اولیه؛ n: تعداد افرادی که به هر درجه اهمیت رای دادند (امتیاز)؛ N: تعداد کل پرسش‌شوندگان؛ W: حداکثر

وزن تعدیل‌شده؛ $A = N \cdot W$: حداکثر امتیاز وزن‌دار قابل کسب.

در ادامه با ضرب درصد و درجه اهمیت و تقسیم آن بر مجموع ضریب اهمیت معیارها، ضریب اهمیت نرمالایز شده هر معیار حاصل شد. سپس اولویت‌بندی معیارها بر اساس ضریب مذکور انجام گرفت (Mafi-Gholami *et al*., 2015). برای گزینش معیارها و شاخص‌های مورد نظر نمودار اهمیت معیار و شاخص طراحی و تنظیم شد. در این نمودار درصد اهمیت هر معیار و شاخص در محور افقی و درجه اهمیت هر شاخص در محور عمودی نمایش داده شد. هر معیار و شاخص بر اساس این دو مولفه بر روی نمودار مشخص و برای گزینش مناسب‌ترین معیارها و شاخص‌ها از بهترین درصد اهمیت و بهترین درجه اهمیت استفاده شد. به این ترتیب نمودار بر اساس نصف درجه اهمیت (برابر با ٤/٥) و نصف حداکثر درصد اهمیت اخذ شده (برای معیارها برابر با ۱۷/۵ و برای شاخص‌ها برابر با ۲۰ درصد) به چهار بخش تفکیک و معیارها و شاخص‌هایی که حداقل بیش از نصف ارزش عددی هر محور را دارند، انتخاب شدند (حدادی‌نیا و دانه‌کار، ۱۳۹۱؛ Mafi-Gholami *et al*., 2015). بر اساس این نمودار، اگر معیاری در مرحله اول در محدوده قابل قبول قرار نگرفته باشد، تنها به شرطی از فرآیند حذف خواهد شد که تمام زیرمعیارهای آن در نمودار اهمیت زیرمعیارها حذف شود و در صورتی که تمام زیرمعیارهای آن در محدوده غیرقابل قبول جای نگرفته باشد، معیار ذکر شده، به اعتبار زیرمعیارهایش مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در شرایطی که معیاری در نمودار اهمیت معیار، دارای شرایط ابتدایی پذیرش باشد اما در نمودار اهمیت زیرمعیارها همه معیارهای مربوط به آن در محدوده غیرقابل قبول جای گرفته باشد، آن معیار به اعتبار زیرمعیارهایش به‌کار گرفته نخواهد شد. آشکار است که معیاری که خود و حداقل یکی از زیرمعیارهای مرتبط با آن دارای شرایط پذیرش بوده و در محدوده قابل قبول جای گرفته باشد، بدون شک معیاری کارآمد در فرآیند تصمیم‌گیری محسوب می‌شود (حدادی‌نیا و دانه‌کار، ۱۳۹۱).

نتایج

در این پژوهش، در مجموع ۲٦ معیار و ٦٨ شاخص با هدف تعیین مناطق دارای اولویت برای بازسازی سیمای جنگلی شناسایی و اولویت‌بندی شدند که در این میان ۱۲ معیار و ۲٦ شاخص به «لزوم بازسازی» و ١٤ معیار و ٤٢ شاخص به «امکان‌پذیری بازسازی» اشاره دارند. درصد اهمیت، مولفه‌ای برای اولویت‌بندی و سنجش میزان اهمیت معیارها است. بنابراین در پایان دور سوم دلفی درصد اهمیت تمامی معیارها و شاخص‌ها تعیین شدند. در ادامه به‌ترتیب نتایج حاصل از بررسی معیارها و شاخص‌های بوم‌شناسی مربوط به «لزوم بازسازی»، معیارها و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مربوط به «لزوم بازسازی» و سپس معیارها و شاخص‌های بوم‌شناسی مربوط به «امکان‌پذیری بازسازی» و معیارها و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مربوط به «امکان‌پذیری بازسازی» آورده شدند.

نتایج پژوهش نشان داد از میان معیارهای بوم‌شناسی مربوط به لزوم بازسازی (جدول ۲)، معیارهای روند تخریب سیمای سرزمین، اتصال- راهروهای بوم‌شناسی به‌ترتیب با درصد اهمیت ۳۱/۲ و ۲۹/٦ در اولویت اول و دوم قرار دارند. معیارهای تنوع در سطح گونه و اقلیم با درصد اهمیت برابر ۲۸/۸ و معیارهای تنوع در سطح بوم‌سازگان و سیمای سرزمین و روند تخریب خاک با درصد اهمیت برابر ۲٦/٤ به‌ترتیب در اولویت سوم و چهارم قرار می‌گیرند. پایین‌ترین اولویت مربوط به معیار هیدرولوژی با درصد اهمیت ۲٤ بوده است.

در بخش شاخص‌های بوم‌شناسی مربوط به لزوم بازسازی (جدول ۳)، از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «روند تخریب سیمای سرزمین»، تغییرات گستره جنگل و خطر سیل به‌ترتیب با درصد اهمیت ۳۱/۲ و ۲۹/٦ در اولویت اول و دوم قرار دارند. میزان و نوع فرسایش و فراوانی آتش‌سوزی با درصد اهمیت برابر ۲۸ در اولویت سوم قرار می‌گیرند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «اتصال- راهروهای بوم‌شناسی»، فاصله از لکه‌های جنگلی باقی‌مانده با درصد اهمیت ۲۸/۸ در اولویت اول قرار دارد. شاخص‌های فاصله از سایت‌های بازسازی شده و فاصله از مناطق تحت حفاظت با درصد اهمیت برابر ۲۸ در اولویت دوم قرار می‌گیرند و فاصله از راهروهای بوم‌شناسی با درصد اهمیت ۲۵/٦ در اولویت سوم می‌باشد. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «تنوع در سطح گونه»، لکه‌های داغ تنوع زیستی، حضور گونه‌های درختی تهدیدشده/ در معرض خطر و غنای گونه‌های درختی به‌ترتیب با درصد اهمیت ۳۰/٤،

۲۸/۸ و۲۷/۲ در اولویت‌های اول تا سوم قرار می‌گیرند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «اقلیم»، دما با درصد اهمیت ۳۱/۲ و بارندگی با درصد اهمیت ۲٦/٤ در اولویت‌های اول و دوم قرار دارند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «تنوع در سطح بوم‌سازگان و سیمای سرزمین»، پوشش زمین با درصد اهمیت ۲۷/۲ دارای اولویت اول و توپوگرافی (شیب، جهت، ارتفاع) با درصد اهمیت ۲٦/٤ دارای اولویت دوم است. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «روند تخریب خاک»، درجه حاصلخیزی خاک، عمق خاک، بافت و نوع خاک به‌ترتیب با درصد اهمیت ۲٤/۸، ۲٤ و ۲۲/٤ در اولویت‌های اول تا سوم قرار دارند. تنها شاخص مرتبط با معیار «هیدرولوژی»، یعنی فاصله از منابع آبی دارای درصد اهمیت ۲۵/٦ می‌باشد.

جدول ۲. اولویت‌بندی معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با لزوم بازسازی

معیارها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
روند تخریب سیمای سرزمین	۳۱/۲	۷/۸	۲/٤۳	۰/۱۷۸۸	۱
اتصال- راهروهای بوم‌شناسی	۲۹/٦	۷/٤	۲/۱	۰/۱٥٤٥	۲
تنوع در سطح گونه	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۱٥۲۳	۳
اقلیم	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۱٥۲۳	۳
تنوع در سطح بوم‌سازگان و سیمای سرزمین	۲٦/٤	٦/٦	۱/۷٤	۰/۱۲۸۰	٤
روند تخریب خاک	۲٦/٤	٦/٦	۱/۷٤	۰/۱۲۸۰	٤
هیدرولوژی	۲٤	٦	۱/٤٤	۰/۱۰٥۹	٥
جمع	-	-	۱۳/٥۹	۱	-

جدول ۳. اولویت‌بندی شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با لزوم بازسازی

معیارها	شاخص‌ها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
روند تخریب سیمای سرزمین	تغییرات گستره جنگل	۳۱/۲	۷/۸	۲/٤۳	۰/۲۸٤٥	۱
	خطر سیل	۲۹/٦	۷/٤	۲/۱۹	۰/۲٥٦٤	۲
	میزان و نوع فرسایش	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲۲۹٥	۳
	فراوانی آتش‌سوزی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲۲۹٥	۳
اتصال- راهروهای بوم‌شناسیی	فاصله از لکه‌های جنگلی باقی‌مانده	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۲۷۱٦	۱
	فاصله از سایت‌های بازسازی‌شده	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲٥۷۲	۲
	فاصله از مناطق تحت حفاظت	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲٥۷۲	۲
	فاصله از راهروهای بوم‌شناسی	۲٥/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۲۱۳۹	۳
تنوع در سطح گونه	لکه‌های داغ تنوع زیستی	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۳۷۱۳	۱
	حضور گونه‌های درختی تهدیدشده/ در معرض خطر	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۳۳۲۷	۲
	غنای گونه‌های درختی	۲۷/۲	٦/۸	۱/۸٤	۰/۲۹٥۸	۳
اقلیم	دما	۳۱/۲	۷/۸	۲/٤۳	۰/٥۸۲۷	۱
	بارندگی	۲٦/٤	٦/٦	۱/۷٤	۰/٤۱۷۲	۲
تنوع در سطح بوم‌سازگان و سیمای سرزمین	پوشش زمین	۲۷/۲	٦/۸	۱/۸٤	۰/٥۱۳۹	۱
	توپوگرافی (شیب، جهت، ارتفاع)	۲٦/٤	٦/٦	۱/۷٤	۰/٤۸٦۰	۲
روند تخریب خاک	درجه حاصلخیزی خاک	۲٤/۸	٦/۲	۱/٥۳	۰/۳٦۲٥	۱
	عمق خاک	۲٤	٦	۱/٤٤	۰/۳٤۱۲	۲
	بافت و نوع خاک	۲۲/٤	٥/٦	۱/۲٥	۰/۲۹٦۲	۳
هیدرولوژی	فاصله از منابع آبی	۲٥/٦	٦/٤	٦۳/۱	۱	۱

از میان معیارهای اقتصادی- اجتماعی مربوط به لزوم بازسازی (جدول ٤)، معیار فقر با درصد اهمیت ۳۰/٤ در بالاترین اولویت قرار دارد. پس از آن معیارهای کمبود قابل توجه در چوب مورد نیاز برای تولید انرژی و سطح تقاضا برای محصولات جنگلی با درصد اهمیت برابر ۲۸ و وجود بخش‌های کلیدی تاثیرگذار بر منابع طبیعی یا وابسته به آنها با درصد اهمیت ۲٤ و آشفتگی با درصد اهمیت ۱٦/۸ به‌ترتیب اولویت‌های دوم تا چهارم را به خود اختصاص دادند.

جدول ۴. اولویت‌بندی معیارهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی

معیارها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
فقر	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۲٦٥۲	۱
کمبود قابل توجه در چوب مورد نیاز برای تولید انرژی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲۲٥۰	۲
سطح تقاضا برای محصولات جنگلی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲۲٥۰	۲
وجود بخش‌های کلیدی تاثیرگذار بر منابع طبیعی یا وابسته به آنها	۲٤	٦/۲	۱/٤۸	۰/۱٦۹۹	۳
آشفتگی	۱٦/۸	٦	۱	۰/۱۱٤۸	٤
جمع	-	-	۸/۷۱	۱	-

در بخش شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مربوط به لزوم بازسازی (جدول ۵)، از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «وجود بخش‌های کلیدی تاثیرگذار بر منابع طبیعی یا وابسته به آنها»، تفرج با درصد اهمیت ۲۵/٦ در اولویت اول و معدن‌کاوی با درصد اهمیت ۲۱/٦ در اولویت دوم قرار دارند. صادرات محصولات جنگلی و سیستم‌های تولیدکننده انرژی با درصد اهمیت برابر ۱۹/۲ دارای اولویت سوم هستند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «آشفتگی»، تراکم جمعیت و فاصله از مناطق شهری و روستایی (تقاضای جمعیتی) با درصد اهمیت برابر ۲۵/٦ در اولویت اول و فاصله از جاده با درصد اهمیت ۲٤ در اولویت دوم قرار دارند.

جدول ۵. اولویت‌بندی شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی

معیارها	شاخص‌ها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
وجود بخش‌های کلیدی تاثیرگذار بر منابع طبیعی یا وابسته به آنها	تفرج	۲۵/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۳٥۲۰	۱
	معدن‌کاوی	۲۱/٦	٥/٤	۱/۱٦	۰/۲٥۰٥	۲
	صادرات محصولات جنگلی	۱۹/۲	٤/۸	۰/۹۲	۰/۱۹۸۷	۳
	سیستم‌های تولیدکننده انرژی مانند انرژی آبی	۱۹/۲	٤/۸	۰/۹۲	۰/۱۹۸۷	۳
آشفتگی	تراکم جمعیت	۲۵/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۳٤٦۸	۱
	فاصله از مناطق شهری و روستایی (تقاضای جمعیتی)	۲۵/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۳٤٦۸	۱
	فاصله از جاده	۲٤	٦	۱/٤٤	۰/۳۰٦۳	۲

از بین معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی (جدول ٦)، تخریب و پتانسیل زادآوری طبیعی با درصد اهمیت برابر ۳۰/٤ و زون‌های جنگلداری با درصد اهمیت ۲۹/٦ و اقلیم و آشفتگی با درصد اهمیت برابر ۲۸/۸ و خاک‌شناسی با درصد اهیمت ۲٦/٤ و توپوگرافی با درصد اهمیت ۲۵/٦ و زمین‌شناسی با درصد اهمیت ۲٤ به‌ترتیب در اولویت‌های اول تا ششم قرار گرفتند.

جدول ۶. اولویت‌بندی معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی

معیارها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
تخریب	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۱٤٦٥	۱
پتانسیل زادآوری طبیعی	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۱٤٦٥	۱
زون‌های جنگلداری	۲۹/٦	۷/٤	۲/۱۹	۰/۱۳۸۹	۲
اقلیم	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۱۳۱۳	۳
آشفتگی	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۱۳۱۳	۳
خاک‌شناسی	۲٦/٤	٦/٦	۱/۷٤	۰/۱۱۰٤	٤
توپوگرافی	۲۵/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۱۰۳٤	٥
زمین‌شناسی	۲٤	٦	۱/٤٤	۰/۰۹۱۳	٦
جمع	-	-	۱٥/۷٦	۱	-

در بخش شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی (جدول ۷)، از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «تخریب»، خطر فرسایش خاک، فاصله از مزارع کشاورزی و تراکم جمعیت به‌ترتیب با درصد اهمیت ۲۸، ۲۸/۸ و ۲٤ اولویت‌های اول تا سوم را به خود اختصاص دادند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «پتانسیل زادآوری طبیعی»، اقلیم با درصد اهمیت ۳۰/٤ دارای اولویت اول است. فاصله از منابع گیاهی و نوع پوشش گیاهی با درصد اهمیت برابر در اولویت دوم قرار دارند و فاصله از آشفتگی‌ها با درصد اهمیت ۲۷/۲ دارای اولویت سوم است. شاخص زمین‌های مناسب برای جنگلداری مرتبط با معیار «زون‌های جنگلداری»، دارای درصد اهمیت ۳۰/٤ است. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «آشفتگی»، خطر جنگل‌زدایی در آینده، فشار چرای احشام و حضور گونه‌های غیربومی به‌ترتیب با درصد اهمیت ۳۰/٤، ۲۸ و ۲۰ دارای اولویت اول تا سوم هستند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «خاک‌شناسی»، حاصلخیزی خاک و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به‌ترتیب با درصد اهمیت ۲۵/٦ و ۲٤/۸ اولویت اول و دوم را دارند و تنها شاخص مرتبط با معیار «توپوگرافی» یعنی شیب دارای درصد اهمیت ۲۵/٦ است.

جدول ۷. اولویت‌بندی شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی

معیارها	شاخص‌ها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
تخریب	خطر فرسایش خاک	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۳۹۷۵	۱
	فاصله از مزارع کشاورزی	۲٤/۸	٦/۲	۱/۵۳	۰/۳۱۰۳	۲
	تراکم جمعیت	۲٤	٦	۱/٤٤	۰/۲۹۲۰	۳
پتانسیل زادآوری طبیعی	اقلیم	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۲۸٦۲	۱
	فاصله از منابع گیاهی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲٤۲۸	۲
	نوع پوشش گیاهی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۲٤۲۸	۲
	فاصله از آشفتگی‌ها	۲۷/۲	٦/۸	۱/۸٤	۰/۲۲۸۰	۳
زون‌های جنگلداری	زمین‌های مناسب برای جنگلداری	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۱	۱
آشفتگی	خطر جنگل‌زدایی در آینده	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/٤۳۸۳	۱
	فشار چرای احشام	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۳۷۱۹	۲
	حضور گونه‌های غیربومی	۲۰	۵	۱	۰/۱۸۹۷	۳
خاک‌شناسی	حاصلخیزی خاک	۲۵/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۵۱۵۸	۱
	ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک	۲٤/۸	٦/۲	۱/۵۳	۰/٤۸٤۱	۲
توپوگرافی	شیب	۲۵/٦	٦/٤	٦۳/۱	۱	۱

از میان معیارهای اقتصادی- اجتماعی مربوط به امکان‌پذیری بازسازی (جدول ۸)، معیار بودجه با درصد اهمیت ۳٦ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داد. پس از آن هزینه‌های بازسازی با درصد اهمیت ۳۲/۸ و وجود دانش فنی با درصد اهمیت ۳۰/٤ و خط‌مشی‌های مربوط به جنگل با درصد اهمیت ۲۹/٦، قابلیت دسترسی زمین برای بازسازی با درصد اهمیت ۲۸ و تناسب (مطلوبیت) اقتصادی با درصد اهمیت ۲٤/۸ به‌ترتیب در اولویت‌های دوم تا ششم قرار گرفتند.

جدول ۸. اولویت‌بندی معیارهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی

معیارها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
بودجه	۳٦	۹	۳/۲٤	۰/۲۳۲۹	۱
هزینه‌های بازسازی	۳۲/۸	۸/۲	۲/٦۸	۰/۱۹۲٦	۲
وجود دانش فنی	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۱٦٦۰	۳
خط‌مشی‌های مربوط به جنگل	۲۹/٦	۷/٤	۲/۱۹	۰/۱۵۷٤	٤
قابلیت دسترسی زمین برای بازسازی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۱٤۰۹	۵
تناسب (مطلوبیت) اقتصادی	۲٤/۸	٦/۲	۱/۵۳	۰/۱۰۹۹	٦
جمع	-	-	۱۳/۹۱	۱	-

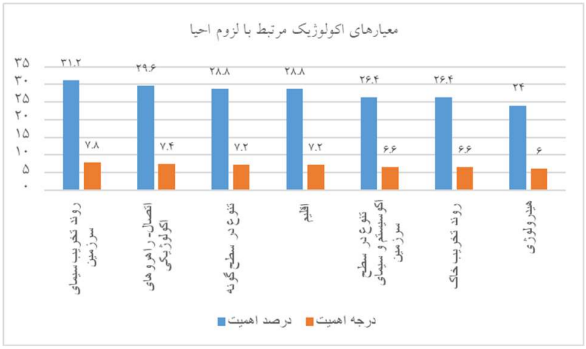
در بخش شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مربوط به امکان‌پذیری بازسازی (جدول ۹)، از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «هزینه‌های بازسازی»، هزینه‌ی مربوط به خرید زمین با درصد اهمیت ۳۳/٦ در اولویت اول قرار گرفت. هزینه‌ی آماده‌سازی زمین برای بازسازی با درصد اهمیت ۳۲، هزینه‌ی نگهداری از سایت مانند هزینه‌ی حصارکشی و هزینه‌ی مربوط به زیرساخت‌ها در فرآیند بازسازی با درصد اهمیت برابر ۲۸، هزینه‌ی نیروی انسانی در فرآیند بازسازی و هزینه‌ی نظارت با درصد اهمیت برابر ۲۷/۲، هزینه‌ی تولید بذر و نهال با درصد اهمیت ۲٦/٤ و مساحت موردنیاز برای بازسازی با درصد اهمیت برابر ۲۵/٦ در رتبه های دوم تا ششم قرار گرفتند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «خط‌مشی‌های مربوط به جنگل»، سیاست‌های بازسازی و سیاست‌های توسعه جنگلداری با درصد اهمیت برابر۳۲، وجود قوانین و مقررات واضح و قابل اجرا با درصد اهمیت ۳۱/۲، سیاست‌های حفاظتی و سیاست‌های توسعه‌ی کشاورزی با درصد اهمیت برابر ۲۸/۸، وجود طرح‌های عمده بازسازی با درصد اهمیت ۲۸ و استراتژی‌های مدیریت انطباقی با درصد اهمیت برابر ۲۷/۲ در اولویت های اول تا پنجم قرار گرفتند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «قابلیت دسترسی زمین برای بازسازی»، معارض داشتن با درصد اهمیت ۳۰/٤، تمایل جوامع محلی، صاحبان و استفاده‌کنندگان از زمین برای مشارکت در فرآیند بازسازی با درصد اهمیت ۲۹/٦، خط‌مشی‌ها و استراتژی‌ها در مورد کاربری زمین، حفاظت، بازسازی و منافع و تمایلات رقابتی- تجاری در منطقه/ کشمکش بر سر استفاده از زمین با درصد اهمیت برابر ۲۸، سازمان‌های متصدی زمین با درصد اهمیت ۲۵/٦، محدودیت‌های پوشش و کاربری زمین با درصد اهمیت ۲٤/۸، فرهنگ و قومیت با درصد اهمیت ۲٤، تعلق و قرارگیری در مناطق چهارگانه‌ی محیط‌زیست و اراضی ملی با درصد اهمیت ۲۳/۲ و امتیازات معدنکاوی، مرغداری و دامداری با درصد اهمیت ۲۲/٤، به ترتیب اولویت‌های اول تا هشتم را به خود اختصاص دادند. از میان شاخص‌های مرتبط با معیار «تناسب (مطلوبیت) اقتصادی»، برآورد تعداد گونه‌های مهم اقتصادی حاصل از بازسازی و پیش‌بینی شرایط بازار و قیمت محصولات چوبی و غیرچوبی حاصل از بازسازی با درصد اهمیت برابر ۲۲/٤ دارای اولویت اول و برآورد میزان محصولات چوبی حاصل از بازسازی و برآورد میزان محصولات غیرچوبی حاصل از بازسازی با درصد اهمیت برابر ۲۰/۸ در اولویت دوم قرار گرفتند.

جدول ۹. اولویت‌بندی شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی

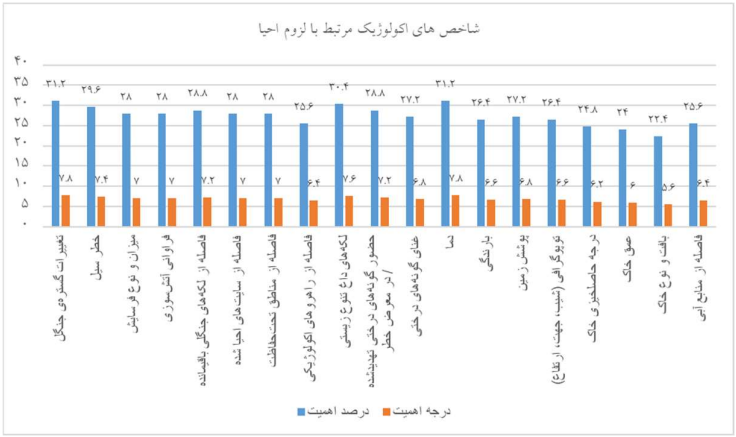
معیارها	شاخص‌ها	درصد اهمیت	درجه اهمیت	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمالایز شده	اولویت
هزینه‌های بازسازی	هزینه مربوط به خرید زمین	۳۳/٦	۸/٤	۲/۸۲	۰/۱۷۲٤	۱
	هزینه آماده‌سازی زمین برای بازسازی	۳۲	۸	۲/۵٦	۰/۱۵٦۵	۲
	هزینه نگهداری از سایت مانند هزینه حصارکشی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۱۱۹۸	۳
	هزینه مربوط به زیرساخت‌ها در فرآیند بازسازی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۱۱۹۸	۳
	هزینه نیروی انسانی در فرآیند بازسازی	۲۷/۲	٦/۸	۱/۸٤	۰/۱۱۲۵	٤
	هزینه نظارت	۲۷/۲	٦/۸	۱/۸٤	۰/۱۱۲۵	٤
	هزینه تولید بذر و نهال	۲٦/٤	٦/٦	۱/۷٤	۰/۱۰٦٤	۵
	مساحت مورد نیاز برای بازسازی	۲۵/٦	٦/٤	۱/٦۳	۰/۰۹۹٦	٦
خط‌مشی‌های مربوط به جنگل	سیاست‌های بازسازی	۳۲	۸	۲/۵٦	۰/۱٦۵۲	۱
	سیاست‌های توسعه جنگلداری	۳۲	۸	۲/۵٦	۰/۱٦۵۲	۱
	وجود قوانین و مقررات واضح و قابل اجرا	۳۱/۲	۷/۸	۲/٤۳	۰/۱۵٦۸	۲
	سیاست‌های حفاظتی	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۱۳۳٦	۳
	سیاست‌های توسعه کشاورزی	۲۸/۸	۷/۲	۲/۰۷	۰/۱۳۳٦	۳
	وجود طرح‌های عمده بازسازی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۱۲٦۵	٤
	راهبردهای مدیریت انطباقی	۲۷/۲	٦/۸	۱/۸٤	۰/۱۱۸۷	۵
قابلیت دسترسی زمین برای بازسازی	معارض داشتن زمین مورد نظر برای بازسازی، وجود حق تصدی امن و شفاف بر سرزمین و منابع آن، الگوی مالکیت زمین و وضعیت صاحبان زمین	۳۰/٤	۷/٦	۲/۳۱	۰/۱٤۷۹	۱
	تمایل جوامع محلی، صاحبان و استفاده‌کنندگان از زمین برای مشارکت در فرآیند بازسازی	۲۹/٦	۷/٤	۲/۱۹	۰/۱٤۰۲	۲
	خط‌مشی‌ها و راهبردها در مورد کاربری زمین، حفاظت و بازسازی	۲۸	۷	۱/۹٦	۰/۱۲۵۵	۳

	منافع و تمایلات رقابتی- تجاری در منطقه/ کشمکش بر سر استفاده از زمین	۲۸	۷	۱/۹۶	۰/۱۲۵۵	۳
	سازمان‌های متصدی زمین	۲۵/۶	٦/٤	۱/٦۳	۰/۱۰٤٤	٤
	محدودیت‌های پوشش و کاربری زمین	۲٤/۸	٦/۲	۱/٥۳	۰/۰۹۸۰	٥
	فرهنگ و قومیت	۲٤	٦	۱/٤٤	۰/۰۹۲۲	٦
	تعلق و قرارگیری در مناطق چهارگانه محیط‌زیست و اراضی ملی	۲۳/۲	٥/۸	۱/۳٤	۰/۰۸٥۸	۷
	امتیازات معدن‌کاوی، مرغداری و دامداری	۲۲/٤	٥/٦	۱/۲٥	۰/۰۸۰۰	۸
تناسب (مطلوبیت) اقتصادی	برآورد تعداد گونه‌های مهم اقتصادی حاصل از بازسازی	۲۲/٤	٥/٦	۱/۲٥	۰/۲٦۸۲	۱
	پیش‌بینی شرایط بازار و قیمت محصولات چوبی و غیرچوبی حاصل از بازسازی	۲۲/٤	٥/٦	۱/۲٥	۰/۲٦۸۲	۱
	برآورد میزان محصولات چوبی حاصل از بازسازی	۲۰/۸	٥/۲	۱/۰۸	۰/۲۳۱۷	۲
	برآورد میزان محصولات غیرچوبی حاصل از بازسازی	۲۰/۸	٥/۲	۱/۰۸	۰/۲۳۱۷	۲

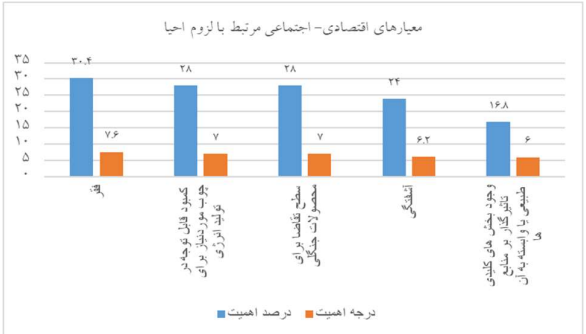
نمودارهای (۱) الی (۸)، درصد اهمیت و درجه اهمیت معیارها و شاخص‌ها را نشان می‌دهد. این نمودارها روشن می‌سازند در فرآیند تصمیم‌گیری جهت انتخاب معیارها و شاخص‌های تاثیرگذار در تعیین مناطق دارای اولویت برای بازسازی سیمای جنگلی، بیشترین و کمترین درصد و درجه اهمیت درمیان‌معیارهاوشاخص‌ها به کدام یک ازآنها تعلق دارد.



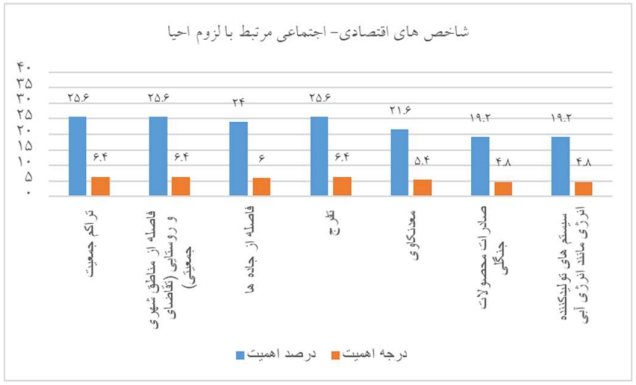
نمودار (۱) درصد و درجه اهمیت معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با لزوم بازسازی



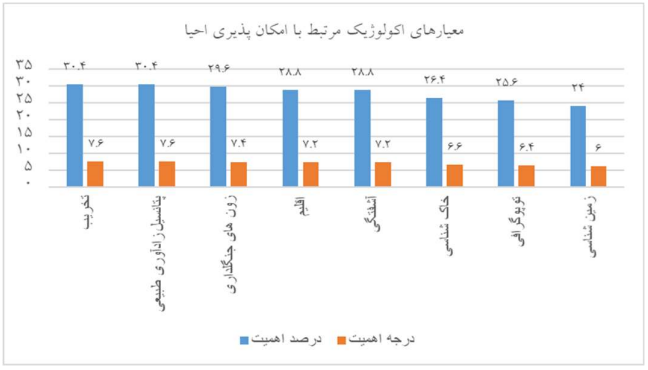
نمودار (۲) درصد و درجه اهمیت شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با لزوم بازسازی



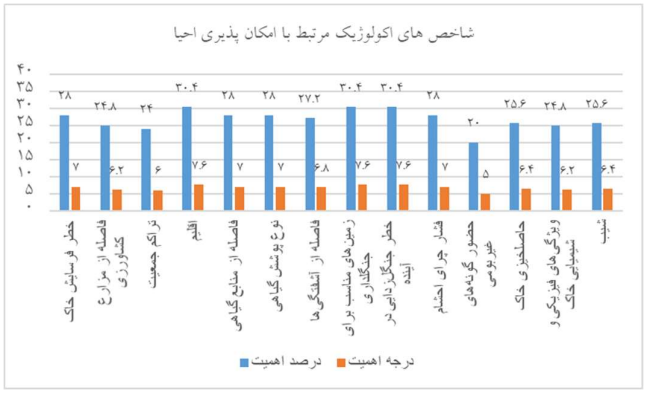
نمودار (۳) درصد و درجه اهمیت معیارهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی



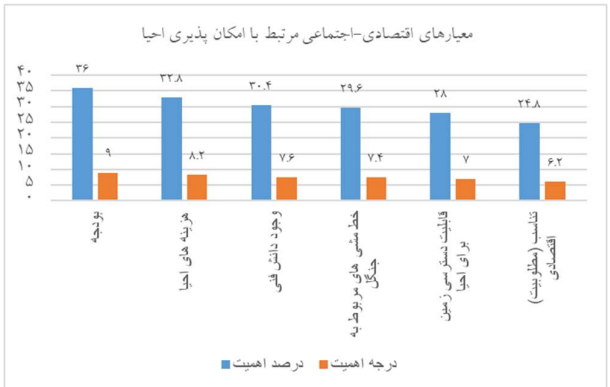
نمودار (۴) درصد و درجه اهمیت شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی



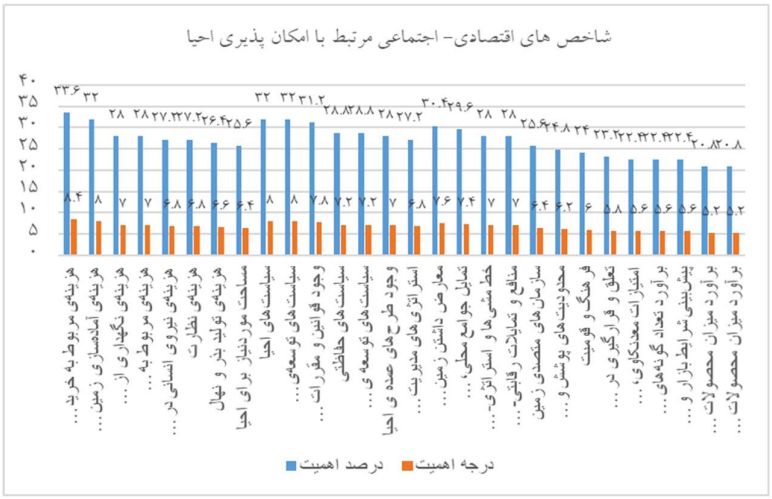
نمودار (۵) درصد و درجه اهمیت معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی



نمودار (۶) درصد و درجه اهمیت شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی

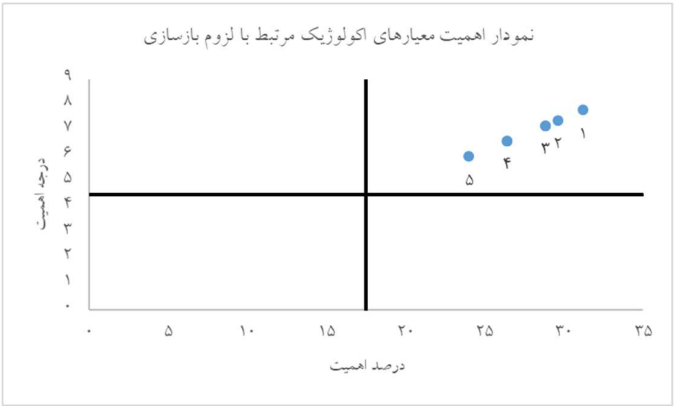


نمودار (۷) درصد و درجه اهمیت معیارهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط با امکان‌پذیری



نمودار (۸) درصد و درجه اهمیت شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مرتبط با امکان‌پذیری

نمودارهای (۹) الی (۱۲)، نمودار اهمیت معیارها و شاخص‌ها را نشان می‌دهند. با توجه به نمودار تنها معیارها و شاخص‌هایی که در تعیین مناطق دارای اولویت برای بازسازی سیمای جنگلی استفاده می‌شوند، درصد اهمیت و درجه اهمیت آنها بیش از یک‌دوم میزان قابل انتظار می‌باشد. در نمودار اهمیت معیارهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی (نمودار ۱۰)، اگر چه معیار آشفتگی با اولویت چهارم در محدوده قابل قبول قرارندارد، امابه‌اعتبار شاخص‌های آن که با اولویت‌های اول، دوم و سوم در محدوده قابل قبول قرار گرفته‌اند، مورد استفاده قرار خواهند گرفت، اما شاخص‌های صادرات محصولات جنگلی و سیستم‌های تولیدکننده انرژی مانند انرژی آبی با اولویت پنجم از ادامه فرآیند حذف خواهند شد.



نمودار (۹) نمودار اهمیت معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با لزوم بازسازی

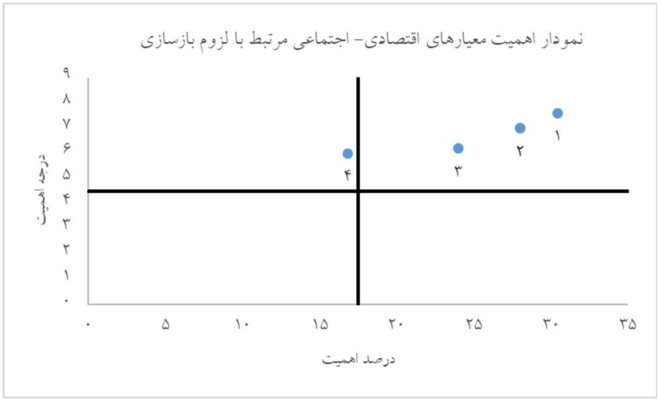
۱: روند تخریب سیمای سرزمین

۲: اتصال- راهروهای بوم‌شناسی

۳: تنوع در سطح گونه و اقلیم

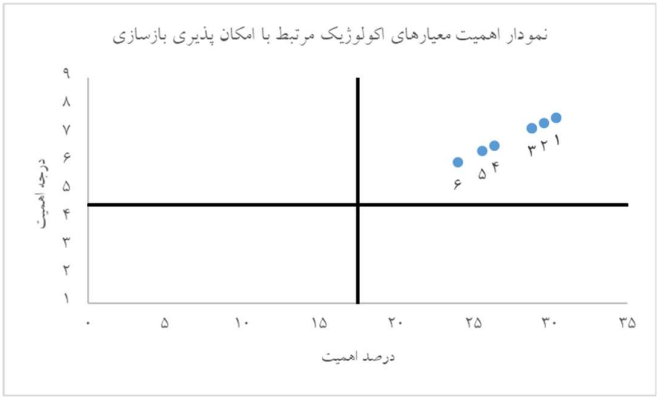
٤: تنوع در سطح بوم‌سازگان و سیمای سرزمین و روند تخریب خاک

۵: هیدرولوژی



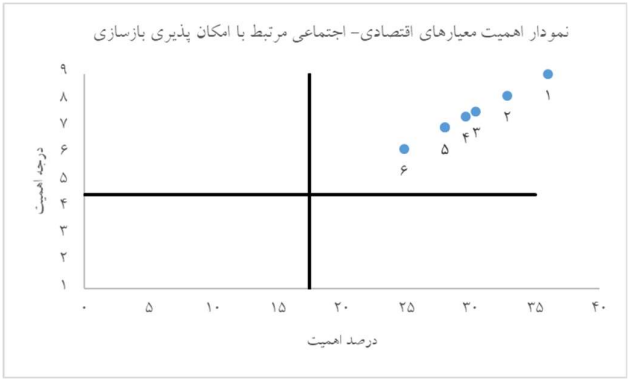
نمودار (۱۰) نمودار اهمیت معیارهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی

۱: فقر
۲: کمبود قابل توجه در چوب موردنیاز برای تولید انرژی و سطح تقاضا برای محصولات جنگلی
۳: وجود بخش‌های کلیدی تاثیرگذار بر منابع طبیعی یا وابسته به آن‌ها
٤: آشفتگی



نمودار (۱۱) نمودار اهمیت معیارهای بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی

۱: تخریب و پتانسیل زادآوری طبیعی
۲: زون‌های جنگلداری
۳: اقلیم و آشفتگی
٤: خاک‌شناسی
۵: توپوگرافی
٦: زمین‌شناسی



نمودار (۱۲) نمودار اهمیت معیارهای اقتصادی- اجتماعی با امکان‌پذیری بازسازی

۱: بودجه
۲: هزینه‌های بازسازی
۳: وجود دانش فنی
٤: خط‌مشی‌های مربوط به جنگل
۵: قابلیت دسترسی زمین برای بازسازی
٦: تناسب (مطلوبیت) اقتصادی

بحث و نتیجه‌گیری

Maginnis و Jackson (2003) اشاره کردند که تلاش های بازسازی با هدف تنظیم مجدد یکپارچگی بوم‌شناسی و حمایت از رفاه انسان باید در سطح سیمای سرزمین برنامه‌ریزی شوند (Sabogal *et al*., 2015). همچنین Hobbs و Harris (2001) بیان کردند زمانی پروژه‌های بازسازی موفق خواهند بود که بر پایه دانش بوم‌شناسی، برنامه‌ریزی و محدودیت‌های اقتصادی- اجتماعی را در نظر گیرند (Adame *et al*., 2015). بر این اساس، اهمیت فاکتورهای اجتماعی و اقتصادی به‌عنوان شاخص‌ها و محرک‌های موفقیت بازسازی در ارزیابی موفقیت برنامه‌های بازسازی جنگل به‌طور فزاینده‌ای به رسمیت شناخته شده است (Le *et al*., 2012; Perring *et al*., 2015). در نتیجه، پروژه‌های بازسازی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه زمانی می‌توانند حمایت ملی بالاتری را به‌دست آورند که سودهای اجتماعی و اقتصادی را برای جوامع محلی فراهم سازند (Le *et al*., 2012). از این‌رو تصمیم‌گیران باید سیمای سرزمینی را تحت اولویت قرار دهند که هم ضرورت و هم فرصت در آن وجود دارد (Mansourian *et al*., 2017).

همان‌طور که اشاره شد یکی از موضوعات اساسی و یک مرحله کلیدی در فرآیند FLR، شناسایی مناطق دارای اولویت است (Vallauri *et al*., 2005; Lamb *et al*., 2012). در شناسایی مناطق مناسب برای بازسازی سیمای جنگلی با توجه به اهداف چندگانه، تلاش‌های بازسازی باید به سمت مناطقی که تضمین‌کننده حداکثر سودها هستند، هدایت شوند (Miller & Hobbs, 2007). از این‌رو شناسایی معیارها و شاخص‌هایی که دربرگیرنده ضرورت و فرصت برای بازسازی سیمای جنگلی است، گام نخست در شناسایی مناطق دارای اولویت است.

مرور منابع نشان داد تا کنون پژوهش چندانی در زمینه اولویت‌بندی مناطق برای بازسازی سیمای جنگلی از دو منظر ضرورت (لزوم بازسازی) و فرصت (امکان‌پذیری بازسازی) به شکل جامع در ایران صورت نگرفته است. از این‌رو در مطالعه حاضر با بررسی منابع گوناگون تلاش شد تا مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی مناطق مناسب بازسازی جنگل شناسایی و در قالب جدیدی تعریف گردد و در نهایت به کمک روش دلفی به‌عنوان رویکردی که همراه با سیستم‌های مدرن انتقال اطلاعات، ابزاری ایده‌آل برای دریافت سریع و کارآمد دانش و نظرات کارشناسان در خصوص مسایل پیچیده‌ای که مدیران منابع طبیعی با آنها مواجه هستند، ارایه (McIntyre *et al*., 2000) وزن‌دهی و اولویت‌بندی شوند.

براساس نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، در میان معیارها و شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با لزوم بازسازی (جداول ۲ و ۳) معیار «روند تخریب سیمای سرزمین» و شاخص مرتبط با آن یعنی «تغییرات گستره جنگل» در اولویت نخست قرار گرفتند. در واقع بررسی تغییرات گستره جنگل علاوه بر آنکه می‌تواند به ایجاد بینش کافی از وضعیت گذشته جنگل کمک کند بلکه اولین قدم در امر حفاظت و بازسازی جنگل‌ها محسوب می‌شود (میرزایی‌زاده و نیک‌نژاد، ۱۳۹۳؛ میرآخورلو و اخوان، ۱۳۹٦؛ نقره‌علیزاده‌درویی و همکاران، ۱۳۹۹). مشابه با پژوهش حاضر، در پژوهش انجام شده توسط Ianni و Geneleti (2010) معیار روند تخریب جنگل توسط ذی‌نفعان به‌عنوان یک معیار بوم‌شناسی موثر در اولویت‌بندی مناطق برای بازسازی سیمای جنگلی انتخاب شد. Schulz و Schröde (2017) نیز از معیار تغییرات گستره جنگل به‌عنوان یکی از ورودی‌ها برای تهیه نقشه تناسب بازسازی استفاده کردند. همچنین در این پژوهش به شناسایی مناطق بازسازی چندمنظوره بر اساس سه کارکرد جنگل یعنی کارکرد حفظ زیستگاه با افزایش اتصال[1] (Orsi & Geneletti, 2010; Lamb *et al*., 2012)، کارکرد ترسیب کربن (Andres, 2023; Menéndez-Miguélez, 2023) و کارکرد جلوگیری از فرسایش خاک (Domingues *et al*., 2020) پرداختند که با یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

همان‌طور که در مطالعات Uribe و همکاران (2014) و Orsiو Geneletti (2010) معیار بهبود معیشت مردم به‌عنوان

1 Connectivity

یک معیار اقتصادی- اجتماعی در شناسایی اولویت‌های بازسازی سیمای جنگلی استفاده شد، در پژوهش حاضر نیز در میان معیارها و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مرتبط با لزوم بازسازی (جداول ٤ و ٥)، این معیار تحت عنوان «فقر» در اولویت نخست قرار گرفت. در واقع به‌دلیل وابستگی معیشتی و غیرمعیشتی مردم به جنگل (Newton *et al*., 2016)، جنگل زدایی و تخریب جنگل سهم قابل توجهی در فقر مردم دارد (McGuire, 2014). در نتیجه بازسازی سیمای جنگلی نقش موثری در بهبود معیشت، رفاه مردم و کاهش فقر خواهد داشت (Erbaugh & Oldekop, 2018). «کمبود قابل توجه در چوب مورد نیاز برای تولید انرژی» و «سطح تقاضا برای محصولات جنگلی» با رتبه‌های برابر در اولویت دوم قرار گرفتند. در مطالعه انجام شده توسط Orsi و همکاران (2011a) نیز از معیار تقاضای الوار به‌عنوان معیار اقتصادی- اجتماعی در انتخاب مناطق دارای اولویت برای بازسازی با هدف برداشت به‌منظور حمایت از معیشت جوامع محلی استفاده شد.

در میان معیارها و شاخص‌های بوم‌شناسی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی (جداول ٦ و ٧)، معیارهای «تخریب» و «پتانسیل زادآوری طبیعی» با رتبه‌های برابر دارای اولویت اول هستند. در مطالعه‌های Orsi و همکاران (2011b) و Orsi و Geneletti (2010) نیز معیار تخریب و شاخص‌های مرتبط با آن یعنی خطر فرسایش، تراکم جمعیت و فاصله از مزارع کشاورزی به‌عنوان معیار و شاخص‌های بوم‌شناسی موثر بر امکان‌پذیری بازسازی معرفی و نقشه‌سازی شدند. Schulz و Schröde (2017) نیز در شناساسی مناطق دارای اولویت برای بازسازی سیمای جنگلی با در نظر گرفتن امکان‌پذیری بازسازی به پیش‌بینی امکان زادآوری طبیعی جنگل‌های موجود در منطقه با در نظر گرفتن متغیرهای گوناگون از جمله متغیرهای اقلیمی و فاصله از آشفتگی‌ها مانند فاصله از مناطق شهری و جاده‌ها پرداختند. همچنین مطالعات دیگری به سایر معیارها و شاخص‌های مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی اشاره دارند. برای مثال مطالعه انجام شده توسط علوی و همکاران (۱۳۹۸)، نشان داد متغیرهای اقلیمی (به‌ویژه دما و بارندگی)، توپوگرافی و خاک نقش مهمی در اولویت‌بندی رویشگاه‌های مطلوب برای حفاظت و بازسازی گونه مد نظر دارد. رشیدی و ناصری (۱۳۹۹) نیز به‌منظور ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب اراضی برای جنگلکاری از مجموعه لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی، اقلیمی، خاک و زیستی استفاده کردند.

در میان معیارها و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی مرتبط با امکان‌پذیری بازسازی (جداول ٨ و ٩)، معیار بودجه، هزینه‌های بازسازی و وجود دانش فنی در در اولویت اول تا سوم قرار گرفتند. در تحلیل این معیارها و شاخص‌های مرتبط با آنها می‌توان گفت در مطالعه Höhl و همکاران (2020) فاکتورهای موفقیت و شکست در اجرای پروژه‌های بازسازی سیمای جنگلی در قالب سه بخش «اهداف بازسازی»، «زادآوری جنگل» و «جوامع محلی در بازسازی سیمای جنگلی» طبقه‌بندی شدند. در این طبقه‌بندی اشاره شده بودجه به‌عنوان یک عامل محدودکننده می‌تواند ظرفیت‌های پروژه بازسازی را در راستای فعالیت‌های مرتبط با نظارت و مدیریت انطباقی محدود کند و در نتیجه بر موفقیت پروژه بازسازی تاثیرگذار باشد. همچنین نظارت بر پیشرفت پروژه بخش مهم و ضروری بازسازی برای ارزیابی پیشرفت به سمت اهداف بازسازی، انطباق فعالیت‌های بازسازی با شرایط در حال تغییر و مسایل غیرقابل پیش‌بینی و توجیه تلاش‌های بازسازی محسوب می‌شود. نظارت در طول فرآیند بازسازی به معنی تضمین مشارکت ذی‌نفعان، برآورده ساختن نیازمندی‌های گلخانه‌های تولید، برطرف شدن محرک‌های تخریب و انتخاب مداخلات مناسب است. مسایل فنی در رابطه با کاشت درخت، دسترسی به نهال بر اساس ظرفیت گلخانه، کیفیت نهال، انطباق نهال با شرایط حاضر و آینده سایت، همچنین مسایل فنی در ارتباط با نگهداری از سایت، نظارت و مدیریت انطباقی فعالیت‌های بازسازی بسیار حایز اهمیت است. همچنین تاکید شده نادیده گرفتن نیازهای جوامع محلی و عدم توجه به مشارکت آنها در فرآیند تصمیم‌گیری و اجرای پروژه‌های بازسازی منجر به عدم حمایت جوامع و تخریب پیاپی منابع می‌گردد که در نهایت موفقیت بازسازی را به خطر می‌اندازد. از تعریف اهداف مرتبط با بازسازی و اجرای فعالیت‌های بازسازی گرفته تا حفاظت از سایت‌های بازسازی و نظارت بر آنها، مشارکت جوامع محلی می‌تواند منجر به موفقیت بازسازی شود. بنابراین مشارکت ذی‌نفعان محلی فرصتی برای چنین پروژهایی محسوب می‌شود. همچنین Orsi و همکاران (2011a) بر اساس محدودیت‌هایی مانند بودجه، میزان مساحت مد نظر تصمیم‌گیران برای بازسازی

و هزینه‌های بازسازی، اقدام به مدل‌سازی بهینه مکانی برای بازسازی سیمای جنگلی کردند. Miller و Hobbs (2007) با مطرح کردن سه سوال «آیا بازسازی امکان‌پذیر است؟»، «آیا بازسازی واقع‌گرایانه است؟» و «آیا بازسازی قابل پذیرش است؟»، به اهمیت لحاظ کردن محدودیت‌های بوم‌شناسی، اقتصادی و اجتماعی بازسازی در فرآیند بازسازی زیستگاه تاکید کردند. در این راستا محدودیت‌های اقتصادی و اجتماعی مرتبط با یکدیگر و تاثیرگذار بر یکدیگر هستند. سطح پذیرش مردم از بازسازی بر میزان بودجه مورد نیاز جهت اجرای پروژه تاثیرگذار است و نسبت سود به هزینه بازسازی بر روی درجه/ میزان پذیرش مردم از بازسازی موثر است.

این مقاله با به‌کارگیری مفاهیم رویکرد FLR و به کمک روش دلفی به شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های موثر در شناسایی مناطق دارای اولویت برای بازسازی سیمای جنگلی پرداخت. طبقه‌بندی معیارها و شاخص‌ها در چارچوبی جدید با تاکید بر در نظرگرفتن معیارها و شاخص‌ها از دو منظر لزوم و امکان‌پذیری بازسازی می‌تواند به اجرای موفق فرآیند بازسازی کمک نماید. گردهم‌آوری نظرات کارشناسان به کمک روش دلفی رویکردی کارآمد، عملی و مقرون‌به‌صرفه برای تصمیم‌گیری آگاهانه در ارایه تصمیم‌های مربوط به مدیریت منابع طبیعی که اغلب با محدودیت بودجه و مهم‌تر از آن با محدودیت زمان روبه‌رو هستند، تلقی می‌شود. در نهایت در این مطالعه سعی شد گامی سودمند در راستای فعالیت‌های برنامه‌ریزی استفاده بهینه از سیمای سرزمین برداشته شود.

منابع

آرخی، ص.، جعفرزاده، ع.ا. و یوسفی، ص. (۱۳۹۱) شبیه‌سازی تخریب جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک، GIS و سنجش از دور. نشریه فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۰(۲۹): ۳۱-۴۲.

آندون‌پطروسیانس، ه.، دانه‌کار، ا.، اشرفی، س. و فقهی، ج. (۱۳۹۲) کاربرد روش دلفی در اولویت‌بندی معیارهای انتخاب عرصه‌های مناسب توسعه جنگل‌های مانگرو، مطالعه نمونه جنگل‌های حرا. نشریه محیط‌زیست و توسعه، ٤(۷): ۳۷-٤۸.

باقری، ر. و شتایی، ش. (۱۳۸۹) مدل‌سازی کاهش گستره جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک، مطالعه موردی حوضه آبخیز چهل‌چای استان گلستان. مجله جنگل ایران، ۲(۳): ۲٤۳-۲۵۲.

جعفری، ع. و آرمان، ز. (۱۳۹۳) پایش تغییرات پوشش گیاهی منطقه حفاظت‌شده جنگلی هلن و دلایل آن بر اساس تحلیل دو زمانه NDVI. مجله محیط‌زیست طبیعی، ٦۷(٤): ۳۹۲-٤۰۲.

حدادی‌نیا، س. و دانه‌کار، ا. (۱۳۹۱) اولویت‌بندی معیارهای طبیعت‌گردی در اکوسیستم‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی با روش دلفی. نشریه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، ۲(۳): ۱۷-۳۰.

حسین‌زاده، م.م.، درفشی ، خ. و میرباقری، ب. (۱۳۹۲) مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل و بررسی عوامل موثر بر آن با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک در محیط GIS، بررسی موردی حوضه‌های آبخیز واز و لاویج. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۱): ۸٦-۹۸.

رشیدی، ف. و ناصری، د. (۱۳۹۹) ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب اراضی برای جنگل‌کاری با استفاده از روش دلفی تحلیل شبکه‌ای، مطالعه موردی حوزه آبخیز سقزچی‌چای، استان اردبیل. نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۸(۱): ٦۱-۷۲.

رفیعیان، ا.، درویش‌صفت، ع.ا. و نمیریان، م. (۱۳۸۵) تعیین تغییرات گستره جنگل‌های شمال کشور بین سال‌های ۷۳ تا ۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده +ETM، مطالعه موردی در جنگل‌های بابل. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۳): ۲۷۷-۲۸٦.

زارع‌گاریزی، ا.، بردی‌شیخ، و.، سعدالدین، ا. و سلمان‌ماهینی، ع. (۱۳۹۱) کاربرد روش رگرسیون لجستیک در مدل‌سازی الگوی مکانی احتمال تغییر پوشش گیاهی، مطالعه موردی آبخیز چهل‌چای استان گلستان. فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۲(۳۷): ۵۵-٦۸.

علوی، س.ا.، احمدی، ک.، حسینی، س.م.، طبری، م. و نوری، ز. (۱۳۹۸) اهمیت متغیرهای اقلیمی، توپوگرافی و خاک در پراکنش سرخدار و اولویت‌بندی رویشگاه‌های مطلوب برای حفاظت و احیا در جنگل‌های خزری. مجله جنگل ایران، ۱۱(٤): ٤۷۷-٤۹۲.

کبیری‌هندی، م.، میرکریمی، س.ح. و سلمان‌ماهینی، ع. (۱٤۰۱) شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای موثر در ارزیابی خدمات فرهنگی بوم‌سازگان در استان گلستان. نشریه پژوهش‌های محیط‌زیست، ۳۱(٦۲): ٦۰۲-٦۲٦.

کردی، ه. (۱۳۹۷) بهسازی سیمای سرزمین، مطالعه موردی جنگل‌های چهل‌چای شهرستان مینودشت. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحات ۳٤-۳۸.

مخدوم، م. (۱۳۹۲) شالوده آمایش سرزمین. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۹ صفحه.

میرآخورلو، خ. و اخوان، ر. (۱۳۹٦) ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های هیرکانی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵. نشریه طبیعت ایران، ۲(۳): ٤۰-٤۵.

میرزایی‌زاده، و. و نیک‌نژاد، م. (۱۳۹۳) شناسایی عوامل موثر بر کاهش پوشش جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، مطالعه موردی منطقه جنگلی بیوره- شهرستان ملکشاهی. نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۲(۲): ۹۱-۱۱۰.

نقره‌علیزاده‌درویی، ب.، قدس‌خواه‌دریایی، م. و حیدری صفری‌کوچی، ا. (۱۳۹۹) اولویت‌بندی عوامل تخریب جنگل‌های غرب گیلان در یک بازه زمانی ٢٤ ساله با تکنیک سنجش از دور. فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۱۲(٤۹): ۲۳-۳٤.

Adame, M.F., Hermoso, V., Perhans, K., Lovelock, C.E. and Herrera-Silveira, J.A. (2015) Selecting cost-effective areas for restoration of ecosystem services. Conservation Biology, 29(2): 493-502.

Andres, S.E., Standish, R.J., Lieurance, P.E., Mills, C.H., Harper, R.J., Butler, D.W., Adams, V.M., Lehmann, C., Tetu, S.G., Cuneo, P. and Offord, C.A. (2023) Defining biodiverse reforestation: Why it matters for climate change mitigation and biodiversity. Plants, People, Planet, 5(1): 27-38.

Aronson, J. and Alexander, S. (2013) Ecosystem restoration is now a global priority: Time to roll up our sleeves. Restoration Ecology, 21(3): 293-296.

Brook, B.W., Sodhi, N.S. and Bradshaw, C.J. (2008) Synergies among extinction drivers under global change. Trends in Ecology and Evolution, 23(8): 453-460.

Ciccarese, L., Mattsson, A. and Pettenella, D. (2012) Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead. New Forests, 43(5-6): 543-560.

Domingues, G.F., Marcatti, G.E., Dos Santos, A.G., Lorenzon, A.S., de Almeida Telles, L.A., de Castro, N.L.M., Barros, K.O., Gonzáles, D.G.E., de Carvalho, J.R., da Silva Gandine, S.M. and Dos Santos, A.R. (2020) Optimized allocation of forest restoration zones to minimize soil losses in watersheds. Journal of Environmental Management, 271(10): 110923.

Dudley, D., Mansourian, S. and Vallauri, D. (2005) Forest landscape restoration in context. In: S. Mansourian, D. Vallauri and D. Dudley (ed.). Forest restoration in landscapes, Springer, New York, NY, pp. 3-7.

Erbaugh, J.T. and Oldekop, J.A. (2018) Forest landscape restoration for livelihoods and well-being. Current Opinion in Environmental Sustainability, 32(6): 76-83.

FAO. (2016) Global Forest resources assessment 2015: How are the world's forests changing. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 44p.

Fernández, I.C. and Morales, N.S. (2016) A spatial multicriteria decision analysis for selecting priority sites for plant species restoration: A case study from the Chilean biodiversity hotspot. Restoration Ecology, 24(5): 599-608.

Geneletti, D. (2007) Expert panel-based assessment of forest landscapes for land use planning. Mountain Research and Development, 27(3): 220-223.

Geneletti, D. (2008) Incorporating biodiversity assets in spatial planning: methodological proposal and development of a planning support system. Landscape and Urban Planning, 84(3-4): 252-265.

Hanson, C., Buckingham, K., Dewitt, S. and Laestadius, L. (2015) The restoration diagnostic. A method for developing forest landscape restoration strategies by rapidly assessing the status of key success factors. IUCN, Gland, Switzerland, 33p.

Hobbs, R.J. and Harris, J.A. (2001) Restoration ecology: Repairing the earth's ecosystems in the new millennium. Restoration Ecology, 9(2): 239-246.

Höhl, M., Ahimbisibwe, V., Stanturf, J.A., Elsasser, P., Kleine, M. and Bolte, A. (2020) Forest landscape restoration—what generates failure and success. Forests, 11(9): 938-938.

Ianni, E. and Geneletti, D. (2010) Applying the ecosystem approach to select priority areas for forest landscape restoration in the Yungas, Northwestern Argentina. Environmental Management, 46(5): 748-760.

IUCN & WRI. (2014) A guide to the restoration opportunities assessment methodology (ROAM): Assessing Forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. Working paper (road-test edition), IUCN, Gland, Switzerland, 125p.

Jacobs, D.F., Oliet, J.A., Aronson, J., Bolte, A., Bullock, J.M., Donoso, P.J., Landhäusser, S.M., Madsen, P., Peng, S., Rey-Benayas, J.M. and Weber, J.C. (2015) Restoring forests: what constitutes success in the twenty-first century. New Forests, 46(5-6): 601-614. Doi:10.1007/s11056-015-9513-5/

Lamb, D., Stanturf, J. and Madsen, P. (2012) What is forest landscape restoration. In: J. Stanturf, D.

contribution of young sweet chestnut plantations to climate-change mitigation. Forest Ecology and Management, 530(2): 120761.

Miller, J.R. and Hobbs, R.J. (2007) Habitat restoration—Do we know what we're doing. Restoration Ecology, 15(3): 382-390.

Miranda-Aragón, L., Treviño-Garza, E.J., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O.A., González-Tagle, M.A., Pompa-García, M. and Aguirre-Salado, C.A. (2012) Modeling susceptibility to deforestation of remaining ecosystems in North Central Mexico with logistic regression. Journal of Forestry Research, 23(3): 345-354.

Mokany, K., Ferrier, S., Harwood, T.D., Ware, C., Di Marco, M., Grantham, H.S., Venter, O., Hoskins, A.J. and Watson, J.E. (2020) Reconciling global priorities for conserving biodiversity habitat. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(18): 9906-9911.

Mukherjee, N., Sutherland, W.J., Dicks, L., Hugé, J., Koedam, N. and Dahdouh-Guebas, F. (2014) Ecosystem service valuations of mangrove ecosystems to inform decision making and future valuation exercises. PloS one, 9(9): e107706.

Newton, P., Miller, D.C., Byenkya, M.A.A. and Agrawal, A. (2016) Who are forest-dependent people? A taxo nomy to aid livelihood and land use decision-making in forested regions. Land Use Policy, 57(11): 388-395.

Oliver, I. (2002) An expert panel-based approach to the assessment of vegetation condition within the context of biodiversity conservation: Stage 1: The identification of condition indicators. Ecological Indicators, 2(3): 223-237.

Orsi, F. and Geneletti, D. (2010) Identifying priority areas for forest landscape restoration in Chiapas (Mexico): An operational approach combining ecological and socioeconomic criteria. Landscape and Urban Planning, 94(1): 20-30.

Orsi, F., Church, R.L. and Geneletti, D. (2011a) Restoring Forest landscapes for biodiversity conservation and rural livelihoods: A spatial optimisation model. Environmental Modelling & Software, 26(12): 1622-1638.

Orsi, F., Geneletti, D. and Newton, A.C. (2011b) Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach. Ecological indicators, 11(2): 337-347.

Perring, M.P., Standish, R.J., Price, J.N., Craig, M.D., Erickson, T.E., Ruthrof, K.X., Whiteley, A.S., Valentine, L.E. and Hobbs, R.J. (2015) Advances in restoration ecology: Rising to the challenges of the coming decades. Ecosphere, 6(8): 1-25.

Sabogal, C., Besacier, C. and McGuire, D. (2015) Forest and landscape restoration: Concepts, Lamb and P. Madsen (Ed.) Forest landscape restoration. Springer Science & Business Media. Dordrecht, The Netherlands, pp. 3-24.

Le, H.D., Smith, C., Herbohn, J. and Harrison, S. (2012) More than just trees: Assessing reforestation success in tropical developing countries. Journal of Rural Studies, 28(1): 5-19.

Linstone, H.A, and Turoff, M. (1975) Introduction. In: Linstone, H.A., Turoff, M. (ed.) The delphi method: Techniques and Applications. MA: Addison-Wesley, pp. 3-12.

López-Carr, D. (2021) A review of small farmer land use and deforestation in tropical forest frontiers: Implications for conservation and sustainable livelihoods. Land, 10(11): 1113.

Mabasa, M.A. and Makhubele, J.C. (2016) Impact of deforestation on sustainable livelihoods in low-resourced areas of Thulamela local municipality: Implications for practice. Journal of Human Ecology, 55(3): 173-182.

Mafi-Gholami, D., Feghhi, J., Danehkar, A. and Yarali, N. (2015) Classification and prioritization of negative factors affecting on mangrove forests using Delphi method, A case study: Mangrove forests of Hormozgan Province, Iran. Advances in Bioresearch, 6(3): 78-92.

Maginnis, S. and Jackson, W. (2003) The role of planted forests in forest landscape restoration. Proceedings of the UNFF intersessional experts meeting on the role of planted forests in sustainable forest management. New Zealand, March: pp. 87-99.

Mansourian, S. (2005) Overview of forest restoration strategies and terms. In: S. Mansourian, D. Vallauri, and D. Dudley (Ed.) Forest restoration in landscapes, Springer, New York, NY, pp. 8-13.

Mansourian, S., Stanturf, J.A., Derkyi, M.A.A. and Engel, V.L. (2017) Forest Landscape Restoration: increasing the positive impacts of forest restoration or simply the area under tree cover. Restoration Ecology, 25(2): 178-183.

McGuire, D. (2014) FAO's Forest and landscape restoration mechanism. Towards Productive Landscapes, 56(2): 19-25.

McIntyre, S., McIvor, J.G. and MacLeod, N.D. (2000) Principles for sustainable grazing in eucalyptus woodlands: landscape-scale indicators and the search for thresholds. In: P. Hale, A. Petrie, D. Moloney and P. Sattler (Ed.) Management for Sustainable ecosystems, Centre for conservation biology, The University of Queensland, Brisbane: pp. 92–100.

Menéndez-Miguélez, M., Álvarez-Álvarez, P., Pardos, M., Madrigal, G., Ruiz-Peinado, R., López-Senespleda, E., Del Río, M. and Calama, R. (2023) Development of tools to estimate the

approaches and challenges for implementation. Unasylva, 245(66): 3-10.

Schulz, J.J. and Schröder, B. (2017) Identifying suitable multifunctional restoration areas for Forest Landscape Restoration in Central Chile. Ecosphere, 8(1): e01644.

Stanturf, J.A., Palik, B.J. and Dumroese, R.K. (2014) Contemporary Forest restoration: A review emphasizing function. Forest Ecology and Management, 331(11): 292-323.

Uribe, D., Geneletti, D., Del Castillo, R. and Orsi, F. (2014) Integrating stakeholder preferences and GIS-based multicriteria analysis to identify forest landscape restoration priorities. Sustainability Journal, 6(2): 935-951.

Vallauri, D., Aronson, J. and Dudley, N. (2005) An attempt to develop a framework for restoration planning. In: S. Mansourian, D. Vallauri and N. Dudley, (Ed.). Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees, Springer, New York, pp. 65-70.

Young, T.P. (2000) Restoration ecology and conservation biology. Biological Conservation, 92(1): 73-83.

Identification and prioritization of criteria and indicators in the forest landscape restoration (case study: Chehl-Chay watershed, Golestan Province)

Mitra Emami[1], Marjan Mohammadzadeh[2*], Seyed Hamed Mirkarimi[2], Shaban Shataee[3] and Mohammad Hadi Moayeri[2]

1) Ph.D. Student of Land use Planning, Department of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2) Associate Professor of Environmental Sciences, Department of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[*]Corresponding Author Email Address: marjan.mohammadzadeh@gmail.com
3) Professor of Forestry & RS/GIS, Department of Forestry, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Date of Submission: 2023/04/05 Date of Acceptance: 2023/06/19

Abstract

Deforestation and forest degradation have led to the formation of poor landscapes all over the world. Although in the past conservation strategies have emphasized intact natural systems, today the strategies have focused on the conservation and restoration of degraded ecosystems. The forest landscape restoration approach (FLR) is considered an important approach for the restoration of ecological and socio-economic services of forest ecosystems in landscape scales. Identification and prioritization of efficient and effective criteria and indicators in the process of prioritizing areas to restore the forest landscape are a necessity that has not been done in Iran so far. Therefore, the purpose of this research is to introduce effective criteria and indicators for prioritizing appropriate areas for forest landscape restoration in the selected area. In this study, a total of 26 criteria and 68 indicators from ecological and socio-economic points of view were identified with an emphasis on directing restoration efforts towards areas that guarantee maximum profits from two perspectives of necessity (the need for restoration) and opportunity (feasibility of a restoration) and then, they were prioritized using the Delphi method. The results showed that in the section on the need for restoration, the process of landscape degradation from ecological criteria and poverty from socio-economic criteria were the first priorities. Besides, the ecological criteria of destruction and natural regeneration potential with equal priority and socio-economic criterion of the budget in terms of feasibility of reconstruction were the first priority. The results of this study, in addition to helping decision-makers and planners dealing with protecting nature protection and its use, can lead to the attraction of active participation of stakeholders in the forest landscape restoration programs with a balanced attention to both aspects of the necessity and the opportunity of restoration.

Keywords: Criteria and indicators, Delphi method, Forest landscape, Restoration.