Archive of SID

مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

مکان‌یابی مناطق مستعد جنگل‌کاری مانگرو در رویشگاه سیریک استان هرمزگان

حامد خیراندیش[۱]، یحیی اسماعیل‌پور[۱*]، علیرضا کمالی[۲]، امید ذاکری[۲]

[۱]گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

[۲] اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان، بندرعباس

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۱۲/۱۳
اصلاح: ۹۴/۰۶/۰۱
پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۰

کلمات کلیدی:
حرّا
چندل
منطق فازی

چکیده

امروزه یافتن مکان مناسب از لحاظ اکولوژیک برای هر فعالیتی، یکی از مهم‌ترین مراحل انجام طرح به شمار می‌رود. نزدیک به ۹۴ درصد وسعت خالص رویشگاه‌های مانگرو کشور در استان هرمزگان واقع شده و تنها استان سواحل جنوب کشور است که در آن دو گونه طبیعی از درختان مانگرو رویش دارد. تاکنون مکان‌یابی با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمینه‌های تخصصی مختلف انجام شده است. هدف این پژوهش مکان‌یابی مناطق مستعد احیاء بیولوژیک و جنگل‌کاری با گونه‌های مانگرو (حرّا و چَندَل) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و بر اساس معیارهای بوم‌شناختی می‌باشد. در این بررسی پس از شناسایی متغیرهای تأثیرگذار از دیدگاه کارشناسان، تعداد ۱۰ متغیر استفاده گردید. روش مورد استفاده در این تحقیق بررسی و گروه‌بندی پارامترهای محیطی مؤثر در احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو با استفاده از روش دلفی و ارزش‌گذاری آن‌ها بر اساس منطق فازی است. از روش کریجینگ به علت خطای پیشگویی، کمتر استفاده شد و از عمل‌گرهای مختلف فازی از جمله اجتماع، اشتراک، جمع، ضرب جبری و گامای فازی استفاده گردید. در پایان، عمل‌گر جمع (همپوشانی) بهترین سازگاری را برای شناسایی مناطق مستعد احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو به همراه میزان موفقیت یا ریسک کمتر برای احیاء جنگل و با حداکثر احتیاط لازم در این پهنه‌ها ارائه داد.

مقدمــه

مانگروها گیاهانی مقاوم به شوری هستند و در حاشیه جزر و مدی سواحل مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر، کولاب‌ها، پناهگاه‌های ساحلی و مصب‌ها حضور دارند (Dahdouh-Guebas, 2006). اکوسیستم جنگل‌های مانگرو از لحاظ اقتصادی بسیار ارزشمند است، اما از آنجا که بر بیشتر خدمات آنها نمی‌توان قیمت بازاری گذاشت، بنابراین ارزش این بوم‌سازگان منحصر به فرد معمولاً ناچیز پنداشته می‌شود (UNEP, 2011). گزارش‌ها حاکی از آن است که میزان سود اقتصادی حاصل از تولیدات و خدمات جنگل‌های مانگرو بین ۲۰۰ تا ۹۰۰ هزار دلار در هر هکتار است (Omo-Irabor *et al*., 2011; Wells *et al*., 2006).

گونه حرّا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های مانگرو حقیقی یا اصلی می باشد که در بخش‌های جنوبی ایران نیز به صورت توده‌های طبیعی خالص و یا همراه با چَندَل پراکنش یافته است. عوامل متعددی همچون تغییر کاربری اراضی، توسعه استخرهای برداشت نمک، تردد شناورهای سنتی صیادی و تجاری، آلودگی‌های نفتی،

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: y.esmaeilpour@hormozgan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

حضور گونه‌های بیگانه، برداشت چوب، تهیه ذغال، پرورش میگو و صدف (Oteng-Amoako *et al*., 2008) و برداشت علوفه یا سرشاخه‌خواری توسط گیاه‌خواران (Vannucci, 2002) نمونه‌هایی از تهدیداتی است که جنگل‌های حرّا در گستره جهانی با آن روبه رو هستند. به همین منظور حفاظت بیرونی با هدف استقرار این گونه در محلی جدید می‌تواند به حفظ و توسعه این گونه کمک کند (ذوالفقار، ۱۳۸۷).

آنچه موفقیت این شیوه را تضمین می‌کند انتخاب درست و به جای مکان استقرار گونه می‌باشد که مستلزم شناخت معیارهای مؤثر بر حضور گونه هدف است (ذوالفقار، ۱۳۸۷). یکی از قابلیت‌های سیستم‌های اطلاعات مکانی، توان مدل‌سازی آن‌ها است. با بهره‌مندی از طیف وسیعی از توابع مکانی و با در دست داشتن عوامل مؤثر در یک مدل، می‌توان به پیش‌بینی نتایج و شبیه‌سازی واقعیت اقدام نمود (نظری عدلی و حبیبی، ۱۳۸۵). به منظور شناخت عوامل و معیارهای مؤثر بر حضور گونه‌های مانگرو همچون دیگر گونه‌های گیاهی می‌توان از بررسی میدانی و مرور سوابق مطالعات دیگران بهره جست. خوشبختانه در این رابطه اطلاعات وسیعی با توجه به اهمیت چنین اکوسیستم‌هایی در نقاط مختلف جهان در دست می‌باشد که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

بررسی‌های مرتبط با احیاء بیولوژیک مانگروها مبحث جدیدی است و حدود دو دهه قدمت دارد (Lewis, 1999). در این زمینه بهترین استراتژی بازسازی طبیعی اکوسیستم است. در مورد شرایط وقوع بازسازی طبیعی گزارش شده است که اکوسیستم جنگل‌های مانگرو در نقاط مختلف جهان می‌تواند توالی ثانویه موفقیت‌آمیز را در طول دوره ۱۵ تا ۳۰ سال پس از رخداد تخریب طی کند اگر اولاً هیدرولوژی جزر و مد نرمال بوده و مختل نشده باشد، دوماً تولید بذر در منطقه یا ورود دانه‌های آب‌آورده یا دانهال (propagule) از درختان رویشگاه مجاور وجود داشته باشد (Field, 1998; Cintron-Molero, 1992; Lewis, 1982). در رابطه با بازسازی مصنوعی رویشگاه (طرح‌های جنگل‌کاری) (Lewis, 2005) با بررسی طرح‌های مختلف جنگل‌کاری حرّا، هزینه طرح را بسته به شرایط منطقه، بسیار متفاوت (دامنه تغییرات از ۲۲۵ تا ۲۱۶۰۰۰ دلار آمریکا در هر هکتار بدون در نظر گرفتن هزینه تملّک زمین) ارزیابی و گزارش نمود و به عنوان یک مبنای مقایسه هزینه دوباره کاشتن درختان حرّا در گویان را بین ۱۰ هزار تا ۲۵ هزار دلار آمریکا در هر هکتار ارایه کرده است. این در حالی است که (Brockmeyer *et al*., 1996) برای مانگروکاری در امتداد مصب Indian River ایالات متحده آمریکا، هزینه‌ها را در سطح ۲۵۰ دلار در هر هکتار گزارش نموده است.

در همین زمینه (Platong, 1998) در بررسی و جمع‌بندی وضعیت جنگل‌های مانگرو جنوب تایلند با گزارش مجموع سطح جنگل‌کاری انجام شده در کشور مذکور در خلال سال‌های ۹۷-۱۹۹۵ میلادی به کاشت بیش ار ۱۱۰۰۰ هکتار توسط دپارتمان سلطنتی جنگل (RFD)، ۵۰۷۶ هکتار طرح مشترک جنگل‌کاری مانگرو توسط وزارت کشاورزی و بخش خصوصی و ۱۷۷۰ هکتار جنگل‌کاری توسط سازمان نفت تایلند، اشاره و نتیجه‌گیری کرده است که مقایسه طرح‌های مختلف از نظر موفقیت جنگل‌کاری با گونه‌های مانگرو به دلیل اینکه اغلب از نظر مقیاس کار به عنوان مثال تعداد گونه، تعداد مناطق، محل، زمان و بودجه اختصاص یافته برای نگهداری متفاوت هستند، دشوار است.

در تحقیقی دیگر، Lewis (۲۰۰۵)، با تمرکز بر چرخه‌ی هیدرولوژیک مؤثر بر رویشگاه‌های مانگرو یکی از مهم‌ترین شرایط محیطی لازم برای توسعه رویشگاه‌های مانگرو قرار گرفتن در پلت‌فرم شیب‌دار بالاتر از سطح دریا که حداکثر در ۳۰ درصد اوقات تحت تأثیر جزر و مد زیر آب رود. وی جاری شدن آب به مدت بیشتر و به صورت مکرر را باعث استرس و مرگ درختان حرّا دانسته است. ارزیابی هزینه دقیق قبل از طراحی و اجرای پروژه و تلاش برای جبران برخی از این هزینه‌ها با ایجاد مزارع مانگرو متمرکز متشکل از چند گونه محدود، با برداشت محصولاتی از قبیل چوب به طور موقت از دیگر پیشنهادهای این تحقیق است. وی مهم‌ترین عامل در طراحی موفق پروژه مرمت جنگل‌های مانگرو را شناخت عوامل هیدرولوژیک حاکم شامل: عمق، مدت و فراوانی جاری شدن آب جزر و مدی در رویشگاه‌های طبیعی موجود (سایت مرجع) در منطقه‌ای که در آن طرح جنگل‌کاری اجرا خواهد شد دانسته است.

Luo و همکاران (2010) در مقاله‌ای با عنوان «مقایسه ترکیب و ساختار گونه‌ها بین جنگل‌های مانگرو طبیعی و دست‌کاشت» در خلیج شنژن در جنوب چین، مقایسه‌ای بین پارامترهای رویشی حرّا و سه گونه مانگرو دیگر در دو نوع جنگل مانگرو انجام

www.SID.ir

Archive of SID

دادند. در این بررسی مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر گونه‌های مانگرو میانگین دمای ماهانه، متوسط تبخیر سالانه، متوسط بارش سالانه، میانگین دامنه‌ی جزر و مدی، میانگین شوری آب، حداقل دما، حداکثر دما و میزان اسیدیته آب معرفی شد.
Bhalla و همکاران (2008)، پژوهشی با عنوان «بررسی آسیب‌پذیری و احیاء زیستگاه‌ها در سواحل هند» انجام دادند و ضمن اشاره به اهمیت عناصر موجود در خاک در موفقیت کاشت درختان مانگرو، پارامترهای شوری و اسیدیته آب و خاک و بافت خاک را به عنوان مهمترین پارامترهای مؤثر در جوامع مانگرو مورد اندازه‌گیری و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که دامنه اسیدیته آب بین ۷/۹ تا ۸/۳، دامنه اسیدیته خاک بین ۷/۴ تا ۸/۵، دامنه شوری آب بین ۲۴ تا ۳۵ گرم بر لیتر، دامنه شوری خاک بین ۵ تا ۶/۲ گرم بر لیتر و جنس خاک لومی ماسه‌ای، رسی لومی و رسی لومی ماسه‌ای است.
با توجه به نیاز روزافزون به حفظ و بازسازی عرصه‌های اکولوژیک در استان هرمزگان که از استانهای خشک کشور با زیستگاه‌های بسیار مهم و در عین حال حساس می‌باشد، بالا بردن شانس موفقیت این طرح‌ها اهمیت فراوانی در توسعه این گونه فعالیت‌ها در سطح استان و جلوگیری از هدررفت بودجه و امکانات خواهد داشت. یکی از مهم‌ترین عوامل در رسیدن به این هدف کمک به یافتن مکان مناسب اجرای این پروژه‌ها با استفاده از روشهای علمی و توجه به شرایط خاص منطقه‌ای است. از سوی دیگر، رویشگاه‌های ساحلی هرمزگان با دوگونه منحصر به فرد حرّا و چَندَل در کرانه‌های خلیج فارس و دریای عمان در مجاورت بوم‌سازگان بیابان‌های ساحلی ارتباط زیست محیطی و اقتصادی- اجتماعی گسترده‌ای با این مناطق دارند. با توجه به این موارد احیاء بیولوژیک و توسعه پوشش گیاهی این مناطق اهمیت بالایی در توسعه پایدار زیست‌بوم بیابانی ساحلی دارد.
این در حالیست که مکان‌یابی مناطق مستعد احیاء بیولوژیک تاکنون بیشتر متکی بر روش‌های تجربی و آزمون و خطا بوده است. لذا در این تحقیق سعی شده است با تکیه بر اطلاعات موجود، روشی علمی و استاندارد برای مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه فعالیت جنگل‌کاری و احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو در بخشی از استان به مرحله اجرا درآمده و در صورت دستیابی به نتیجه مناسب مبنای عمل سازمانهای ذیربط قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

شهرستان سیریک با وسعت ۳۵۰۰ کیلومترمربع در استان هرمزگان و در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی میناب در ساحل دریای عمان واقع شده است. شاخص خشکی دومارتن نشان می‌دهد منطقه دارای اقلیم خشک (بیابانی) است که در ۹ ماه نخست سال، شرایط خشک و کم‌آب بر آن حکم‌فرما است. بافت خاک سطحی لوم و بافت خاک تحتانی اغلب لومی تا لومی- رسی- شنی است. در خاک این نواحی، pH از ۷/۸۵ تا ۷/۹۶، EC از ۳۵/۴ تا ۴۶/۹ دسی‌زیمنس بر متر و مواد آلی از ۰/۶ تا ۰/۹ درصد در تغییر است. وضعیت زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نظر مورفولوژی بسیار ساده بوده و ساختمان پیچیده‌ای ندارد و تنها شامل یک تراس آبرفتی می‌باشد که قسمتی از آن فرسایش یافته، این منطقه از نظر سنی جوان بوده از سازندهای متعلق به دوره کواترنر (دوران چهارم زمین‌شناسی) پوشیده شده است (صادقی، ۱۳۸۴).
حرّا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.)[1] رایج‌ترین گونه در جنگل‌های مانگرو ایران است و در تمامی رویشگاه‌های ایران از ام‌الگرم بوشهر تا خلیج گواتر در خواستگاه اکولوژیک خود مستقر گشته است. مناطق عمده پراکنش آن در آسیا در تمام آسیای جنوب شرقی، بخش‌هایی از هندوستان، پاکستان و ایران است. سواحل جنوب ایران شمالی‌ترین مدار پراکنش گیاهان مانگرو و دارای یکی از بردبارترین گونه‌های آن است (نیلوفری، ۱۳۶۱). درختان حرّا در رویشگاه‌های ایران اجتماعاتی ناهمسال و چند اشکوبه اما خالص (به استثنا منطقه سیریک) تشکیل می‌دهند و از آنجا که توانایی ایجاد جَست[2] در این گیاه بالاست معمولاً به‌صورت جَست‌گروه‌های مسن با تاجی بزرگ و چتری دیده می‌شوند (دانه‌کار، ۱۳۷۵).

۱ تاکسونومی جنس *Avicennia* تغییراتی داشته است. در منابع اولیه آنرا از خانواده‌ی Verbenaceae و در آثار جدیدتر از خانواده‌ی Avicenniaceae دانسته‌اند. بررسی‌های اخیر بر پایه‌ی مطالعات فیلوژنتیک نشان داده‌اند که از خانواده‌ی Acanthaceae منشاء گرفته است و آنرا در زیرخانواده‌ی Avicennioideae جای داده‌اند (نگارنده).

2. sprout

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌ی چَندَل (*Rhizophora mucronata Lam.*) به تیره *Rhizophoraceae* تعلق دارد، این تیره معروف‌ترین و یکی از پرجمعیت‌ترین خانواده‌های گیاهی مانگرو محسوب می‌شود. این خانواده نیز گسترش وسیعی در رویشگاه‌های مانگرو در عرصه جهان دارد و پراکنش آن سواحل گرمسیری آسیای شرقی، جنوبی، آفریقا، استرالیا و آمریکا را در بر می‌گیرد (زهزاد و مجنونیان، ۱۳۷۶). گونه چَندَل در ایران تنها در منطقه سیریک وجود دارد. این گونه به علت بردباری کمتر در برابر شوری نسبت به حرّا در فاصله کمتر و گاه در تماس با آب یا در داخل توده در فاصله نه‌چندان دور از آب مشاهده می‌شود. معمولاً حتی در حالت جزر نیز آبراهه‌های کوچکی در داخل اجتماعات چَندَل در جریان می‌باشد (دانه‌کار، ۱۳۷۳).

روش تحلیل سلسله مراتبی[3] معمول و فازی[4]

فرآیند AHP ترکیب معیارهای کیفی و غیرقابل لمس همراه با معیارهای کمّی و قابل لمس را به‌طور هم‌زمان امکان‌پذیر می‌سازد. این فرآیند از مقایسات دوبه‌دوی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌نماید. در واقع اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. چنین مقایسه‌ای نیازمند جمع‌آوری اطلاعات از طرف تصمیم‌گیرنده است (David, 1988). معیارهای مطرح‌شده می‌توانند کمّی یا کیفی باشند. این فرآیند با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم، توسط تصمیم‌گیرنده که عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد، آغاز می‌شود. مراحل سه‌گانه انجام کار در این روش عبارتند از:

۱. تهیه ماتریس مقایسه در هر سلسله مراتب
۲. محاسبه وزن‌های هر عنصر سلسله مراتب
۳. محاسبه نرخ ناسازگاری (Reddy, 2009).

برای محاسبه وزن هریک از پارامترهای انتخاب‌شده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Export Choice استفاده می‌شود. یکی از مزیّت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام‌شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. سازوکار بررسی سازگاری در قضاوت‌ها محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری[5] (IF) است. این معیار باید از ۰/۱ کمتر باشد. استفاده از این ضریب به تجزیه و تحلیل تصمیم قبل از انتخاب نهایی کمک می‌کند (Dey, 2000). درصورتی‌که معیار سازگاری بیشتر از ۰/۱ شود، نرم‌افزار کاربر را با اخطار ناسازگاری باخبر می‌سازد.

الگوریتم فازی- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Fuzzy-AHP)

به‌رغم محبوبیت عام روش AHP نقدهایی نیز در رابطه با ناتوانی در ترکیب، ابهام و نبود امکان ثبت تصمیمات با اعداد دقیق، به آن وارد شده است (Deng, 1999). منطق فازی که در برابر منطق کلاسیک مطرح شد، ابزاری توانمند برای حل مسائل مربوط به سامانه‌های پیچیده‌ی وابسته به استدلال، تصمیم‌گیری و استنباط بشری است (کوره‌پزان، ۱۳۸۷). پدیده‌های واقعی تنها سیاه یا تنها سفید نیستند، بلکه تا اندازه‌ای خاکستری هستند. پدیده‌های واقعی همواره فازی، مبهم و غیردقیق هستند (آذر و فرجی، ۱۳۸۷). برد توابع عضویت کلاسیک ($xA(x)$) مجموعه دو عضوی صفر و یک بوده در حالی که برد توابع عضویت فازی ($\mu\tilde{A}(x)$) بازه بسته صفر و یک است (کوره‌پزان، ۱۳۸۷).

در مجموعه‌های فازی تصمیم‌گیرنده می‌تواند آزادانه دامنه مقادیر مورد نظر را انتخاب کند (Vahidnia *et al.*, 2009). بنابراین، F-AHP دامنه‌ای از مقادیر را برای بیان عدم قطعیت تصمیم‌گیرندگان به کار می‌گیرد. در این روش برای مقایسه زوجی گزینه‌ها، از اعداد فازی و برای به دست آوردن وزن‌ها و برتری‌ها از روش میانگین هندسی استفاده می‌شود. چرا که این روش به‌سادگی به‌حالت فازی قابل تعمیم است و همچنین جواب یگانه‌ای برای ماتریس مقایسات زوجی تعیین می‌کند. در این روش تصمیم‌گیرنده می‌تواند مقایسات زوجی المان‌های هر سطح را در قالب اعداد فازی ذوزنقه‌ای بیان کند. در این پژوهش برای تهیه ماتریس مقایسات زوجی از نظرات استادان و کارشناسان منابع طبیعی استفاده شد. وزن‌دهی و محاسبات مربوط به اعداد فازی در محیط نرم‌افزار Excel و ترکیب لایه‌ها و تحلیل‌های مکانی در محیط نرم افزار ArcGIS انجام گرفت.

3. Analytical Hierarchy Process: AHP
4. Fuzzy AHP
5. Incompatibility Factor

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد لایه‌های اطلاعاتی و وزن‌دهی به آن‌ها

مقایسه دودویی

برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها چندین روش وجود دارد. در روش مقایسه دودویی معیارها دوبه‌دو باهم مقایسه می‌شوند و درجه اهمیت هر معیار به نسبت دیگری مشخص می‌شود. در این بررسی از روش استاندارد (روش ساعتی[6]) برای تعیین اهمیت هر معیار و نیز زیر معیارها استفاده شد. در روش استاندارد به هر مقایسه دودویی، عدد ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود.

وزن‌دهی به معیارها

با بررسی منابع و مطالعات پیشین، استفاده از اطلاعات وضعیت منطقه و با جمع‌آوری نظر متخصصان، عوامل تأثیرگذار محیطی بر احیاء اراضی، معیارها و کلاس‌های مناسب برای احیاء اراضی تعیین شد. در جدول (۱) انتخاب معیارها و ارزش‌گذاری وزنی آن‌ها با استفاده از روش فازی ارائه شده است. این معیارها با استفاده از روش دلفی و استفاده از نظر ۹ نفر متخصص خبره تعیین گردید. ارزش معیارها و طبقه یا کلاسه‌های هر معیار بر اساس طراحی پرسش‌نامه و دریافت نظرات خبرگان متخصص در دو دور انجام دلفی و رسیدن به اجماع تعیین گردید. معیارها شامل ژئومورفولوژی، بافت خاک، کاربری اراضی، خور، فاصله از رویشگاه‌های موجود حرّا و چَندَل، پراکنش گل‌خورک، هدایت الکتریکی، شیب، عمق آب و خط جزر و مد بود. بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها برای هر لایه وزن‌های اختصاص یافته به متغیرها با نرخ ناسازگاری ۰/۰۷ به شرح زیر است.

معیار کاربری اراضی

ارزیابی و تناسب زمین، ابزاری برای طراحی و پیش‌بینی الگوی بهینه کاربری زمین است که سعی دارد مناقشات و کشمکش‌های زیست‌محیطی را به حداقل برساند (Eastman, 1995). چنانچه ارزیابی تناسب یا استعداد زمین به صورت یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکپارچه شود الگویی برای کاربری زمین ارائه می‌کند که مناقشات را به حداقل رسانده و نظرات دست‌اندرکاران را نیز تا حد زیادی لحاظ می‌کند (Sukopp, 1995).

معیار شیب

معیار شیب، میزان تغییر ارتفاع در جهت نزول شیب را اندازه‌گیری می‌کند، توابع شیب در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی بر اساس ارتفاع نقاط در مدل رقومی زمین و فاصله آن‌ها از هم شیب را برای هر یک از سلول‌ها محاسبه می‌نمایند. محاسبه‌ی شیب می‌تواند بر حسب درجه یا درصد باشد. ارزش هر سلول در نقشه شیب معادل شیب توان آن خواهد بود. با استفاده از تابع طبقه‌بندی می‌توان از نقشه شیب، نقشه طبقات شیب تهیه نمود.

معیار جزر و مد

عملیات احیاء و توسعه این جنگل‌ها، علاوه بر مسایل و مشکلات عمومی اجرایی پروژه‌های بیولوژیک، تابع شرایط خاص سواحل دریا است که به طور عمده ناشی از جزر و مد می‌باشد. جنگل های مانگرو در محدوده جزر و مدی بین حداکثر مد و حداقل جزر قرار دارند. با توجه به اهمیت قرار گرفتن ریشه‌ها داخل آب در هنگام مد و در معرض هوا در هنگام جزر، محدوده جزر و مد به سه کلاس تقسیم و وزن دهی گردید.

معیار ژئومورفولوژی

این معیار شامل تپه ماسه‌ای، ساحل صخره‌ای، ساحل ماسه‌ای، مخروط‌افکنه، دریا، دشت‌سر، تپه، فلات نمکی، کوهستان، دلتا، جنگل‌های مانگرو، فلات جزر و مدی، جزایر سدی و خور می‌باشد.

معیار فاصله از جنگل‌های مانگرو موجود

رویش‌های مانگرو منطقه سیریک در حد فاصل دو رودخانه گز و حیوی در خورهای پاچور، نخل زیارت، گارندهو، زیارت، گناری، آذینی و کرتان وجود دارند که صرف نظر از دو خور اول در دیگر خورها، اجتماعات حرّا و چَندَل را می‌توان در کنار هم مشاهده کرد. نزدیک‌ترین خور دارای مانگرو (خور پاچور) در فاصله‌ای حدود ۱۵ کیلومتر از مرکز بخش سیریک قرار دارد و آخرین خور (خور کرتان) در ۲۷ کیلومتری سیریک قرار دارد (صادقی، ۱۳۸۴).

6. Saaty

www.SID.ir

Archive of SID

معیار بافت خاک

بررسی بافت خاک در مناطق رویشگاهی حرّا و چَندَل مشخص کرده است که در هر دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری مقدار سیلت خاک نسبت به رس و ماسه برتری دارد که ممکن است ناشی از عدم وجود امواج حاوی شن و ماسه از سمت بستر دریا به سواحل و یا ناشی از انتقال ماسه از طریق سیستم جوی که در اثر بادافشانی باشد.

Rajkumar و همکاران (2009) در بررسی خود نشان دادند کمبود جریان دائمی آب از سرزمین مادری ممکن است دلیلی برای یکنواختی بافت خاک در داخل جنگل‌های مانگرو باشد. علاوه بر این Clarke & Kerrigan (۲۰۰۰) نشان دادند که بافت خاک یک عامل تنظیم کننده سطح هدایت الکتریکی، مواد آلی، pH، فسفر کل و ازت کل در محیط زیست در برگیرنده جنگل‌های مانگرو شمال استرالیا می باشد.

معیار پراکنش گل‌خورک

گل‌خورک‌ها[۷] ویژه‌ترین نوع ماهی در جنگل‌های مانگرو ایران محسوب می‌شوند که در تمام رویشگاه‌های مانگرو در استان هرمزگان نیز مشاهده می‌شوند. این آبزی کوچک که در ابعاد ۱۵ تا ۳۵ سانتی‌متر همه‌جا بر پهنه‌های گلی رویشگاه به ویژه در هنگام جزر آب در حال جست و خیز مشاهده می‌شود، جانوری با شرایط ویژه زیستگاه‌های انتقالی است و توانایی زیست در هر دو زیست‌بوم محل زندگی خود را دارد. گل‌خورک‌ها که ماهیان خزنده نیز نامیده می‌شوند، کفه‌های گلی، دالان‌ها و حفره‌هایی ایجاد می‌کنند و در هر دو حالت جزر و مد فعالند (زهزاد و مجنونیان، ۱۳۷۶). فعالیت این جانداران نقش مهمی در آماده‌سازی شرایط تهویه بستر رویشی مانگروها به ویژه در مراحل ابتدایی استقرار دارد.

معیار هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی به عنوان روش ارزیابی سریع در بررسی اثرات افزایش مواد آلی در رسوبات مناطق دریایی کاربرد داشته و بررسی‌های طرح حاضر نشان می‌دهد که روند تغییرات EC خاک به شدت تحت تأثیر EC آب قرار دارد (مانند pH).

معیار خور

خورهای شهرستان سیریک، شامل خورآذینی، کرتان، زیارت، پاچور و گناری، گستره ای به وسعت ۷۷۳ هکتار از اجتماعات آمیخته، نامنظم و ناهمسال از درختان حرّا و چَندَل را در خود جای داده است و از لحاظ فراهم نمودن منطقه رویشی و گسترش منطقه ریشه‌دوانی گیاهان مذکور در امتداد ساحل، نقش مهمی دارد.

معیار عمق آب

این معیار با توجه به **شرایط** زیستی مطلوب برای مانگروها که در منابع تحقیق مشاهده شد، مورد توجه قرار گرفت. عمق مطلوب رویشگاه‌های مانگرو باید به اندازه‌ای باشد که در زمان جزر با بیرون آمدن منطقه ریشه‌دوانی و انجام تنفس توسط ریشه‌ها همراه شود. در زمان مد، بالا آمدن آب دریا در حد ارتفاع معمول باید باعث پوشیده شدن منطقه به وسیله آب و تامین رطوبت لازم و امکان آبشویی باشد.

نتایــج

با جمع‌بندی نظر کارشناسان در ارتباط با وزن و اهمیت هر یک از لایه‌های اطلاعاتی که در جدول (۱) آمده است مقدار تأثیر هر یک از عوامل بر روی نقشه نهایی مشخص گردید که نتایج به دست آمده در جدول شماره (۱) مشخص شده است.

مطابق با رابطه شاخص تناسب، S. I وزن‌های محاسبه شده در هر سطح سلسله مراتب در لایه‌ی مربوطه ضرب گردیده و سپس این لایه‌ها با یکدیگر تلفیق شدند. بدیهی است، مجموعه سلول‌هایی که دارای بیشترین ارزش باشند به عنوان مناسب‌ترین مکان برای احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو انتخاب می‌شوند. لذا در نقشه نهایی برای اولویت‌بندی مکان‌ها جهت احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو، منطقه مورد مطالعه به ۴ طبقه تقسیم گردید.

7. Mudskippers

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. وزن‌دهی شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی رویشگاه مانگرو به روش AHP

نام معیار	زیر معیار		وزن زیرمعیار		وزن معیار	نرخ ناسازگاری
شیب	>۲		۰/۱		۰/۰۳۶	۰
	۰-۲		۰/۹			
کاربری اراضی (ساحلی)	بدون پوشش و بیرون زدگی سنگی	۰/۰۲۲	بستر رودخانه	۰/۱۰۷	۰/۰۲۱	۰/۰۹
	جنگل تنک	۰/۰۴۹	بیشه زار و درختچه‌زار	۰/۰۲۲		
	زراعت آبی و باغات	۰/۰۴۱	اراضی شور و نمک‌زار	۰/۰۵۷		
	جنگل‌های مانگرو	۰/۳۷۶	پهنه‌های ماسه‌ای	۰/۰۴۲		
	جنگل‌های دست کاشت	۰/۲۲۶	منطق مسکونی و تأسیسات	۰/۰۲۲		
	مراتع کم تراکم			۰/۰۳۶		
خور	وجود دارد		۰/۹		۰/۱۰۷	۰
	وجود ندارد		۰/۱			
بافت خاک	سبک		۰/۰۹۱		۰/۰۶۷	۰
	سنگین		۰/۰۹۱			
	متوسط		۰/۸۱۸			
هدایت الکتریکی	>۴۶		۰/۰۸۱		۰/۰۳۷	۰/۰۶
	۳۶-۴۶		۰/۱۸۸			
	۳۶<		۰/۷۳۱			
عمق آب	>۰		۰/۰۶۶		۰/۲۳۹	۰/۰۸
	۰ - (-۲)		۰/۱۴۹			
	-۲<		۰/۷۸۵			
پراکنش گل‌خورک	وجود دارد		۰/۹		۰/۱۱۹	۰
	وجود ندارد		۰/۱			
فاصله از جنگل‌های مانگرو موجود	فاصله زیاد		۰/۱		۰/۲۴۴	۰
	فاصله کم		۰/۹			
خط جزر و مد	محدوده جزر و مدی		۰/۹		۰/۰۶۱	۰/۰۰۶۷
	خارج از محدوده جزر و مدی		۰/۱			
ژئومورفولوژی	کوهستان	۰/۰۱۳	سواحل ماسه‌ای	۰/۰۴۲	۰/۰۶۸	۰/۰۲
	فلات های نمکی	۰/۰۱۴	مخزوطه افکنه	۰/۰۹۷		
	تپه‌ها	۰/۰۱۴	دلتا	۰/۱۴۵		
	دشت‌سر	۰/۰۱۴	جنگل‌های مانگرو	۰/۱۴۵		
	تپه‌های ماسه‌ای	۰/۰۱۶	فلات جزر و مدی	۰/۱۵۱		
	دریا	۰/۰۱۶	جزایر سدی	۰/۱۵۲		
	سواحل صخره‌ای	۰/۰۱۶	خور	۰/۱۶۴		

در ماتریس زوجی درصد ناسازگاری[8] باید کمتر از ۰/۱ باشد که در این تحقیق برابر با ۰/۰۷ محاسبه گردید.

مناطقی که بیشترین ارزش وزنی را داشتند به عنوان مناطق با بهترین کیفیت (بسیار مناسب) و کیفیت خوب (مناسب) جهت احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو در منطقه تشخیص داده شدند که مساحتی بالغ بر ۶۰۷۴ هکتار از کل مساحت منطقه که

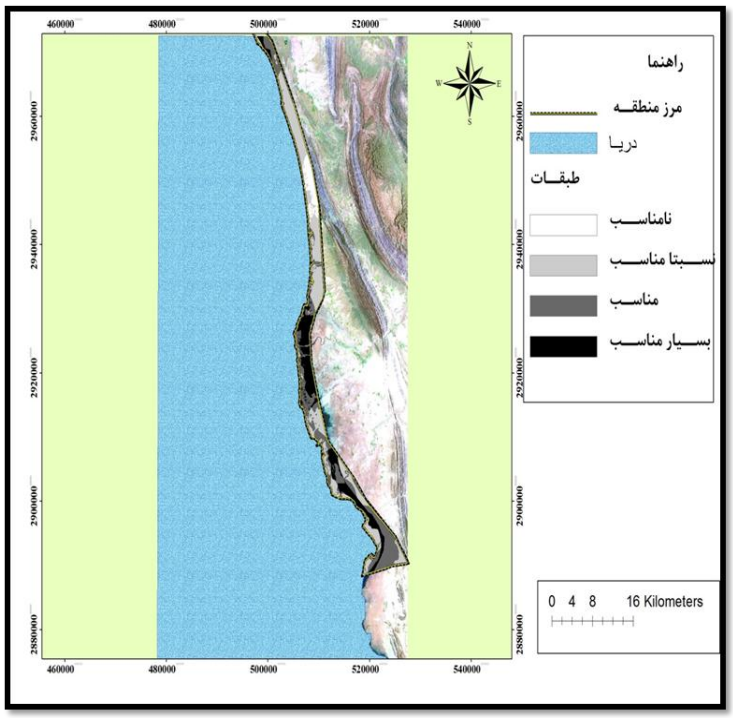
8. Incompatibility

www.SID.ir

Archive of SID

معادل ۲۶ هزار هکتار می‌باشد را شامل می‌شود. این محدوده‌ها عمدتاً در شمال و شرق دشت قرار دارند (شکل ۱). سایر مناطق نیز با توجه به ارزش وزنی نهایی، طبقه‌بندی شد که مساحت هریک از آنها در شکل ۳ آمده است. به منظور ارزیابی صحت اولویت‌های مکانی سامانه احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو تعیین شده توسط مدل AHP، نقشه نهایی با سامانه کارهای اجرا شده توسط اداره کل منابع طبیعی در منطقه مطالعاتی (که نتایج موفقی را نیز به دنبال داشته) مطابقت داده شد. نتایج این مقایسه نشان داد که طرح اجرا شده، در محدوده مناطق بسیار مناسب و مناسب که توسط مدل تعیین شده بود قرار گرفته است. لذا بر این اساس صحت نقشه نهایی نیز مورد تایید قرار گرفت.

عرصه‌های مناسب جهت احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو را می‌توان سامانه‌ای در نظر گرفت که در آن باید کلیه معیارهای مرتبط حتی‌الامکان بهینه انتخاب گردند. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) جهت مدیریت بهینه داده‌ها، پایگاه داده مکانی ایجاد گردید و لایه‌های مورد استفاده داخل آن قرار داده شد. سپس با استفاده از نتایج حاصل از وزن‌دهی به متغیرها به روش تحلیل سلسله مراتبی نقشه مطلوبیت مکان‌های مناطق مستعد احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو به دست آمد. به منظور مکان‌یابی گونه حرّا با استفاده از مدل ارزیابی چندمعیاره (MCE)، وزن هر معیار در نقشه درصد آن ضرب شد و نقشه مکان‌های مناسب کاشت حرّا، از جمع حاصل‌ضرب نقشه‌های معیارها و بر اساس نقاط عطف منحنی فراوانی تجمعی پیکسل‌ها (شکل‌های ۱، ۲ و ۳) در ۴ کلاس طبقه‌بندی گردید.

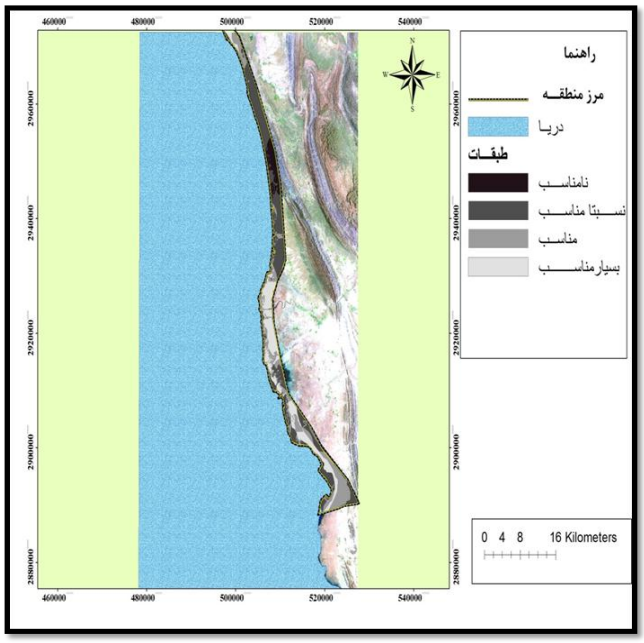


شکل ۱. مناطق مستعد احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو منطقه سیریک استان هرمزگان

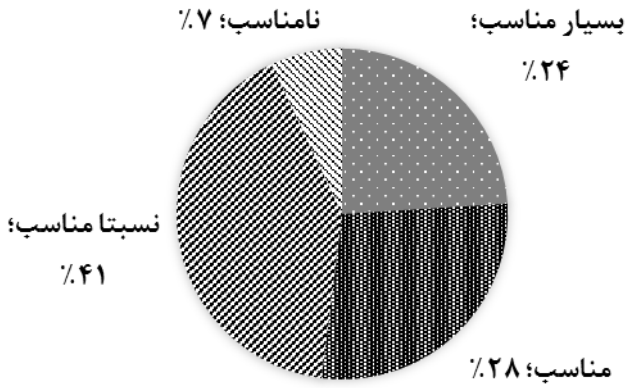
مناطقی که در بازدیدهای میدانی به عنوان مناطق مستعد احیاء بیولوژیک معرفی شده‌اند عمدتا شامل مناطق با شیب نزدیک به صفر، خورها، جزایر و فلات‌های جزر و مدّی، میانگین عمق ۲ متری از سطح دریا و با فاصله کمتر از یک کیلومتر از مناطق حضور جنگل‌های مانگرو هستند. بر این اساس اکثر مناطق مستعد احیاء در شرق و شمال شرق منطقه مورد بررسی قرار دارند. همچنین طبقه‌بندی پهنه‌های مستعد بر اساس مساحت آن‌ها مشخص کرد بیشترین وسعت به ترتیب مربوط به مناطقی با کیفیت نسبتاً مناسب و مناسب است (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مناطق مستعد احیاء بیولوژیک جنگل‌های حرّا منطقه سیریک استان هرمزگان



شکل ۳. درصد مساحت طبقات مستعد و غیر مستعد احیاء جنگل‌های مانگرو در منطقه مورد بررسی

بحث

امروزه یافتن مکان یا مکان‌های مناسب برای ایجاد یک فعالیت در حوزه جغرافیایی معین جزء مراحل مهم طرح‌های اجرایی، به‌ویژه در سطح کلان ملی به شمار می‌رود. جهت انتخاب مناطق مستعد احیاء بیولوژیک رویشگاه مانگرو، یکی از مناسب‌ترین ابزارها، استفاده از مدل‌های رایانه‌ای است. تاکنون مکان‌یابی با استفاده از منطق فازی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در زمینه‌های تخصصی مختلف انجام شده است، با توجه به نیاز این حوزه مطالعاتی در زمینه به کارگیری و ارائه مدل‌های جدید مبتنی بر سیستم‌های اطلاعاتی، استفاده از این مدل جهت تعیین اراضی مناسب احیاء بیولوژیک رویشگاه‌های مانگرو، با درجه ریسک کمتر و یا درجه موفقیت بیشتر احیاء این رویشگاه‌ها برای اجرای طرح‌های مقابله با بیابان‌زایی (بیابان‌های ساحلی) و جنگل‌زایی، مهمترین هدف این تحقیق است. معیارهای محلی بر حضور یا عدم حضور گونه مانگرو در یک منطقه دلالت دارد، این معیارها منبعث از شرایط توپوگرافی، برخی محدودیت‌های آب و هوایی (مانند میزان بارش سالانه، تبخیر سالانه، حداکثر مطلق دما، نوع اقلیم)، ارتفاع امواج، رژیم جزر و مدی، کیفیت آب (عناصر موجود، اسیدیته، شوری، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، کل جامدات محلول)، شاخابه‌های ساحلی (خورها و مصب‌ها) و ویژگی‌های فیزیکی بستر (بافت خاک) است.

نتایج نشان می‌دهد که گزینه‌های مشخص شده به عنوان گزینه برتر به وزن‌دهی معیارها و قواعد تصمیم مورد استفاده در روند تصمیم‌گیری بستگی دارد. بنابراین ویژگی‌های مساله تصمیم‌گیری، ویژگی‌های تصمیم‌گیران و روش‌های ترکیب و ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

سناریو می‌بایست در انتخاب گزینه برتر مد نظر قرار گیرد. ویژگی‌های مسأله تصمیم‌گیری با اندازه و پیچیدگی مسأله (تعداد معیارها، گزینه‌ها و محدودیت‌ها) و میزان خطاهای موجود در داده‌ها و عدم قطعیت در ارتباط است. ویژگی‌های تصمیم‌گیران مشتمل بر توانایی یا شایستگی‌های آنها در تبین مقادیر و انواع مختلف اطلاعات ترجیحی است.

هدف از انجام این تحقیق تهیه اطلاعات اولیه، به منظور تدوین روشی برای مدل‌سازی و تعیین مناطق مستعد احیاء جنگل‌های مانگرو و تهیه نقشه پهنه‌بندی این مناطق در ایران بود. به منظور دستیابی به این هدف روش‌های فازی و Fuzzy AHP و بولین[9] در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار گرفت و کارآمدی مدل فازی در برنامه‌ریزی‌های زیست محیطی جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی کاربردی تجربه گردید. در به کارگیری مدل فازی، عملگرهای متنوعی برای تلفیق متغیرهای عضویت با یکدیگر که همان عوامل مؤثر در اجرای مدل مورد استفاده هستند به کار گرفته می‌شوند. نتایج نشان داد عمل‌گر جمع فازی (همپوشانی) از کارآیی بالاتری نسبت به سایر روش‌ها در تعیین مناطق مستعد جنگل‌کاری مانگرو، برخوردار است. با بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در منطقه سیریک استان هرمزگان مناطق مناسبی برای احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو وجود دارد. البته مناطق معرفی شده به عنوان مکان‌های بهینه نمی‌توانند کاملاً جامع باشند بنابراین فقط برای مطالعات تفصیلی و جامع‌تر معرفی می‌شوند. اما با قاطعیت می‌توان گفت از میان روش‌های انجام گرفته برای مکان‌یابی، روش همپوشانی به عنوان روشی با عملکرد بهتر در مطالعات تکمیلی آینده قابل استفاده است. مهم‌ترین فاکتورهای مکان‌یابی مناطق مستعد احیاء بیولوژیک جنگل‌های مانگرو در استان هرمزگان با در نظر گرفتن نتایج این پژوهش به ترتیب اولویت عبارتند از : ۱- پراکنش جنگل‌های مانگرو، ۲- عمق آب، ۳- پراکنش گل‌خورک. این فاکتورها در مجموع حدود ۶۰ درصد وزن کل معیارها را شامل می‌شوند. لازم به ذکر است پراکنش گل‌خورک به عنوان یک موجود زنده خود تحت تاثیر عوامل محیطی متعددی است که می‌تواند در پژوهش‌های مکمل مورد توجه قرار گیرد. اما به عنوان یک شاخص استفاده از این لایه‌ی اطلاعاتی نقش مهمی در تسهیل مطالعات مکان‌یابی خواهد داشت.

در ادامه چکیده‌ای از تحقیقات دارای بیشترین ارتباط با تحقیق حاضر آورده شده است که بسته به مورد در هر کدام به اهمیت یک یا چند معیار به کار رفته در این تحقیق اشاره شده و از این لحاظ تأیید کننده نتایج ارایه شده می‌باشند. از جمله‌ی این تحقیقات می‌توان به محمدی‌زاده و همکاران (۱۳۸۷)، دهقانی (۱۳۹۲) و (Gilman and Ellison, 2007) که معرفی موفق گونه‌های مانگرو در یک منطقه را مشروط به شرایط زیست محیطی منطقه شامل معیارهای مدت، فراوانی و عمق آب گرفتگی، انرژی امواج، میزان شوری و اسیدیته آب و خاک، بافت خاک و رسوبات، ثبات رسوبات، مواد غذایی خاک و شیب دانستند.

Zaldivar-Jimenez و همکاران (2010) پژوهشی در جنگل‌های مانگرو جنوب شرق مکزیک با هدف معرفی مفاهیم ضروری برای استقرار مجدد جنگل های مانگرو انجام دادند. در این بررسی اشاره شده که الگوهای مختلف ساختاری و عملکردی جنگل‌های مانگرو تحت تأثیر شرایط زیست‌محیطی محلی و منطقه‌ای بوده و از آنجا که علت عدم موفقیت اکثر پروژه‌های احیاء به دلیل عدم ارزیابی شرایط زیست‌محیطی است شناخت این شرایط زیست‌محیطی مانند شرایط آب و هوایی، میانگین بارش سالانه، نرخ تبخیر سالانه، رژیم جزر و مدی منطقه، توپوگرافی و عناصر موجود در آب جاری منطقه و همچنین الگو و ساختار جنگل‌ها در برنامه مدیریت، احیاء و استقرار مجدد اکوسیستم‌های آسیب دیده بسیار مؤثر است.

صفیاری و نصوری در سال ۱۳۸۷، در کتاب «توسعه جنگل‌های مانگرو»، مهمترین عوامل طبیعی مؤثر بر توسعه جنگل‌های مانگرو در شرایط رویشگاه‌های کشور را رژیم جزر و مدی، منابع آب شیرین، جنس بستر، زهکشی، شوری آب، شیب زمین، اقلیم، عرض جغرافیایی، بافت خاک، رطوبت خاک، غلظت مواد آلی و معدنی و هدایت الکتریکی خاک بیان کردند.

Ahmed و Khedr (۲۰۰۷)، در پژوهشی با عنوان «بررسی الگوی پراکنش حرّا و چَندَل در طول سواحل دریای سرخ در مصر» خاک با بافت ماسه‌ای رسی، اسیدیته ۷/۵۸، هدایت الکتریکی ۲۴۸/۸۹ (ds/m) و غلظت مناسب عناصری همچون سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات، کربنات کلسیم و کربن آلی را در دو جامعه خالص حرّا و آمیخته با گونه چَندَل مورد بررسی قرار دادند. نتیجه این مطالعه تأکید بر حضور اجتماعات حرّا در زمین‌های گلی با شوری بالا دارد.

9. Boolean

www.SID.ir

Archive of SID

با نگاهی گذرا به مطالعات انجام شده مشاهده می‌شود که شباهت‌های کلی در بین آن‌ها وجود دارد هرچند تفاوت‌هایی نیز به دلیل شرایط خاص منطقه‌ای در هر مطالعه دیده می‌شود. در نهایت به منظور جمع‌بندی یا مرتب نمودن معیارهای گوناگون و متفاوت شناسایی شده مطابق جدول (۱)، در یک چارچوب جدید بر اساس فراوانی استفاده از هر معیار، نتایج نشان داد: معیار عمق آب و کاربری اراضی به ترتیب بیشترین و کمترین کاربرد را در تبیین و تفسیر توزیع مکانی جنگل‌های مانگرو و درختان حرّا در رویشگاه‌های مختلف داشته‌اند. در این تحقیق نیز معیار عمق آب با اختلاف بسیار ناچیزی از معیار فاصله از رویشگاه‌های کنونی مانگرو که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده دومین عامل حائز اهمیت است. معیار کاربری اراضی در این مطالعه رتبه آخر را از لحاظ وزن تاثیرگذاری دارا بوده و از این نظر تأیید کننده نتایج سابق است. مهم‌ترین تفاوت این تحقیق با مطالعات پیشین جمع‌بندی و تلفیق داده‌های مکانی به منظور ارایه مدل مکان‌یابی جنگل‌کاری مانگرو است که در بررسی منابع مشابه مشاهده نشد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت پژوهشکده هرمز دانشگاه هرمزگان انجام شده و بدینوسیله از زحمات و پیگیری اعضای شورای پژوهش و کارشناسان این پژوهشکده قدردانی می‌گردد. ضمناً از همکاری جناب آقای مهندس بیژنی کارشناس اداره منابع طبیعی شهرستان سیریک صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

آذر، ع. ، فرجی، ح. ۱۳۸۷. علم مدیریت فازی. انتشارات مهربان نشر، تهران. ۳۰۸ ص.

دانه‌کار، ا. ۱۳۷۳. بررسی مانگروهای منطقه سیریک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور. ۱۷۴ ص.

دانه‌کار، ا.، ۱۳۷۵. جنگل‌های مانگرو ایران. فصلنامه محیط زیست، جلد هشتم، شماره دوم (تابستان): ۸- ۲۳.

ذوالفقار، س. ۱۳۸۷. مکان‌یابی برای حفاظت بیرونی سرو خمره‌ای از طریق ارزیابی چندمعیاره مکانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج. ۱۵۶ص.

زهزاد، ب.، مجنونیان، ه. ۱۳۷۶. منطقه حفاظت شده حرّا (ذخیره زیست‌کره). اداره کل حفاظت محیط زیست هرمزگان. ۶۹ ص.

صادقی، ا. ۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات تراکم و تاج پوشش جنگل‌های مانگرو در حوزه‌ی دریای عمان، مطالعه موردی: منطقه جاسک و سیریک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران. ۸۰ ص.

صفیاری، ش .، نصوری، م. ۱۳۸۷. توسعه جنگل‌های مانگرو سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان، ۴۹۸ ص.

کوره‌پزان، ا. ۱۳۸۷. اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مدل‌سازی مسایل مهندسی آب، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر. ۲۶۱ ص.

نظری‌عدلی، س.، حبیبی، ک. ۱۳۸۵. تحلیل فضایی مکانی کشتارگاه شهر سنندج و مکان‌یابی کشتارگاه جدید به کمک منطق فازی و مدل شاخص‌های وزنی. سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی، قشم.

نیلوفری، پ.، ۱۳۶۳. بررسی مقدماتی شناسایی و تشریح چوب‌های درختان سواحل خلیج فارس و دریای عمان. گزارش شش ماه اول طرح شماره ۲۶۲، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

Ahmed, E.K.A., Khedr, A. 2007. Zonation pattern of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* along the Red Sea Coast, Egypt. World Applied Sciences Journal. 2(4): 283-288.

Bhalla, R.S., Ram, S., Srinivas, V. 2008. Studies on vulnerability and habitat restoration along the Coromandel Coast, Pondicherry, India. FERAL. UNDP and UNTRS. 245 p.

Brockmeyer, J.R., Rey, J.R., Virnstein, R.W., Gilmore, R.G., Earnest, L. 1996. Rehabilitation of impounded estuarine wetlands by hydrologic reconnection to the Indian River Lagoon, Florida (USA). Wetlands Ecology and Management. 4(2): 93-109.

Cintron-Molero, G. 1992. Restoring mangrove systems. In: Thayer, G.W. (ed.). Restoring the Nation's Marine Environment. Maryland Seagrant Program, College Park, Maryland. pp. 223-277.

www.SID.ir

Archive of SID

Clarke, P.J., Kerrigan, R.A. 2000. Do forest gaps influence the population structure and species composition of Mangrove stands in Northern Australia? Biotropica. 32(4): 642-652.

Dahdouh-Guebas, F. 2006. Mangrove forests and tsunami protection. McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology, New York, USA. pp. 187- 191.

David, H.A. 1988. The method of paired comparisons. Hafner Publishing. 2nd edition. New York. 200 p.

Deng, H. 1999. Multi-criteria analysis with fuzzy pairwise comparisons. International Journal of Approximate Reasoning. 21: 231-215.

Dey, P.K., Ramcharan, E.K. 2000. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion. In: Barbados Eastman, J.R., Weigen, j., Kyem, P.A.K., Toledano, J. 1995. Raster procedure for Multicriteria/Multiobjective decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 61(5): 539-547.

Field, C.D. 1998. Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. Marine Pollution Bulletin. 37 (8): 383-392.

Gilman, E., Ellison, J. 2007. Efficacy of alternative low-cost approaches to Mangrove restoration, American Samoa. Estuaries and Coasts. 30(4): 641-651.

Lewis, R.R. 1982. Mangrove forests. In: Lewis, R.R. (ed.). Creation and Restoration of Coastal Plant Communities. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 153-172.

Lewis, R.R. 1999. Key concepts in successful ecological restoration of mangrove forests. In: Proceedings of the TCE-Workshop No. II, Coastal Environmental Improvement in Mangrove/Wetland Ecosystems, 18–23 August 1998, Danish-SE Asian Collaboration on Tropical Coastal Ecosystems (TCE) Research and Training, Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific, Bangkok, Thailand. pp. 19-32.

Lewis, R.R. 2005. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. Ecological Engineering. 24(4): 403-418.

Luo, Z., Sun, O.J., Xu, H. 2010. A comparison of species composition and stand structure between planted and natural mangrove forests in Shenzhen Bay, South China. Journal of Plant Ecology. 3(3): 165-174.

Omo-Irabor, O.O., Olobaniyi, S.B., Akunna, J., Venus, V., Maina, J.M., Paradzayi, C. 2011. Mangrove vulnerability modeling in parts of Western Niger Delta, Nigeria using satellite images GIS techniques and spatial multi-criteria Analysis (SMCA). Environmental Monitoring and Assessment. 178: 39-51.

Oteng-Amoako, A.A., Louppe, D., Brink, M., Lemmens, R.H.M.J., Oyen, L.P.A., Cobbinah, J.R. 2008. Plant Resources of Tropical Africa. Volume 7. PROTA. 704 p.

Platong, J. 1998. Status of Mangrove forests in Southern Thailand. Wetlands International Thailand Programme, Hat Yai, Thailand, Publication No. 5.

Rajkumar, M., Perumal, P., Prabu, V., Perumal N., Rajasekar, K. 2009. Phytoplankton diversity in Pichavaram mangrove waters from south-east coast of India. Journal of Environmental Biology. 30(4): 489-498.

Reddy, M.V. 2009. World Heritage Site selection in sensitive areas: Andaman and Nicobar Islands. Journal of Heritage Tourism. 4(4): 267-285.

Sukopp, H., Numata, M., Huber, A. 1995. Urban ecology as basis of urban planning. Academic publishing, Hague. 110 p.

UNEP. 2011. Economic Analysis of Mangrove Forests: A case study in Gazi Bay. Kenya, UNEP. 42 p.

Vahidnia, M.H., Alesheikh, A., Alimohammadi, A. 2009. Hospital site selection using fuzzy AHP and derivatives. Journal of Environmental Management. 90(10): 3048-3056.

Vannucci, M. 2002. Indo-West pacific mangroves. Mangrove ecosystems, Springer Berlin Heidelberg. pp. 123-215.

Wells, S., Ravilous, C., Corcoran, E. 2006. In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from Mangroves and coral reefs. United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK. 33 p.

ZaldIvar-Jiménez, M.A., Herrera-Silveira, J.A., Teutli-Hernandez, C., Francisco, A. 2010. Conceptual Framework for Mangrove Restoration in the Yucatán Peninsula. Ecological Restoration. 28(3): 333-342.

www.SID.ir