

ارزیابی قابلیت اراضی برای توسعه جنگلکاری (مطالعه موردی: شهر سنندج)

صبا زمانی^{۱*}، مهتاب پیرباوقار^۲، نقی شعبانیان^۲ و هدایت غضنفری^۲

* نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. پست الکترونیک: s_zamani5731@yahoo.com

^۲ - استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۱۲

چکیده

با توجه به کمبود فضای سبز در شهرها و علاقه مردم به گذران اوقات فراغت در فضاهای باز و محیط‌های طبیعی، هر روز بیش از پیش تعداد استفاده‌کنندگان از فضاهای طبیعی و پارک‌های جنگلی افزایش می‌یابد. این تحقیق با هدف مکان‌یابی عرصه‌هایی که قابلیت احداث جنگلکاری را دارند، در محدوده‌ای با شعاع ۱۰ کیلومتر از شهر سنندج (۴۸۱۴۵ هکتار) انجام شد. ابتدا عامل‌های مؤثر بر هدف تحقیق، شامل عامل‌های رویشگاهی، شرایط اقتصادی - اجتماعی و کارکرد گردشگری شناسایی شدند و در مرحله بعد با گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای هر یک از عامل‌های مورد بررسی، لایه‌های اطلاعاتی تهیه شد. به منظور ارزیابی هر یک از لایه‌ها، پرسشنامه‌هایی طراحی شد. با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، معیارهای مورد بررسی به صورت زوجی مقایسه شدند. بر اساس مقدار اهمیت هر کدام از معیارها در مکان‌یابی عرصه برای جنگلکاری، به هر یک از عامل‌ها، وزن مناسبی اختصاص یافت. در نهایت کلیه لایه‌های اطلاعاتی در محیط Arc GIS روی هم گذاری شدند و نقشه قابلیت منطقه برای جنگلکاری تهیه شد. برحسب ارزشی که به هر بخش از منطقه مورد بررسی اختصاص یافته بود، نقشه نهایی مورد ارزیابی قرار گرفت و کل منطقه در پنج طبقه، طبقه‌بندی شد. مناطقی که بالاترین ارزش را به خود اختصاص دادند، برای احداث جنگلکاری در اولویت بالاتر قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: سنندج، پارک جنگلی، فضای سبز شهری، قابلیت اراضی، مکان‌یابی، تحلیل سلسله‌مراتبی.

مقدمه

(Majnunian, 1990). جنگلداری شهری درختانی را دربر می‌گیرد که در داخل و یا نزدیک شهرهاست و به‌علت اهمیت آنها در زیبایی مناظر و تفرجگاه‌ها، کاشته شده و شامل درختان کوچک‌ها، خیابان‌ها، پارک‌های شهری و همچنین درختان موجود در جنگل‌های شهری و باغات می‌شود (Hiberd, 1995). در کشور ما هدف از اصطلاح جنگلداری شهری سوق دادن شهرها به سمت فضای سبز است که در آن درختان نقش بیشتری داشته و نگهداشت آنها براساس فنون جنگلداری انجام می‌گیرد (Majnunian, 1994). هدف از جنگلداری شهری، فراهم کردن طولانی‌مدت فواید زیباشناختی، اقتصادی - اجتماعی، اکولوژیکی و فیزیولوژیکی برای ساکنین شهرها و حومه

امروزه افزایش سریع جمعیت و توسعه شهرنشینی سبب بروز مشکلات بزرگی مانند افزایش آلودگی هوا و ایجاد روان‌آب سطحی در بسیاری از شهرها شده است (Fernandez & Lutz, 2010). با توسعه شهرنشینی تغییرات زیادی در کاربری، پوشش زمین و همچنین عملکرد و ساختار اکوسیستم یک منطقه به وجود آمده است (James et al., 2011). پارک‌های جنگلی شهری وسیع با داشتن امکانات گردشگری، می‌توانند نقش مهمی در تأمین نیازهای تفریحی شهرها داشته باشند، چنان‌چه از مهم‌ترین منابعی که می‌تواند کیفیت تفریح را در یک شهر بالا ببرد، مناطق طبیعی و کمتر تغییر یافته از جمله پارک‌های جنگلی است

Jokandan (۲۰۰۸) در منطقه سه شهری زاهدان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و در نظر گرفتن عامل‌های مکان‌یابی فضای سبز شهری، مناطقی که با کمبود فضای سبز مواجه بودند را شناسایی کردند. Varesi و همکاران (۲۰۰۸) پس از الگوسازی و وزن‌دهی، اراضی حواشی رودخانه‌ها و زمین‌های خالی داخل شهر خرم‌آباد را مناسب‌ترین مکان‌ها برای احداث فضای سبز شهری تعیین کردند.

در پژوهش‌های خارجی نیز Svoray و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از روش آنالیز چندمعیاری و GIS در شهر Maale admin اسرائیل به تهیه نقشه مناطقی پرداختند که از نظر زیست‌محیطی برای چهار کاربری منابع طبیعی، جنگلکاری، مناطق مسکونی و صنعتی مناسب بودند. Gul و همکاران (۲۰۰۶a) به بررسی مناسب‌ترین مناطق برای ایجاد جنگلداری شهری در شهر اسپار تا ترکیه با استفاده از روش MCA (Multi Criteria Analysis) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مناطق نزدیک به مرکز شهر دارای موقعیت تفریحی خوبی بوده و مناسب‌ترین مناطق برای ایجاد جنگلداری شهری محسوب می‌شوند. Bunvong و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی که در خیابان‌های شهر بانکوک با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی و سنجش از دور انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که اراضی بایر و عمومی داخل شهر، مناسب‌ترین مکان‌ها برای جنگلکاری هستند. همچنین برای هر یک کیلومتر، کاشت ۱۶۸ اصله درخت را با فاصله ۱۸ متر تخمین زدند. Wu و همکاران (۲۰۰۸) با در نظر گرفتن معیارهای زیباشناسی، قوانین مالکیت منطقه، موقعیت منطقه و خصوصیات خاک منطقه، سطحی معادل ۱۰۹ کیلومترمربع را برای جنگلکاری در شهر لس‌آنجلس تخمین زدند. Chen و همکاران (۲۰۱۰) در استرالیا با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و AHP به تخمین مناسب‌ترین اراضی برای کشت محصولات کشاورزی پرداختند. در این پژوهش، مهم‌ترین معیارها شیب زمین، بافت خاک، رطوبت خاک و سفره آب زیرزمینی بودند. Morani و همکاران (۲۰۱۱) برای حذف آلودگی هوا، با در نظر گرفتن معیارهای غلظت بالای آلودگی هوا، جمعیت

شهرها است (Gul et al., 2006b). از فواید کاشت درختان در مناطق شهری این است که با جذب گازهای آلاینده و ذرات معلق موجود در هوا، سبب کاهش آلودگی هوا می‌شوند (Morani et al., 2011).

استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی شهری، امکان مکان‌یابی کاربری‌های مختلف شهری از جمله توسعه فضای سبز شهری را فراهم می‌کند (Norian & Shokohi, 2005). توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی در ارتباط با پردازش همزمان اطلاعات مکانی، تلفیق نقشه‌های مختلف و تولید نقشه به همراه اطلاعات جدید، سبب شده است تا از این سامانه در ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربردهای مختلف استفاده شود (Makhdoum et al., 2001). نظربه اینکه تصمیم‌گیری مناسب در مورد فرایندهای پیچیده موجود در جهان مشکل است، بنابراین مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری (Multi Criteria Decision Making/MCDM) برای ایجاد سهولت در این زمینه به وجود آمده‌اند (Anonymous, 2006). تصمیم‌گیری چندمعیاری یک ابزار تصمیم‌گیری است که برای مسائل پیچیده چندمعیاری استفاده می‌شود و مسائل را از نظر کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد (Gul et al., 2006a). تصمیم‌گیری چندمعیاری از مناسب‌ترین روش‌ها برای طرح‌های زیست‌محیطی، کاربری اراضی و مدیریت بخش کشاورزی، منابع طبیعی و منابع آبی محسوب می‌شود. همچنین استفاده از AHP یکی از مفیدترین روش‌ها برای به دست آوردن وزن معیارها در تصمیم‌گیری چندمعیاری است (Chen et al., 2011).

با توجه به اهمیت مسئله، در این تحقیق تلاش شده است تا از تحلیل چندمعیاری مکانی برای ارزیابی قابلیت مناطق برای جنگلکاری در اطراف شهر سندج استفاده شود.

Malek Ghasemi و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی در پارک جنگلی سرخه‌حصار در شرق تهران، به مکان‌یابی عرصه‌های مناسب برای توسعه جنگل و فضای سبز پرداختند. در نهایت مدل اکولوژیکی توان توسعه جنگل در پنج طبقه برای منطقه ارائه شد. Ebrahim Zadeh و Ebadi

باشند، نتایج مکان‌یابی رضایت‌بخش‌تر خواهد بود. در این پژوهش، شناسایی عامل‌های مؤثر بر اساس مرور منابع، تحقیق و بررسی موقعیت منطقه و نظرات کارشناسی انجام شد. این عامل‌ها شامل عامل‌های رویشگاهی زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیم (دما، بارندگی و باد)، عامل‌های فیزیوگرافی (شیب، ارتفاع و جهت)، منابع آب (آب‌های سطحی (رودخانه، نهر و چشمه) و آب‌های زیرزمینی (چاه و قنات)، عامل‌های اقتصادی، اجتماعی شامل جمعیت، اشتغال، تعداد دام و عامل‌های گردشگری شامل قابلیت دسترسی شبکه ارتباطی (فاصله از جاده)، تجهیزات شهری (برق، آب لوله‌کشی، گاز، شبکه اتوبوس‌رانی، مکان‌های تفریحی) و چشم‌انداز (پهنه دید و مسافت دید) است (Malek Ghasemi et al., 2005; Gul et al., 2006a; Ebrahim Zadeh & Ebadi Jokandan, 2008; Varesi et al., 2008; Eslami et al., 2010; Chen et al., 2010).

تهیه نقشه

کلیه داده‌های مکانی و غیرمکانی گردآوری شده، در محیط Arc GIS و Arc view تجزیه و تحلیل و پردازش شدند و نقشه‌های مختلف تهیه شد.

نقشه پوشش گیاهی

در این تحقیق نقشه اسکن شده پوشش گیاهی استان کردستان که توسط سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده بود، در محیط Arc GIS 9.3 زمین مرجع شد و محدوده مورد بررسی رقومی شد.

نقشه خاک‌شناسی

برای این منظور از نقشه رقومی شده قابلیت اراضی که بر مبنای مطالعات خاک‌شناسی از طریق برداشت نمونه‌های خاک توسط سازمان آب منطقه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شده بود، استفاده شد. این نقشه بر اساس اولویت هر بخش در توسعه جنگلکاری در محیط Arc GIS 9.3 به چهار طبقه (۱: اراضی با قابلیت کشت آبی؛ ۲: اراضی با قابلیت کشت دیم؛ ۳: اراضی مناسب برای چرای دام و ۴: اراضی بایر) تقسیم‌بندی شد.

زیاد و کم بودن درصد تاج‌پوشش، به تعیین بهترین مکان برای جنگلکاری در شهر نیویورک پرداختند.

هدف از این پژوهش، ارزیابی قابلیت اراضی برای توسعه جنگلکاری با استفاده از تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری مکانی و اولویت‌بندی عامل‌های مؤثر در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب جنگلکاری است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در محدوده‌ای به شعاع ۱۰ کیلومتر در اطراف شهر سنندج با مساحت ۴۸۱۴۵ هکتار انجام شد. از نظر موقعیت جغرافیایی، این منطقه در ۳۵ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. حداقل ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۵۰۰ متر و بیشترین آن ۲۷۰۰ متر است. شیب منطقه نیز از صفر تا بیش از ۱۰۰ درصد متغیر بوده و جهت عمومی منطقه جنوبی است. همچنین حداقل میانگین بارندگی سالانه ۳۴۵ میلی‌متر و بیشترین آن به ۴۸۰ میلی‌متر می‌رسد و حداقل دمای مطلق منطقه ۱۷- درجه سانتی‌گراد است. در منطقه مورد مطالعه، باد جنوبی، با بیشترین مقدار سرعت در ثانیه، باد غالب منطقه است و باد جنوب‌شرقی حداقل سرعت را در منطقه دارد.

نقشه‌ها و داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از نقشه پوشش گیاهی استان کردستان که توسط سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده است و نقشه‌های رقومی قابلیت اراضی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و داده‌های هواشناسی که از سازمان هواشناسی شهرستان سنندج گردآوری شد، استفاده شده است.

روش پژوهش

تعیین عامل‌های ارزیابی

شناسایی و انتخاب عامل‌های تأثیرگذار در مکان‌یابی، از مهم‌ترین مراحل این پژوهش است. هر قدر عامل‌های شناسایی شده با واقعیت‌های زمینی تطابق بیشتری داشته

نقشه دما

برای تهیه نقشه دما، حداقل دمای مطلق هشت ایستگاه موجود در منطقه برای سردترین ماه سال (بهمن ماه) طی یک دوره آماری دهساله محاسبه و برای تهیه نقشه دما از روش درون‌یابی استفاده شد. سپس نقشه دمای کل منطقه تهیه شد.

نقشه بارندگی

برای تهیه نقشه بارندگی منطقه موردبررسی، میانگین بارندگی طی یک دوره دهساله برای هشت ایستگاه موجود در منطقه محاسبه شد. برای تهیه نقشه بارندگی از روش درون‌یابی استفاده شد.

نقشه توپوگرافی

خطوط توپوگرافی منطقه موردبررسی، از ۱۲ برگ نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در محیط Microstation استخراج شد که پس از یکپارچه‌سازی نقشه‌ها، نقشه توپوگرافی منطقه تهیه شد.

نقشه شیب

با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه‌شده، مدل رقومی ارتفاع تهیه شد و با استفاده از آن، نقشه شیب منطقه تهیه و براساس نظر کارشناسان مربوطه در شش طبقه (صفر تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۸۰، ۸۰ تا ۱۰۰ و بیشتر از ۱۰۰ درصد) طبقه‌بندی شد.

نقشه سرعت باد

ابتدا نقشه هشت جهت جغرافیایی (شمال، شمال‌شرقی، شرق، جنوب‌شرقی، جنوب، جنوب‌غربی، غرب و شمال‌غربی) از نقشه مدل رقومی ارتفاع تهیه و سپس میانگین یک دوره دهساله سرعت باد برای هشت جهت جغرافیایی محاسبه شد و برای هرکدام از جهت‌ها، سرعت باد در نقشه اعمال شد.

نقشه ارتفاع

پس از تهیه مدل رقومی ارتفاع، نقشه طبقه‌های ارتفاعی منطقه طبق نظر کارشناسان مربوطه، در پنج طبقه (۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰، ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰، ۱۹۰۰ تا ۲۱۰۰، ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰ و ۲۳۰۰ تا ۲۷۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا) تهیه شد.

نقشه جهت

نقشه جهت‌های جغرافیایی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع منطقه تهیه شد و به پنج طبقه (مسطح، شمال، جنوب، شرق و غرب) تقسیم‌بندی شد.

نقشه آبراه‌های منطقه

آبراه‌های اصلی و فرعی منطقه از ۱۲ برگ نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در محیط Microstation استخراج شد و پس از یکپارچه‌سازی، نقشه آبراه‌های منطقه تهیه شد.

نقشه فاصله از منابع آبی

نقشه فاصله از منابع آبی (آبراه، رودخانه، چشمه، نهر، چاه و قنات) با استفاده از تابع Distance تهیه و براساس نظر کارشناسان مربوطه به پنج طبقه با فاصله‌های صفر تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۸۰ و بیشتر از ۸۰ متر تقسیم‌بندی شد.

نقشه اشتغال مردم منطقه

برای تهیه نقشه اشتغال مردم روستاهای منطقه، ابتدا با مراجعه به روستاها، سامان عرفی هر یک از روستاها بر روی نقشه تعیین شد. برای تعیین مقدار وابستگی شغلی مردم منطقه به اراضی ملی، تعداد دامدار موجود در هر محدوده تعیین و درنهایت نقشه پراکنش تعداد دامدار هر منطقه در هکتار در پنج طبقه تهیه شد.

نقشه پراکنش تعداد دام در منطقه

برای تهیه نقشه پراکنش تعداد دام موجود در منطقه، تعداد دام موجود در محدوده هر روستا تعیین و سپس نقشه پراکنش تعداد دام در هکتار در پنج طبقه تهیه شد.

نقشه جمعیت مردم منطقه

برای تهیه نقشه جمعیت، آمار جمعیتی روستاهای هر منطقه گردآوری شده و نقشه پراکنش جمعیت در هکتار در پنج طبقه تهیه شد.

نقشه جاده‌ها

کلیه جاده‌های موجود در منطقه موردبررسی از ۱۲ برگ نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در نرم‌افزار Microstation

کارشناس از شهرداری و شرکت‌های مشاوره‌ای با تخصص در زمینه گردشگری، سه کارشناس از اداره محیط‌زیست و سه نفر از اساتید که در زمینه جنگلکاری تخصص داشتند). از بین روش‌های وزندهی، روش مقایسه زوجی (Pair wise comparison) به دلیل داشتن مبانی تئوری قوی، دقت زیاد و سهولت کاربرد، مورد استفاده قرار گرفت (Ghodsipour, 2001; Chen et al., 2010). بدین ترتیب، اولویت و اهمیت هرکدام از معیارها براساس نظر کارشناسان تعیین شد.

محاسبه وزن عامل‌های تأثیرگذار

برای محاسبه وزن، نتایج این پرسشنامه‌ها به نرم‌افزار Expert choice وارد شد و عامل‌های موردنظر وزندهی و اولویت‌بندی شدند. بعد از واردکردن نظر هر کارشناس به نرم‌افزار، مقدار نرخ سازگاری عامل‌ها کنترل شد که این مقدار برای هرکدام از معیارها، کمتر از ۰/۱ به دست آمد. در این تحقیق از روش تبدیل مقیاس خطی مبتنی بر بیشترین نمره، برای استانداردسازی استفاده شده است. ارزش نمرات استاندارد می‌تواند در دامنه بین صفر و یک قرار گیرد. هرچه مقدار ارزش نمره‌ها بیشتر باشد، ارزش معیار از مطلوبیت بیشتری برخوردار خواهد بود (Anonymous, 2006).

تحلیل حساسیت

حساسیت رتبه‌بندی عامل‌های سطح سوم تصمیم‌گیری نسبت به عامل‌های اصلی، با استفاده از روش تحلیل حساسیت کارایی در نرم‌افزار Expert choice انجام شد. در نموداری که با استفاده از این روش بدست آمد، اثر افزایش و کاهش وزن عامل‌ها بر اولویت‌بندی زیرعامل‌ها مورد آزمون قرار گرفت. درنهایت حساسیت شاخص‌های سطح سوم تصمیم‌گیری که همان زیرعامل‌ها هستند، نسبت به عامل‌های اصلی سنجیده شد.

پهنه‌بندی و اولویت‌بندی مناطق

کلیه لایه‌های اطلاعاتی تهیه‌شده براساس درجه اهمیت‌شان که حاصل نتایج تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ای بود، وزندهی شدند و پس از روی هم‌گذاری در محیط GIS،

استخراج شدند و پس از یکپارچه‌سازی، نقشه جاده‌های منطقه تهیه شد.

نقشه فاصله از جاده‌ها

نقشه فاصله از جاده‌های منطقه با استفاده از تابع Distance تهیه و طبق نظر کارشناسان مربوطه به چهار طبقه با فاصله‌های صفر تا ۲۰۰، ۲۰۰ تا ۴۰۰، ۴۰۰ تا ۶۰۰ و بیشتر از ۶۰۰ متر تقسیم‌بندی شد.

نقشه تجهیزات شهری

برای تهیه نقشه تجهیزات شهری، منطقه مورد مطالعه از نظر امکانات و تجهیزات شهری مانند برق، آب لوله‌کشی، گاز، شبکه اتوبوس‌رانی و اماکن تفریحی بررسی شد.

نقشه پهنه دید

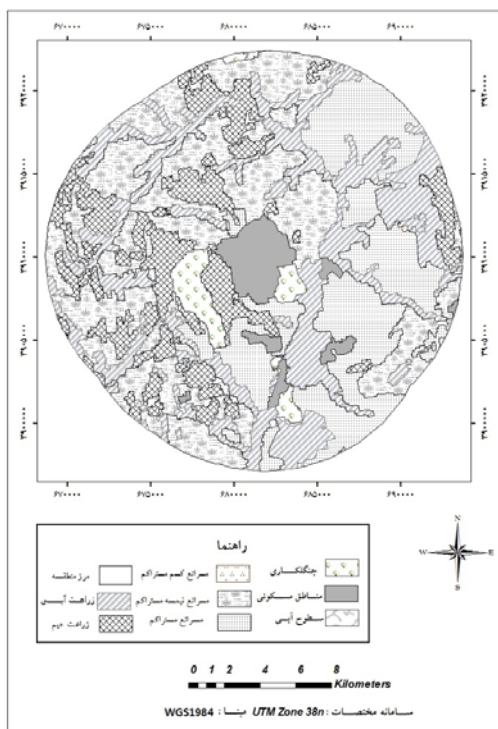
نقشه پهنه دید منطقه با استفاده از نقشه‌های خطوط توپوگرافی تهیه شد، به طوری که در مناطق مختلف با استفاده از نقشه توپوگرافی، مرتفع‌ترین نقاط تعیین شد و برای هر بخش، با استفاده از تابع Viewshed، یک نقشه پهنه دید تهیه شد. در نهایت ۴۷ نقشه پهنه دید برای کل منطقه تهیه شد که براساس وسعت دید هر منطقه، نقشه‌های پهنه دید در پنج گروه شامل صفر تا ۳، ۳ تا ۶، ۶ تا ۹، ۹ تا ۱۲ و بیشتر از ۱۲ هکتار طبقه‌بندی شدند.

نقشه مسافت دید

با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، نقشه مسافت دید برای کل منطقه تهیه شد و براساس مسافت قابل مشاهده از هر منطقه، نقشه‌های مسافت دید در پنج طبقه شامل صفر تا ۲، ۲ تا ۴، ۴ تا ۶، ۶ تا ۸ و بیشتر از ۸ کیلومتر تقسیم‌بندی شدند.

طراحی پرسشنامه

برای تعیین اهمیت و وزندهی به هرکدام از معیارهای موردبررسی، پرسشنامه‌هایی طراحی شد که در اختیار ۱۵ کارشناس قرار گرفت (سه کارشناس از اداره منابع طبیعی با تخصص در زمینه جنگلکاری و استعدادیابی اراضی، سه کارشناس از سازمان پارک‌ها و فضای سبز با تخصص در زمینه طراحی فضای سبز و احداث پارک‌های جنگلی، سه



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی منطقه

نقشه قابلیت مناطق برای توسعه جنگلکاری تهیه شد. در نقشه نهایی، مناطقی که قابلیت ایجاد جنگلکاری داشتند، شناسایی و ارزیابی شدند.

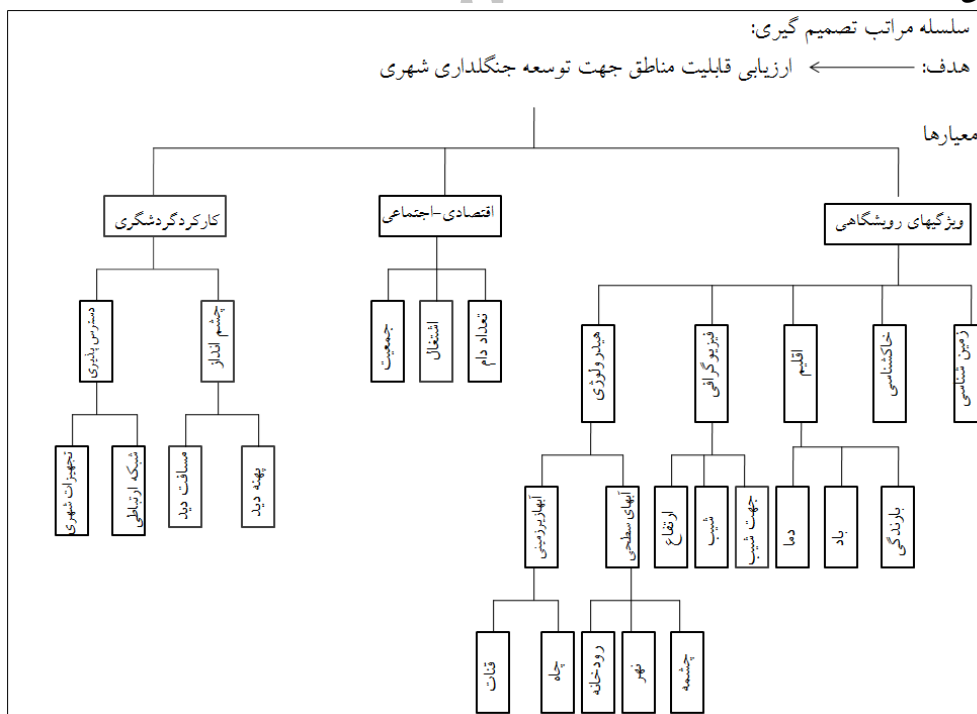
نتایج

نقشه کاربری اراضی منطقه

با استفاده از نقشه کاربری اراضی، کاربری‌های مختلف موجود در منطقه (مناطق جنگلکاری‌شده، مناطق مسکونی، سطوح آبی، مراتع و اراضی زراعی) شناسایی شدند (شکل ۱). محدوده موردبررسی به اراضی ملی (مراتع) که مالکیت آنها به عهده دولت است، اختصاص یافت.

نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارهای موردبررسی

با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، عامل‌های موردبررسی به صورت زوجی مقایسه شدند و وزن هر یک از عامل‌ها، که مبین مقدار تأثیر آنها است، محاسبه شد. شکل ۲ ساختار سلسله‌مراتبی عامل‌های استفاده‌شده در تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۲- ساختار سلسله‌مراتبی معیارهای موردبررسی

نتایج بدست آمده از وزن عامل‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. از بین عامل‌های اصلی تصمیم‌گیری، ویژگی رویشگاهی با وزن ۰/۶۴۴، بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. کارکرد گردشگری و وضعیت اقتصادی - اجتماعی مردم منطقه به ترتیب با وزن‌های

۰/۲۲۳ و ۰/۱۳۳ در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند. همچنین از بین زیرمعیارهای تصمیم‌گیری، کمترین ارزش را عامل زمین‌شناسی منطقه با وزن ۰/۰۶ به خود اختصاص داده است.

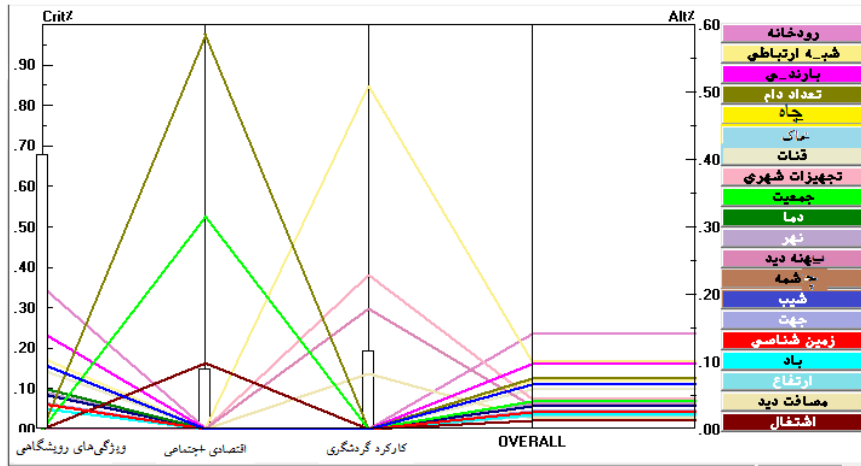
جدول ۱- نتایج حاصل از وزن‌دهی به عامل‌های مورد بررسی

وزن	زیر معیار (سطح سوم)	وزن	زیر معیار (سطح دوم)	وزن	زیر معیار (سطح اول)	وزن	معیارهای اصلی
				۰/۰۶	زمین‌شناسی	۰/۶۴	ویژگی رویشگاهی
				۰/۱۸	خاک‌شناسی		
		۰/۱۴۴	باد	۰/۲۹	اقلیم		
		۰/۲۶۴	دما				
		۰/۵۹۲	بارش				
		۰/۲۵۰	ارتفاع	۰/۱۰	فیزیوگرافی		
		۰/۳۹۰	شیب				
		۰/۳۶۰	جهت				
۰/۶۳	رودخانه			۰/۳۷	منابع آب		
۰/۱۸	نهر						
۰/۱۹	چشمه						
۰/۵۲	چاه						
۰/۴۸	قنات						
				۰/۵۰	جمعیت	۰/۱۳۳	اقتصادی - اجتماعی
				۰/۲۲	تعداد دام		
				۰/۱۸	اشتغال		
		۰/۶۷	پهنه دید	۰/۲۵۷	چشم‌انداز	۰/۲۲۳	کارکرد گردشگری
		۰/۳۳	مسافت دید				
		۰/۶۷	شبکه ارتباطی	۰/۷۴۳	دسترسی پذیری		
		۰/۳۳	تجهیزات شهری				

به ترتیب ۶۸، ۲۰ و ۱۲ درصد است. با اعمال حدود ۲۵ درصد تغییر در نمودار تحلیل حساسیت وزن‌های بدست آمده (شکل ۳)، مهم‌ترین شاخص‌های اصلی به ترتیب شاخص‌های ویژگی رویشگاهی، کارکرد گردشگری و اقتصادی - اجتماعی هستند. مقدار اهمیت هر یک از آنها

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت وزن معیارها براساس نمودار تحلیل حساسیت وزن‌های بدست آمده (شکل ۳)، مهم‌ترین شاخص‌های اصلی به ترتیب شاخص‌های ویژگی رویشگاهی، کارکرد گردشگری و اقتصادی - اجتماعی هستند. مقدار اهمیت هر یک از آنها

تغییرات زیادی در دیگر معیارهای تصمیم‌گیری مشاهده شد. این اندازه حساسیت، اهمیت هریک از این معیارها را نشان می‌دهد که باید در انتخاب هر یک از مشخصه‌ها، دقت زیادی را اعمال کرد.



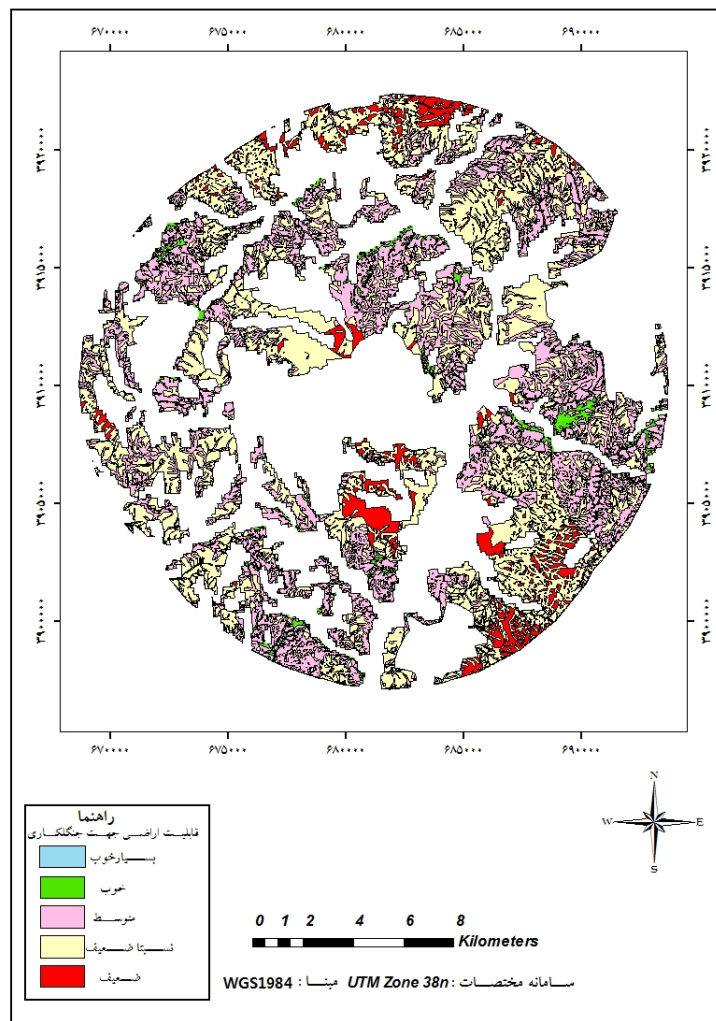
شکل ۳- نمودار تحلیل حساسیت وزن‌های به‌دست آمده معیارها برای ارزیابی قابلیت مناطق برای جنگلکاری

جدول ۲- مساحت اراضی قابل جنگلکاری

طبقه‌ها	مساحت (هکتار)
۱	۷/۲
۲	۱۰۶۴/۵
۳	۱۰۲۰۱/۰۴
۴	۱۲۴۶۴/۸۶
۵	۱۶۵۴/۵
مجموع	۲۵۳۹۲/۱

تهیه نقشه نهایی

همه لایه‌های مؤثر در تهیه نقشه قابلیت مناطق برای توسعه جنگلداری شهری، پس از وزندهی در محیط GIS روی هم‌گذاری شدند. کل مساحت منطقه که قابلیت جنگلکاری را دارد، ۲۵۳۹۲/۱ هکتار است که مطابق ارزش نهایی در پنج طبقه اولویت‌بندی شد (جدول ۲ و شکل ۴).



شکل ۴- نقشه قابلیت اراضی برای جنگلکاری

بحث

داشتند، ارزیابی شدند و برحسب ارزشی که به هر منطقه اختصاص یافته بود، کل منطقه به پنج طبقه تقسیم‌بندی شد. طبقه اول که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده بود، دارای مساحتی معادل $7/2$ هکتار است که برای جنگلکاری در اولویت اول قرار گرفت. بخشی از این مناطق در قسمت شرقی شهر سندرچ و در مسیر روستاهای برازان و صلوات‌آباد قرار گرفته است که به دلیل نزدیکی به رودخانه صلوات‌آباد و وجود تعداد زیادی چشمه و چاه در منطقه، از نظر منابع آبی از قابلیت خوبی برخوردار است. Hasmadi و همکاران (۲۰۰۴) و Fernandez و Lutez (۲۰۱۰) عنوان

در پژوهش‌های بسیاری برای مکان‌یابی عرصه‌های مناسب جنگلکاری و کاربری‌های مختلف از ابزارهای تحلیل سلسله‌مراتبی و سنجش از دور استفاده شده است. پژوهشگران دیگری نیز به نقش مثبت این روش‌ها به علت امکان به‌کارگیری معیارها و تحلیل‌های بیشتر اشاره کرده‌اند که در این تحقیق نیز کاملاً مشهود است (Chen *et al.*, 2010; Fernandez & Lutz, 2010; Bunruamkaew & Murayama, 2011; Corbello-Rico *et al.*, 2012). در نقشه نهایی، مناطقی که قابلیت ایجاد جنگلکاری را

به طبقه اول، از ارتفاع و درصد شیب به نسبت بیشتری برخوردارند. طبقه سوم، سطحی معادل ۱۰۲۰۱/۰۴ هکتار از کل منطقه را به خود اختصاص داده است. این طبقه تقریباً در تمام سطح مورد بررسی وجود دارد. طبقه چهارم با مساحت ۱۲۴۶۴/۸۶ هکتار، بیشترین سطح منطقه را به خود اختصاص داده است. در این طبقه مناطقی وجود دارد که از نظر فیزیوگرافی دارای شیب‌های تقریباً تندی هستند. همچنین مناطقی با خاک‌های سنگلاخی و در معرض فرسایش نیز وجود دارند که قابلیت منطقه را برای جنگلکاری کم کرده‌اند. همچنین شبکه ارتباطی ضعیف در برخی از این مناطق سبب شده که منطقه قابلیت گردشگری ضعیفی داشته باشد. آخرین طبقه با مساحت ۱۶۵۴/۵ هکتار، کمترین ارزش را از نظر جنگلکاری به خود اختصاص داده است که بیشتر در قسمت‌های شمالی و جنوبی منطقه مورد بررسی گسترده شده است. این منطقه از نظر دسترسی به منابع آبی ضعیف است. همچنین اراضی سنگلاخی، شیب‌های تند، مناطق مرتفع و بادهای با سرعت زیاد سبب شده‌اند که این منطقه از نظر جنگلکاری از قابلیت بسیار کمی برخوردار باشد. از نظر گردشگری نیز به دلیل دوری از شبکه ارتباطی و تجهیزات شهری، قابلیت کمتری دارد. در این تحقیق، آنالیز حساسیت، مقدار اهمیت هر یک از شاخص‌ها و زیرمعیارهای مؤثر در ارزیابی قابلیت مناطق برای توسعه جنگلکاری شهری را تأیید می‌کند که با نتایج بدست آمده مطابقت دارد.

References

- Ahmadi, F. 2009. Environmental evaluation of irrigated land, range management and conservation. M.Sc. thesis, Department of Forestry, University of Kurdistan, 120p (In Persian).
- Anonymous, 2006. GIS and Multi-criteria Decision Making (translation). Published by Samt, 597p (In Persian).
- Bunruamkaew, K. and Murayama, Y. 2011. Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani Province, Thailand. Journal of Procedia Sosial and Behavioral Sciences, 21: 269-278.
- Bunvong, T., Ladawan, P., Roger, K. and Wanchai, A. 2008. Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. Journal of Urban Forestry & Urban Greening, 7: 219-229.

کردند که دسترسی به منابع آبی برای جنگلکاری به‌ویژه با گونه‌های بومی و همچنین جذب گردشگران، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. از نظر شرایط فیزیوگرافی و اقلیم نیز قابلیت منطقه برای جنگلکاری زیاد است. Ahmadi (۲۰۰۹) جهت‌های جغرافیایی شمالی و شرقی را به دلیل داشتن رطوبت بالای خاک برای دیم‌کاری در اولویت‌های اول قرار داد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد، در صورتی که Svoray و همکاران (۲۰۰۵) با در نظر گرفتن جهت باد و تأثیر آن در زاداوری طبیعی، جهت‌های جنوبی و شمالی را برای جنگلکاری در منطقه مورد بررسی خود پیشنهاد کردند. همچنین Svoray و همکاران (۲۰۰۵) و Eslami و همکاران (۲۰۱۰)، شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد را از نظر استقرار بسیاری از گونه‌های جنگلی، مناسب اعلام کردند که در پژوهش پیش‌رو نیز شیب‌های صفر تا ۳۰ درصد بیشترین ارزش را برای جنگلکاری به خود اختصاص دادند. همچنین این مناطق از نظر تعداد دام و دامداران ساکن در منطقه در وضعیت مناسبی قرار گرفته‌اند. این مناطق به دلیل نزدیکی به جاده اصلی سنندج- همدان، قابلیت دسترسی مناسبی دارند و با توجه به وجود باشگاه اسب‌سواری و چشم‌اندازهای موجود، قابلیت زیادی برای جذب گردشگر دارند. همچنین در قسمت شمالی منطقه مورد بررسی، در مسیر رودخانه قشلاق، بخش دیگری قرار گرفته که از نظر شرایط فیزیوگرافی، منابع آبی، اقلیم، دسترسی‌پذیری و همچنین ویژگی‌های جمعیتی و تعداد دام موجود در منطقه مناسب بوده و از قابلیت زیادی برای جنگلکاری و جذب گردشگر برخوردار است.

طبقه دوم ۱۰۶۴/۵ هکتار از سطح منطقه مورد بررسی را به خود اختصاص داده است. مناطقی که در این طبقه قرار گرفته‌اند، از قابلیت آبی مناسبی برخوردارند. همچنین دسترسی خوبی به شبکه‌های ارتباطی دارند. بیشتر این مناطق مسافت دید و پهنه دید قابل توجهی دارند. همچنین از نظر تراکم جمعیت، پراکنش تعداد دام و دامدار در منطقه نیز در موقعیت خوبی قرار گرفته‌اند، اما بیشتر این مناطق از نظر ویژگی‌های فیزیوگرافی در شرایطی قرار گرفته‌اند که نسبت

- James, R., Gregory, S., Aingfuxiao, E.M. and Chunxio, X. 2011. Million trees Los Angeles canopy cover and benefit assessment. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 99: 40-50.
- Majnunian, H. 1990. *Trees and the Environment*. Published by Department of the Environment, 583p (In Persian).
- Majnunian, H. 1994. *Debates About Parks, Green Spaces and Recreational Regions*. Published by Tehran Parks and Green Space Organization, 252p (In Persian).
- Malek Ghasemi, A., Babaei Kafaki, S. and Adeli Pishbijari, E. 2005. The Assignment of land-use planning principles and GIS applications in afforestation and green areas development, A case study in Tehran Sorkhe-hesar Forest Park. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(3): 181-187.
- Makhdom, M., Darwishsefat, A., Jafarzadeh, H. and Makhdom, A. 2001. *Environment assessment and planning using Geographic Information Systems*. Tehran University Press, 304p (In Persian).
- Morani, A., Nowak, D.J., Hirabayashi, S. and Calfapietra, C. 2011. How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the Million Trees NYC initiative. *Journal of Environmental Pollution*, 159: 1040-1047.
- Norian, F. and Shokohi, A. 2005. Urban land use locating using a Geographic Information System (Fuzzy- GIS), case study of Zanjan city. *Proceeding of Geomatic Conference*, Tehran, 10p (In Persian).
- Svoray, T., Bar, P. and Bannet, T. 2005. Urban land-use allocation in a mediterranean ecotone: Habitat heterogeneity model incorporated in a GIS using a multi-criteria mechanism. *Landscape and Urban Planning*, 72 :337-351.
- Varesi, H.R., Mohammadi, J. and Shahivandi, A. 2008. Urban green space locating using Geographic Information System, case study: Khorramabad city. *Journal of Regional Geography and Development*, 6(10): 83-103 (In Persian).
- Wu, Ch., Xiao, Q. and McPherson, E.G. 2008. A method for locating potential tree-planting sites in urban areas: case study of Los Angeles, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(2): 65-76.
- Chen, Y.C., Lien, H.P. and Tzeng, G.H. 2011. Measures and evaluation for environment watershed plans using a Novel Hybrid MCDM model. *Expert Systems with Applications*, 37(2): 926-938.
- Chen, Y.C., YU, J. and Khan, S. 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Journal of Environmental Modeling and Software*, 25: 1582-1591.
- Corbelle-Rico, E., Crecente-Maseda, R. and Santé-Riveira, I. 2012. Multi-scale assessment and spatial modeling of agricultural land abandonment in a European peripheral region: Galicia (Spain). *Land Use Policy*, 29(3): 493-501.
- Ebrahim Zadeh, A. and Ebadi Jokandan, E. 2008. Spatial distribution analysis of green space in the sea location of Zahedan city. *Journal of Geography and Development*, 11: 58-39 (In Persian).
- Eslami, A., Roshani, M. and Hassani, M. 2010. The application of GIS in selection of suitable species for afforestation in southern forest of Caspian Sea. *Research Journal of Environmental Sciences*, 4(3): 223-236.
- Fernandez, D.S. and Lutz, M.A. 2010. Urban flood hazard zoning in Tucumán Province Argentina using GIS and multicriteria decision. *Journal of Engineering Geology*, 111: 90-98.
- Ghodsipour, S.H. 2001. *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Amirkabir University Press, 220p (In Persian).
- Gul, A., Gezar, A. and Kane, B. 2006a. Multi-criteria analysis for locating new urban forests, an example from Isparta, Turkey. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(2): 57-71.
- Gul, A., Orucu, K. and Oznur, K. 2006b. An approach for recreation suitability analysis to recreation planning in Gulcuk Nature Park. *Journal of Environmental Management*, 1: 606-625.
- Hasmadi, I.M. and Jusoff, K. 2004. Urban forestry planning using remote sensing/GIS technique. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 12(1): 21-32.
- Hiberd, B.G. 1995. *Urban Forestry (translation)*. Published by Tehran Parks and Green Space Organization, 240p (In Persian).

Suitability analysis for plantation development (Case study: Sanandaj)

S. Zamani^{1*}, M. Pire Bavaghar², N. Shabanian² and H. Ghazanfari²

1*- Corresponding author, M. Sc. in Forestry, University of Kurdistan, Iran. E-Mail: s_zamani5731@yahoo.com

2- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural resources, University of Kurdistan, Iran.

Received: 12.30.2012

Accepted: 09.04.2013

Abstract

Along with the increasing public interest for recreational activities in the natural environment, the total urban green area per capita has been reduced during the recent years, resulted in an aerielly-dense concentration of urban forest park users. Therefore, this study aims at conducting a suitability analysis for establishing plantation sites in a 10km buffer around the city of Sanandaj (48145 ha) in Kurdistan, western Iran. Here, a set of relevant factors including the ecology, socio-economy and tourism were studied to identify potential plantation sites. The criteria were spatially mapped following the data analysis. Questionnaires were used for evaluating each geographical map, and the Analytical Hierarchy Process (AHP) method was applied for pair wise comparison of the variables. Convenient weights were consequently assigned to each map based on the relevance of variables for establishing plantations. The final suitability map was derived by overlaying the maps of various factors in the Geographic Information System (GIS). The final map was evaluated and classified into five groups based on the finally-assigned values. The results included the regions with highest priorities which turn out to be more suitable for plantation establishment.

Key words: Sanandaj, forest park, urban green space, land capability, site selection, AHP.