

تعیین گونه‌های مناسب جنگلکاری بر اساس توان اکولوژیکی دامنه جنوبی البرز با استفاده از GIS¹ (درکه - ولنجک شمیران)

نعیمه رحیمی زاده²، ساسان بابایی کفاکی³، اسداله متاجی⁴

تاریخ دریافت: 90/4/15 تاریخ پذیرش: 90/9/30

چکیده

با نگرشی بر لزوم جلوگیری از روند رو به رشد آلودگی‌های شهر تهران، این تحقیق با هدف تعیین گونه‌های مناسب جنگلکاری در حاشیه این شهر انجام شد. با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه، حوضه آبخیز درکه - ولنجک واقع در شهرستان شمیران و از مناطق استپی کوهستانی غیر جنگلی ایران می‌باشد، ابتدا مکان‌گزینی مناطق مناسب برای جنگلکاری با استفاده از مطالعات خصوصیات اکولوژیکی منطقه، تلفیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط GIS و ارزیابی به روش ارزیابی چند معیاره - انجام گردید. سپس وضعیت فعلی و موجود پوشش گیاهی منطقه با استفاده از پیمایش زمینی، برداشت نمونه و مکان‌یابی واحدهای قابل توسعه به منظور جنگلکاری و شناسایی تمامی گونه‌های درختی و درختچه‌ای بومی و غیربومی منطقه انجام گردید. از طرف دیگر لیست گونه‌های مناسب دامنه جنوبی البرز با استفاده از مطالعات منطقه‌ای و کتابخانه‌ای تهیه گردید. در مرحله آخر خصوصیات اکولوژیکی واحدهای قابل توسعه جنگل با خصوصیات گونه‌های مناسب و موجود منطقه تطبیق داده شده و در نهایت گونه‌های مناسب برای هر واحد پیشنهاد شدند. نتایج نشان داد که از 3242 هکتار منطقه تنها 740 هکتار فاقد محدودیت مطلق به منظور توسعه جنگل بوده، که از این میزان نیز 257 هکتار توان مناسب‌تری نسبت به مناطق دیگر داشته و قابل توسعه جنگل می‌باشد. به منظور جنگلکاری، درختان سوزنی‌برگ و پهن‌برگ بومی منطقه شامل ارس، داغداغان، بادام کوهی، تنگرس و زرشک که به دلیل بومی بودنشان با اصول جنگلکاری موفق همگام هستند، پیشنهاد شدند. گونه‌های غیربومی پیشنهادی شامل سرو نقره‌ای و افاقیا بودند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی توان اکولوژیکی، تعیین گونه، روش ارزیابی چندمعیاره، GIS، آبخیز درکه ولنجک شمیران

1- Geographic information system

2- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، نویسنده مسوول

3- استادیار و عضو هیات علمی گروه جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

4- دانشیار و عضو هیات علمی گروه جنگلداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

مقدمه

ارزیابی چند معیاره و GIS و معرفی گونه‌های مناسب باتوجه به فاکتورهای اکولوژیک برای توسعه جنگل در منطقه می‌باشد. به این منظور، مطالعات پایه و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی به کمک GIS انجام گردید، سپس ارزیابی توان منطقه با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره انجام گرفته و نهایت تعیین گونه‌های مناسب در مناطق مناسب توسعه جنگل انجام شد. با مروری بر سوابق تحقیق (نجفی فر، علی 1384)، در انتخاب گونه‌های جنگلی براساس توان اکولوژیکی واحدهای جنگلکاری در ناحیه رویشی زاگرس با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سیستمی، ضمن ارزیابی توان اکولوژیک و آمایش واحدهای زیست‌محیطی، نقشه توان کاربری جنگلداری را در 4 طبقه تهیه کرد سپس با استفاده از جدول خصوصیات اکولوژیک واحدهای زیست‌محیطی، جدول خصوصیات واحدهای جنگلکاری و نهایتاً براساس این نقشه و با توجه به دامنه‌های بردباری اکولوژیکی گونه‌های انتخابی نقشه اکولوژیکی گونه‌ها را در هفت طبقه تعیین کرد. (Tappeinera et al. 1998) در مدل‌سازی پوشش گیاهی مبتنی بر اصول GIS در منطقه آلپ ایتالیا به این نتیجه رسیدند که دخالت‌های انسانی و ارتفاع نقش قابل توجهی در تغییرات پوشش گیاهی دارند، در حالی که پارامترهای هیدرولوژیکی و شدت تابش تاثیر زیادی در تنوع‌زیستی و الگوی پوشش گیاهی ندارند. (حسین‌زاده 1381)، در بررسی برخی عوامل اکولوژیکی موثر بر پراکنش گونه‌های مختلف بادام در استان ایلام پرداخت. از نتایج این بررسی معلوم شده است که گونه تنگرس (*A.lycioides*) و بادام‌کوهی (بادامک) (*A.scoparia*) در چهار اقلیم: خشک معتدل،

باتوجه به شرایط زیست محیطی شهر تهران و افزایش آلودگی‌ها نیاز به توسعه جنگل و فضای سبز روزبه‌روز بیشتر احساس می‌شود و به طوری- که جنگلکاری در این شهر و حومه آن نیازمند گونه‌هایی است که توان استقرار و بقا داشته و تحمل شرایط سخت زیست‌محیطی منطقه را داشته باشند و هم چنین از اصول کلی جنگلکاری تبعیت کنند. این اصول شامل پنج بخش می‌باشد که به اختصار شامل موارد زیر است: 1- یک جنگلکاری زمانی موفق است که در طول مدت زمان کوتاه یا بلند، امکانات و شرایط ایجاد یک جنگل طبیعی را به وجود آورد. 2- ایجاد یک جنگل پیش‌آهنگ یا جنگل پرستار از طریق استقرار درختان و درختچه- ها در سطح جنگلکاری شده در بیشتر موارد می‌باید جزو هدف ما باشد. 3- در یک منطقه جنگلکاری شده تمام درختان کشت شده در معرض خطر آفات و امراض هستند. در این مورد گونه‌های خارجی از همه حساس‌تر و گونه‌های بومی از همه مقاوم‌ترند. از این رو با اجرای طرح جنگلکاری ما می‌بایست خود را برای مبارزه با آفات احتمالی آماده سازیم. 4- مبداء یا موطن اصلی گونه‌های مورد نظر برای جنگلکاری می‌باید تا حد امکان با شرایط اکولوژیک محل جدید مطابقت داشته باشد. 5- شرایط اقلیمی خاکی نهالستان و محل جنگلکاری می‌باید تا حد امکان با هم مشابه باشند (مروی مهاجر، 1385). بنابراین پیش از هر عملیاتی تعیین مناطق مناسب و فاقد محدودیت برای جنگلکاری در منطقه امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. اهداف تحقیق شامل، مکان‌یابی اراضی مستعد برای توسعه جنگل با استفاده از روش‌های

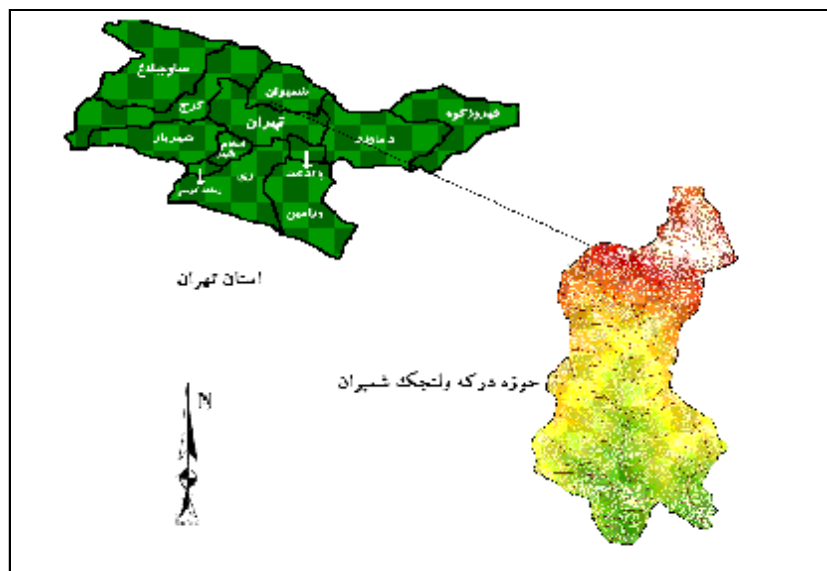
که در بین عوامل موثر بر تولید و گسترش کشت زرشک، شرایط اقلیمی نقش برجسته‌ای دارند و با استفاده از توانایی بالقوه محیط GIS می‌توان تحقیقات مکانی دقیق‌تر و سریع‌تر با نتایج روشن‌تری انجام داد. در منطقه مورد مطالعه مساحت زمین‌های مستعد کشت زرشک، بسیار بیشتر از مساحت زیر کشت موجود است و بیشتر زمین‌های مستعد در نواحی مرکزی، شمالی و شمال غربی و قسمت‌های شمال شرقی استان قرار دارند.

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز درکه - ولنجک شمیران در شمال تهران (شکل 1) و در محدوده $35^{\circ}48'30''$ تا $35^{\circ}35'30''$ عرض شمالی و $51^{\circ}20'30''$ تا $51^{\circ}25'00''$ طول شرقی و در شمال شهر تهران واقع است. این منطقه از دو حوزه کاملاً مستقل به نام‌های حوضه درکه در غرب و حوزه ولنجک در شرق تشکیل یافته و وسعت حوضه آبخیز 3240 هکتار می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوضه 3700 و حداقل آن 1770 متر می‌باشد. طول رودخانه اصلی آن 10/1 کیلومتر بوده و متوسط بارندگی سالیانه بر اساس ایستگاه‌های هواشناسی منطقه 301 میلی‌متر است. منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد (به روش آمبرژه) می‌باشد. متوسط درجه حرارت منطقه 6/3 درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

نیمه‌خشک معتدل، نیمه‌خشک سرد و نیمه‌مرطوب سرد حضور دارند. محدوده ارتفاعی گونه‌های بادام کوهی، تنگرس به ترتیب از 400 تا 1700، 600 تا 1900 متر از سطح دریا در استان ایلام متغیر می‌باشد. (سالاریان و همکاران، 1387)، به بررسی نیاز رویشگاهی گونه بادامک (*Amygdalus scoparia*) در جنگل‌های زاگرس به این نتیجه رسیدند که جهت جغرافیایی به‌عنوان عامل بسیار مهم در پراکنش بادامک می‌باشد، به طوری که میانگین ارتفاع، تعداد جست، قطریقه، قطرتاج و درصد تاج پوشش این گونه در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بوده است. همچنین طبقه ارتفاعی 1800 تا 1900 متر از سطح دریا بهترین محدوده رویشی برای گونه بادامک در منطقه مورد مطالعه است. تجدید حیات این گونه در جهت جنوبی، طبقه ارتفاعی 1800 تا 1900 متر از سطح دریا و شیب 40 تا 50 درصد بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است. ضمناً حضور گونه بادامک بر روی سازندهای آهکی بیشتر به چشم می‌خورد. در تحقیق دیگری (کرد، بهروز و کرد، بهزاد، 1389) در بررسی تاثیر برخی عوامل محیطی بر مشخصه‌های کمی گونه‌های اقاچیا و سرو نقره‌ای در پارک طبیعت پردیسان، به این نتیجه رسیدند که قطورترین و بلندترین درختان اقاچیا در جهات شمالی و شرقی و در شیب 0 تا 15 درصد قرار دارند. در حالی که چنین مشخصاتی برای گونه سرو نقره‌ای در جهات شرقی و جنوبی و در شیب 0 تا 15 درصد مشاهده شد. (علیچانی، بحلول، دوستان، رضا، 1386)، نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی را با استفاده از ابزار GIS تعیین کردند. نتایج این تحقیق نشان داد



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه درکه - ولنجک شمیران

منطقه با استفاده از نقشه هیدرولوژی و آمار ایستگاه‌های هیدرومتری پایین دست حوزه و مطالعات خاک با استفاده از گزارشات طرح و نقشه خاک‌شناسی منطقه انجام شد. مطالعات هوا و اقلیم با توجه به اطلاعات موجود از ایستگاه‌های هواشناسی و نقشه‌های اقلیم منطقه انجام شد. نقشه هم‌دما و هم‌باران توسط فرمول گرادیان دما و بارندگی منطقه تولید شد. نقشه کاربری اراضی از نقشه کاربری اراضی استان تهران با مقیاس 1:25000 تولید و با تصاویر ماهواره‌ای منطقه اصلاح شد. وضعیت پوشش گیاهی از طریق پیمایش زمینی، شناسایی تمامی گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود انجام شد. نقشه‌های تولید و اصلاح شده توسط توابع نرم‌افزار ARC GIS در هم ادغام شدند، در نتیجه نقشه واحدهای همگن زیست‌محیطی تولید گردید که شامل ادغام تمامی لایه‌های اطلاعاتی بود. در مرحله بعد مناطق واجد محدودیت مطلق برای توسعه جنگل در منطقه شناسایی شدند. با استفاده از منطق

روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا معیارهای اثرگذار در تعیین توان اکولوژیک منطقه با توجه به هدف مطالعه و خصوصیات منطقه شناسایی شدند. نقشه توپوگرافی از نقشه‌های DGN منطقه تولید شد. مطالعات شکل زمین شامل نقشه‌های طبقات شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه و تولید مدل رقومی ارتفاعی¹ (DEM) و با استفاده از مدل طبقه‌بندی مخدوم در نرم‌افزار ARC GIS انجام شد. نقشه زمین‌شناسی با تصحیح نقشه 1:25000 زمین‌شناسی اداره منابع طبیعی استان تهران ایجاد شد. لایه برون‌زدگی سنگی از تصاویر ماهواره‌ای تولید شد. نقشه خاک‌شناسی و هیدرولوژی آب‌های سطحی، توسط اداره منابع طبیعی استان تهران با مقیاس 1:25000 تهیه شد. بررسی منابع آبی

¹ - Digital evaluation method

که خصوصیات بهتری برای توسعه جنگل در منطقه را داشتند استخراج شد. در مرحله بعد با پیمایش زمینی و مکان‌یابی واحدها توسط GPS³، شناسایی تمامی گونه‌های درختی و درختچه‌ای منطقه با استفاده از نمونه‌گیری هرباریومی انجام گردید. از طرف دیگر لیست گونه‌های مناسب دامنه جنوبی البرز تهیه شد. با مطالعات کتابخانه‌ای خصوصیات اکولوژیکی تمامی گونه‌های موجود و پیشنهادی دامنه جنوبی البرز مشخص گردید و جدول خصوصیات اکولوژیک گونه‌ها تهیه شد. در مرحله آخر جدول مشخصات زیست‌محیطی واحدهای مناسب جنگلکاری در منطقه با خصوصیات اکولوژیک تمامی گونه‌ها تطبیق داده شد. در نهایت گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ مناسب واحدها پیشنهاد گردید. شکل 2 مراحل تحقیق را نشان می‌دهد.

بولین طبقاتی که دارای محدودیت مطلق برای توسعه جنگل بودند، کد (0) و بقیه طبقات کد (1) گرفتند. سپس مناطقی که کد (0) داشتند از روند ارزیابی حذف شدند. تعیین وزن معیارها و نرخ ناسازگاری معیارها، به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و از طریق مقایسه زوجی کارشناسان و به کمک نرم‌افزار EXPERT CHOICE انجام شد. از AHP گروهی برای نزدیک ساختن نظرات کارشناسان متفاوت استفاده شد. در مرحله بعد ارزیابی توان اکولوژیک به روش MCEM¹ انجام گردید. برای تصمیم‌گیری ابتدا یک ماتریس طراحی شده که در سطرها نشان دهنده واحدهای همگن و ستون‌ها معیارهای اثرگذار در فرایند ارزش‌دهی و ارزیابی واحدها می‌باشد. قبل از ارزیابی و تعیین ارزش پلی‌گون‌ها شاخص‌های کیفی با استفاده از مقیاس دو قطبی-فاصله‌ای² کمی شدند و در مرحله بعد به منظور قابل مقایسه شدن مختلف اندازه‌گیری (به ازای شاخص‌های گوناگون) از بی‌مقیاس خطی استفاده شد (اصغرپور 1381). سپس با استفاده از روش مجموع ساده وزین شده (SAW) واحدهای قابل ارزیابی طبقه بندی شدند. در این مرحله بر اساس ارزش‌های نهایی بدست آمده واحدها رتبه‌بندی شده و 25% بالاترین ارزش‌ها به‌عنوان مناسب‌ترین مناطق و 25% پایین‌ترین ارزش‌ها به‌عنوان نامناسب‌ترین مناطق شناخته شدند و در نهایت، نقشه توان اکولوژیک منطقه تولید شد. سپس نقشه مناطقی

5- multi criteria evaluation method

6- Bipolar scale

3- Global position system



شکل 2. نمودار مراحل تحقیق

نتایج

طبقه تولید شدند. نقشه خاک منطقه شامل 13 واحد و نقشه زمین شناسی منطقه شامل 16 واحد بود. واحدهای هیدرولوژیک با 3 طبقه و لایه کاربری اراضی شامل 4 طبقه بود. اراضی مسکونی و باغات و زمین های کشاورزی منطقه 296 هکتار محاسبه شد.

نتایج حاصل از مطالعه فاکتورهای اکولوژیکی و تولید لایه های اطلاعاتی، نقشه شیب با 9 طبقه، نقشه جهت جغرافیایی با 5 طبقه، نقشه ارتفاع از سطح دریا با 8 طبقه، نقشه هم باران با 8 طبقه، نقشه هم دما با 8

لایه برون زدگی سنگی نیز 839 هکتار بود. بر اساس مطالعات پوشش گیاهی، در منطقه مورد مطالعه بالغ بر 100 گونه گیاهی متعلق به خانواده‌های مختلف شامل درختان، درختچه‌ها گیاهان بوته‌ای و گیاهان

علفی شناسایی شده است. پوشش درختچه و درختی منطقه به صورت دست کاشت و مخلوط پهن برگ و سوزنی برگ می باشد (جدول 1).

جدول 1- لیست گونه‌های درختی، درختچه‌ای موجود در منطقه مورد مطالعه (طبیعی و یا دست کاشت در عرصه‌های طبیعی و محاط مردم)

توضیحات	نام علمی گونه	نام فارسی گونه	شماره
دست کاشت	<i>Salix babylonica</i>	بید مجنون	1
دست کاشت	<i>Salix elbursensis</i>	سرخ بید	2
طبیعی (کنار رودخانه ها)	<i>Salix excelsa</i>	سیاه بید	3
دست کاشت	<i>Populus nigra</i>	تبریزی	3
دست کاشت	<i>Abies alba</i>	نراد	3
دست کاشت	<i>Picea abies</i>	نوئل	4
دست کاشت	<i>Pinus nigra</i>	کاج سیاه	5
طبیعی	<i>Celtis caucasica</i>	داغداغان (تا)	6
دست کاشت	<i>Acer negundo</i>	افرای سیاه	7
دست کاشت	<i>Tamarix aphyllu</i>	گز شاهی	8
دست کاشت	<i>Populus alba</i>	سپیدار (کبوده)	9
دست کاشت	<i>Cupressus arizonica</i>	سرو نقره ای	10
دست کاشت	<i>Robinia pseudoacacia</i>	اقاقیای معمولی	12
دست کاشت	<i>Morus alba</i>	توت	14
دست کاشت	<i>Platanus orientalis</i>	چنار	15
دست کاشت	<i>Cersis siliquastrum</i>	ارغوان	16
دست کاشت	<i>Ailanthus altissima</i>	عرعر	17
دست کاشت	<i>Fraxinus Rotundifolia</i>	زیان گنجشک	18
دست کاشت	<i>Pistacia atlantica</i>	پسته وحشی (بنه)	19
دست کاشت	<i>Ulmus Carpinifolia var. umbraculifera</i>	نارون چتری	20
دست کاشت	<i>Biota orientalis</i>	سرو خمره ای	21
دست کاشت	<i>Olea Eurpea</i>	زیتون	22
دست کاشت	<i>Eleagnus angustifolia</i>	سنجد	23
دست کاشت	<i>Myrtus comonis</i>	مورد	24
طبیعی	<i>Paliurus spaina-christi</i>	سیاه تلو	25
طبیعی	<i>Asteragalus Spp</i>	گون	26
طبیعی	<i>Amygdalus scoparia</i>	بادام کوهی	27
طبیعی	<i>Amygdalus lycoides</i>	تنگرس	28
طبیعی	<i>Berberis crataegina</i>	زرشک وحشی	29
دست کاشت	<i>Cupressus sempervirence var fastigiata</i>	سرو ناز	30
دست کاشت	<i>Spartium gunceum</i>	گل طاووسی	31
دست کاشت	<i>Melia azedarach</i>	زیتون تلخ	32
دست کاشت	<i>Cerasus microcarpa</i>	راناس	33

حذف شدند. به این ترتیب لایه نهایی قابل ارزیابی بعد از حذف محدودیت‌ها شامل 35 واحد به مساحت 748 هکتار بود. با توجه به این که مناطق با محدودیت مطلق از روند ارزیابی حذف شدند واحدهای باقی‌مانده در بعضی از معیارها (شیب و عمق خاک) فاقد تنوع طبقات بوده و به دلیل وجود صرفاً یک طبقه از قرارگیری در ماتریس مقایسه زوجی کنار گذاشته شدند. در مرحله بعد AHP گروهی گرفته شد و اوزان معیارها محاسبه شد (جدول 2). نرخ ناسازگاری AHP گروهی برابر 0/05 محاسبه شد.

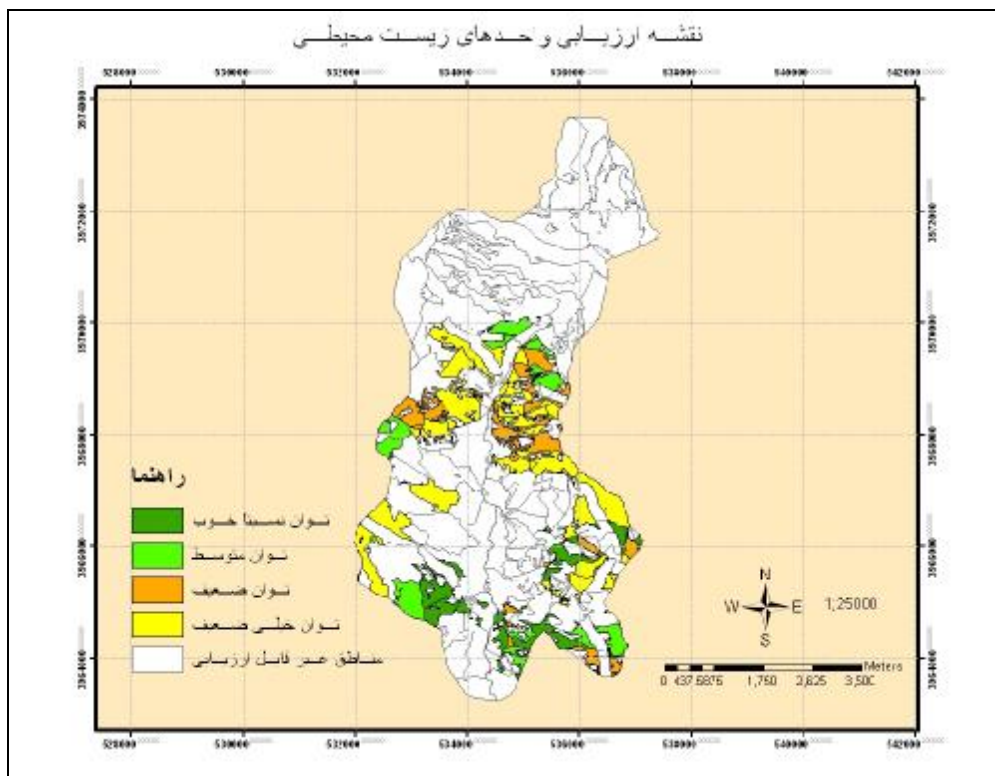
جدول 2- وزن نهایی شاخص‌ها

جهت	ارتفاع	بارندگی	دما	بافت خاک	زهکشی خاک
اوزان (W)	0,070	0,255	0,245	0,085	0,067

هکتار اراضی با توان خوب، 133 هکتار متوسط، 153 هکتار ضعیف و 366 هکتار توان نامناسب یا خیلی ضعیف برای توسعه جنگل داشتند. اراضی که توان خوب و متوسط در منطقه داشتند به عنوان اراضی قابل توسعه (به مساحت 249 هکتار) و اراضی که توان ضعیف و خیلی ضعیفی داشتند به عنوان اراضی غیرقابل توسعه (به مساحت 519 هکتار) در نظر گرفته شدند.

نتایج حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، شامل یک نقشه می‌باشد که حاوی اطلاعات توصیفی تمامی لایه‌ها است. مساحت کل این منطقه 3239 هکتار و تعداد واحدهای این نقشه 91 واحد می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات و حذف محدودیت‌های مطلق نشان داد که لایه‌های حاصل از محدودیت‌های مطلق به ترتیب شامل لایه برون‌زدگی سنگی به مساحت 839 هکتار، لایه شهر و باغات به مساحت 296 هکتار، لایه بافر رودخانه به مساحت 434 هکتار، لایه ارتفاع بالاتر از 3000 متر با مساحت 1094 هکتار، لایه شیب بالاتر از 65% با مساحت 1057 هکتار تولید شده و به ترتیب از روند ارزیابی

نقشه نهایی ارزیابی واحدها به روش saw در شکل (3) و جدول (3) مشاهده می‌شود. نتایج حاصل از تولید نقشه نهایی ارزیابی واحدهای همگن زیست‌محیطی منطقه، نشان داد که از 3239 هکتار اراضی منطقه، مساحت 2491 هکتار دارای محدودیت مطلق برای ارزیابی بودند و 748 هکتار به عنوان اراضی قابل ارزیابی و فاقد محدودیت شناخته شد که از این میزان 116

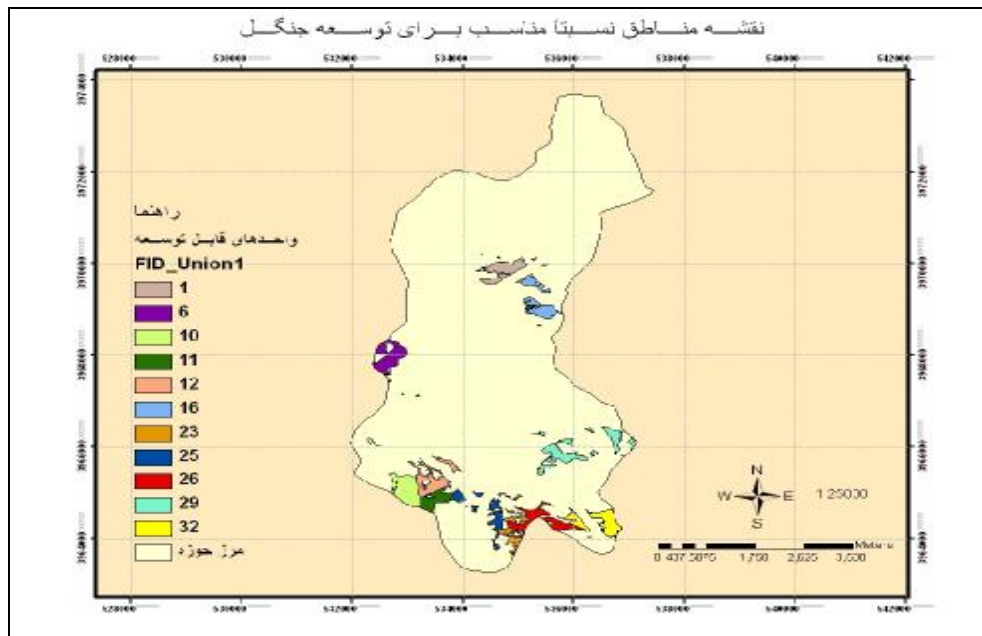


شکل 3- نقشه نهایی ارزیابی واحدهای زیست محیطی حوزه درکه - ولنجک شمیران

جدول 3- نتایج نهایی حاصل از ارزیابی واحدهای زیست محیطی منطقه مورد مطالعه

ارزیابی واحدها	تعداد واحدها	مساحت (ha)	مساحت نسبت به کل
خوب	5	116	3/58%
متوسط	6	133	4/10%
ضعیف	8	153	4/72%
خیلی ضعیف	14	366	11/29%
غیر قابل ارزیابی	66	2491	76/90%

نقشه مناطق نسبتاً مناسب برای توسعه جنگل در شکل (4) قابل مشاهده است.



شکل 4- مناطق نسبتاً مناسب برای توسعه جنگل در منطقه مورد مطالعه

خصوصیات اکولوژیک واحدهای همگن با توان خوب و متوسط که توسعه فضای سبز در آنها امکان‌پذیر است در جدول (4) نشان داده شده‌است.

جدول 4- مشخصات اکولوژیکی اراضی قابل توسعه برای جنگل در منطقه

ردیف	شماره واحد	جهت	ارتفاع (متر)	بارندگی متوسط سالانه (میلی‌متر)	درجه حرارت متوسط سالیانه (درجه سانتی‌گراد)	بافت خاک	زهکشی خاک	توان توسعه
1	1	جنوبی	2600-3000	474 - 521	3 - 5	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	متوسط
2	6	شرقی	2600 - 3000	474 - 521	3 - 5	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	متوسط
3	10	شرقی	2200-2600	386 - 340	7-9	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	متوسط
4	11	شرقی	1800-2200	295-340	9 - 11	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	خوب
5	12	شرقی	1800-2200	295 - 340	9 - 11	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	خوب
6	16	غربی	2600-3000	474 - 521	3-5	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	متوسط
7	23	غربی	1800 - 2200	295 - 340	9 - 11	شنی رسی لومی - رسی - رسی سیلتی رسی - رسی	ضعیف	متوسط
8	25	غربی	1800-2200	238 - 295	11-13	شنی رسی لومی - رسی - رسی سیلتی رسی - رسی	ضعیف	خوب
9	26	غربی	1800-2200	295 - 340	9 - 11	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	خوب
10	29	جنوبی	2200-2600	396-430	7 - 9	شنی رسی لومی - رسی - رسی سیلتی رسی - رسی	ضعیف	خوب
11	32	جنوبی	1800-2200	238 - 295	9-11	شنی رسی لومی - لومی سیلتی رسی - رسی لومی	متوسط	متوسط

با توجه به این جدول 11 واحد همگن با شماره‌های 1، 6، 10، 11، 12، 16، 23، 25، 26، 29 و 32 شرایط مناسب‌تری نسبت به دیگر مناطق قابل ارزیابی منطقه مورد مطالعه، از لحاظ توسعه فضای سبز جنگلی را داشتند. بیشترین سطح مربوط به واحد 29 با 32 هکتار و کمترین سطح مربوط به واحد 23 با 14 هکتار می‌باشد. مشخصات رویشگاهی و اکولوژیکی گونه‌های پیشنهادی در جدول (5) قابل مشاهده است. نتایج حاصل از تعیین گونه مناسب با شرایط

اکولوژیک مناطق مستعد برای توسعه جنگل در واحدهای 11، 12، 23، 25، 26 و 32 گونه‌های تا، بادام کوهی، تنگرس و زرشک و در ارتفاعات بالادست حوضه در واحدهای 1، 6، 10، 16 و 29 (ارتفاع 2200 تا 3000) گونه ارس پیشنهاد می‌شود. گونه سرو نقره ای در واحدهای 11، 12 و 32 و گونه اقاچیا در حاشیه جاده‌ها در واحدهای 25 و 32 قابل توصیه است.

جدول 5- مشخصات رویشگاهی و خصوصیات اکولوژیک گونه‌های پیشنهادی

ردیف	نام گونه	اسم علمی	نوع گونه	پراکنش	نیاز نوری	نیاز رطوبتی	نیاز حرارتی	ارتفاع از سطح دریا	سایر توضیحات
2	تا (داغداغان)	Cetlis caucasica	پهن برگ	بومی زاگرس و دامنه جنوبی البرز (بومی منطقه)	نورپسند	خشکی پسند	مقاوم به یخبندان	2600 تا 800	در شکاف صخره ها نفوذ می کند، طالب خاک با زهکشی مناسب
3	ارس	Juniperus polycarpus	سوزنی برگ	بومی ایران		خشکی پسند بارندگی متوسط (300-250)	مقاوم به یخبندان حداقل دمای (-25)	1500 تا 3000	ارتفاعات البرز مرکزی
4	اقاچای معمولی	Robinia pseudoacacia	پهن برگ	بومی آمریکای شمالی، مناطق استپی و خشک	نورپسند، پیشرو	خشکی پسند، حداقل بارندگی متوسط (350-300)	مقاوم به یخبندان	2200 تا	مناسب برای تثبیت خاک در اراضی متوسط، سریع الرشد، ریشه جوش
5	سرو نقره ای	Cupressus arizonica	سوزنی برگ	بومی آریزونا و کالیفرنیا، مناطق استپی و خشک	نورپسند	خشکی پسند		2000 تا	ارضی سنگلاخی و فقیر
7	بادام کوهی	Amigdalus scoparia	درختچه، پهن برگ	بومی مناطق استپی، پهن برگ و خشک ترکمنستان و ایران (بومی منطقه)		خشکی پسند، حداقل بارندگی متوسط سالیانه (200-250)		2700 تا	ارضی خوب تا فقیر و آهکی
8	تنگرس	Amygdalus lycoides	درختچه، پهن برگ	بومی مناطق استپی، پهن برگ و خشک ترکمنستان و ایران (بومی منطقه)		خشکی پسند، حداقل بارندگی متوسط سالیانه (200-250)		2700 تا	خاک عمیق و نیمه عمیق
9	زرشک	Berberis crataegina	درختچه، پهن برگ	قفقاز، آسیای صغیر، ارمنستان، دامنه جنوبی البرز (بومی منطقه)	نیمه نورپسند،	بارندگی متوسط سالانه (200-250)	حداقل (15-) تا (-20)	1000 تا 2800	هر خاکی به جز آبرفتی عمیق و نیمه عمیق

بحث و نتیجه گیری

متر از سطح دریا بهترین شرایط را دارند. گونه داغداغان (تا) (*Celtis caucasica*) از دیگر گونه-های بومی زاگرس و دامنه جنوبی البرز (بومی منطقه) بوده و گونه‌ای پهن‌برگ، نورپسند، خشکی‌پسند و مقاوم به یخبندان بوده و در ارتفاعات 800 تا 2600 متری دیده شده و این گونه در شکاف صخره‌ها نفوذ می‌کند، بنابراین با تطبیق خصوصیات اکولوژیکی این گونه با منطقه کوهستانی مورد مطالعه که دارای عمق کم می‌باشد، قابلیت ریشه‌دوانی داشته و از گونه‌های مناسب و مقاوم برای جنگلکاری در این منطقه می‌باشد. این گونه در منطقه و در ارتفاعات 1800 تا 2200 متری، در واحدهای 11، 12، 23، 25، 26 و 32 منطقه قابل پیشنهاد است. گونه غیر بومی پیشنهادی سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) است. این گونه بومی آریزونا، کالیفرنیا و مناطق استپی و خشک است. درختی نورپسند، خشکی‌پسند، که تا ارتفاع 2000 متر قابل گسترش است که در اراضی سنگلاخی و فقیر توان استقرار دارد. این گونه در منطقه پیشنهاد شد به دلیل اینکه با توجه به خصوصیات گفته شده، توانایی تحمل شرایط سخت منطقه را دارد. با توجه به تحقیقات (کرد، همکاران، 1389) این گونه در جهات شرقی و جنوبی رشد بهتری دارد در نتیجه، در ارتفاعات 1800 تا 2200 متر و در واحدهای 11، 12 و 32 که دارای جهات شرقی و جنوبی هستند، قابل توصیه می‌باشند. گونه زرشک (*Berberis crataegina*) به عنوان درختچه بومی دامنه جنوبی البرز (منطقه مورد مطالعه) و همراه در ارتفاعات 1800 تا 2200 متر و در واحدهای 11، 12، 23، 25، 26 و 32 پیشنهاد می‌شود. از خصوصیات اکولوژیکی این درختچه

استفاده از گونه‌های بومی مطابق با خصوصیات اکولوژیک منطقه که با اصول جنگلکاری موفق همگام است ما را در راه رسیدن به توسعه پایدار یاری می‌کند. گونه ارس (*Juniperus polycarpus*) سوزنی‌برگ و بومی ایران، خشکی‌پسند (با بارندگی متوسط 250 تا 300 mm)، مقاوم به یخبندان و تا ارتفاع 3000 متر در بعضی نقاط ایران گسترده می‌شود. با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه کوهستانی و دارای شرایط نسبتاً نامناسب (به لحاظ اقلیمی و پستی و بلندی‌ها) برای جنگلکاری است، واحدهایی که دارای ارتفاع بالاتر از 2200 متر هستند فقط گونه ارس که بومی دامنه جنوبی البرز است و به عنوان مرز جنگل تا ارتفاع 3000 متر قابل گسترش است، پیشنهاد می‌شود با تطبیق خصوصیات این گونه در واحدهای 1، 6، 10، 16 و 29 قابل توصیه است. نتایج حاصل از مطالعه خصوصیات گونه‌های بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) و تنگرس (*Amygdalus lycioides*) نشان داد که این 2 گونه از درختچه‌های خشکی‌پسند (حداقل بارندگی متوسط سالیانه (200-250mm)) و بومی مناطق استپی و کوهستانی ایران و این منطقه بوده که در بعضی از نقاط ایران تا ارتفاع 2800 متر از سطح دریا قابل گسترش هستند. با تطبیق این خصوصیات با شرایط اکولوژیکی واحدها این 2 گونه در واحدهای 11، 12، 25، 26، 23 و 32 به مساحت 121 هکتار که در ارتفاعات پایینی و نزدیک به شهر تهران (ارتفاع 1800 تا 2200 متر) قرار دارند، امکان جنگلکاری با این دو گونه فراهم است، که طبق تحقیقات سالاریان و حسین‌زاده این گونه در ارتفاعات 1800 تا 1900

میزان 116 هکتار اراضی با توان خوب، 133 هکتار متوسط، 153 هکتار ضعیف و 366 هکتار توان نامناسب یا خیلی ضعیف برای توسعه جنگل داشتند. اراضی که توان خوب و متوسط در منطقه داشتند به عنوان اراضی قابل توسعه (به مساحت 249 هکتار) و اراضی که توان ضعیف و خیلی ضعیفی داشتند به عنوان اراضی غیر قابل توسعه (به مساحت 519 هکتار) در نظر گرفته شدند. 4- در اراضی که قابلیت توسعه فضای سبز را دارند، بر اساس خصوصیات اکولوژیک منطقه و نیازهای رویشگاهی گونه‌های درختی منطقه‌ای به وسعت 112 هکتار برای توسعه گونه‌های بادام کوهی، تنگرس، داغداغان و زرشک در واحدهای 11، 12، 23، 25، 26 و 32 و گونه سرو نقره‌ای در واحدهای 11، 12، 32 پیشنهاد می‌شود. منطقه‌ای به وسعت 132 هکتار صرفاً برای جنگلکاری با گونه ارس در واحدهای اکولوژیک 1، 6، 16 و 29 قابل توصیه هستند. برای واحدهایی که در مناطق حاشیه‌ای جاده‌ها قرار دارند گونه اقاچیا به همراه دیگر گونه‌های پیشنهادی این واحدها توصیه می‌شود (واحدهای 25 و 32). 5- باتوجه به این که انتخاب گونه بر اساس نیاز رویشگاهی آن‌ها و شرایط اکولوژیک منطقه می‌باشد. اگرچه در کل منطقه شرایط مساعد و ایده‌آلی برای توسعه فضای سبز ندارد ولی باتوجه به ضرورت‌ها و با اعمال عملیات حمایتی می‌توان فضای سبز را با گونه‌های پیشنهادی با میزان خطرپذیری کمتر در منطقه ایجاد کرده و توسعه داد.

می‌توان به نیمه‌نورپسند بودن این گونه اشاره داشت، این گونه بارندگی متوسط 250 تا 300 mm را تحمل کرده و در هر خاکی به جز خاک آبرفتی رشد خوبی دارد. باتوجه به اینکه خاک منطقه فقیر بود، یکی از گونه‌های خانواده بقولات¹ به نام اقاچیا (*Robinia pseudoacacia*) که بومی آمریکای شمالی و مناطق استپی و خشک بوده و گونه‌ای نورپسند، سریع‌الرشد بوده که خشکی و بارندگی حداقل متوسط 300 تا 350 mm در سال را داشته، مقاوم به یخبندان بوده و تا ارتفاع 2200 متر قابل پیشنهاد است. این گونه به دلیل این که توانایی تثبیت نیتروژن خاک را فراهم کرده و امکان بهبود خواص خاک را به منطقه داده و دارای تاج گسترده و زیبایی ظاهری است در حاشیه جاده‌ها، در جهت‌های شمالی و شرقی و در ارتفاعات 1800 تا 2200 و در واحدهای 25 و 32 قابل توصیه است که با تحقیقات کرد، بهروز و همکاران (1389)، همخوانی دارد.

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان به موارد زیر اشاره داشت: 1- با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که GIS به عنوان ابزاری کارآمد در ارزیابی توان اکولوژیک هر منطقه به منظور توسعه جنگل به شمار می‌رود. 2- استفاده از روش ارزیابی چند عامله (MCE) ضمن حذف مناطق دارای محدودیت از روند ارزیابی، طبقه‌بندی توان اکولوژیک عرصه را با دقت و سهولت بیشتری انجام می‌دهد، به طوری که نظرات کارشناسی اثر کمتری را در روند ارزیابی‌ها خواهد داشت. 3- براساس ارزیابی به عمل آمده از 3239 هکتار منطقه 748 هکتار به عنوان اراضی قابل ارزیابی و فاقد محدودیت شناخته شدند که از این

¹ -leguminosea

منابع

1. آقازمانی، جمشید، 1383، انتخاب گونه و نیاز آبی در توسعه جنگل و فضای سبز، راه سبحان، مراتع و آبخیزداری، تهران، 105 ص.
2. اصغرپور، محمد جواد، 1381، تصمیم-گیری‌های چند معیاره، دانشگاه تهران، تهران، 398 ص
3. ثابتی، حبیب‌اله. (1326). جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، 810 ص.
4. حسین‌زاده، ج (1381)، بررسی برخی عوامل اکولوژیکی موثر بر پراکنش گونه‌های مختلف بادام در استان ایلام، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، 9، 151-176.
5. رحیمی زاده، نعیمه، بابایی کفاکی، ساسان، متاجی، اسداله، (1389). مکان‌یابی اراضی مستعد برای توسعه جنگل با استفاده از روش-های ارزیابی چند معیاره و GIS مطالعه موردی حوزه آبخیز درکه و لنجک شمیران، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، 76 ص.
6. سالاریان، ع، متاجی، ا، و ایران منش، ی. (1387)، بررسی نیاز رویشگاهی گونه بادامک (*Amygdalus scoparia* Spach) در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: رویشگاه کره بس، استان چهارمحال و بختیاری، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، 34، 34-528-542.
7. کرد، بهروز و کرد، بهزاد (1389)، بررسی تاثیر برخی عوامل زیست محیطی بر مشخصه‌های کمی گونه‌های اقاویا و سرو نقره‌ای در پارک طبیعت پردیسان، فصلنامه علوم و فنون منابع-طبیعی، 2، 25-33.
8. کریمی، هادی، 1381، فرهنگ رستنی‌های ایران، جلد دوم، درخت‌ها و درختچه‌ها گل‌ها و گیاهان خانگی، پرچم، تهران، 516 ص.
9. علیجانی، بحلول، دوستان، رضا، 1385، تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، 8، 13-33.
10. مخدوم، مجید. (1378). شالوده آمایش سرزمین، تهران، دانشگاه تهران، 289 ص.
11. مروی مهاجر، محمد رضا. (1385). جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، تهران، دانشگاه تهران، 387 ص.
12. مظفریان، ولی اله. (1383). درختان و درختچه‌های ایران، تهران، فرهنگ معاصر، 1003 ص.
13. نجفی فر، علی، 1382 رحمانی، رامین، حسین‌زاده، جعفر، کرم شاهی، عبدالامیر، مدل ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های زاگرس با کاربری جنگل (مطالعه موردی حوزه آبخیز سراب دره شهر ایلام)، 34-39.