

انتخاب گونه در طرح‌های جنگل‌کاری براساس ارزیابی توان اکولوژیک در کمربند سبز شمال تهران

مه‌ری محمودخانی*^۱، جهانگیر فقهی^۲، مجید مخدوم^۳

۱ کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۷؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۲/۰۹)

چکیده

ایجاد فضاهای فعال و زنده شهری در کنار شهرها، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. آمایش سرزمین در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب برای توسعه جنگل و فضای سبز براساس ویژگی اکولوژیکی آن‌ها به ما کمک می‌کند. انتخاب گونه‌های درختی در سطح شهر از وظایف مهم کارشناسان فضای سبز و جنگلداری شهری می‌باشد و در این میان انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب از اساسی‌ترین بخش‌های یک طرح فضای سبز موفق است. منطقه مورد مطالعه در دامنه‌های البرز جنوبی در حریم شهر تهران در قسمت شمال شهر واقع است که شامل ۱۲ زیرحوزه آبخیز از حوزه آبخیز مرکزی است. به‌طور کلی، در این تحقیق ابتدا به شناسایی منابع اکولوژیکی و تفسیر و جمع‌بندی داده‌ها و ایجاد واحد نقشه‌سازی پرداخته شد. سپس با توجه به منابع شناسایی‌شده، مدل ویژه منطقه با توجه به مدل کلی جنگل‌کاری تهیه شد. در نهایت، ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه با توجه به مدل طراحی‌شده برای کاربری جنگل‌کاری انجام گرفت. در مرحله بعد، سیاهه گونه‌های درختی و درختچه‌ای بومی منطقه و گونه‌های مناسب جهت کاشت در شمال تهران و در کمربند سبز تهیه شد. سپس، با توجه به ویژگی‌های اکولوژیکی یگان‌های محیط‌زیستی اقدام به پیشنهاد گونه‌های درختی و درختچه‌ای مناسب در سطح هر یگان و در نهایت نقشه جنگل‌کاری با گونه‌های پیشنهادی تهیه شد.

کلید واژه‌ها: آمایش سرزمین، ارزیابی توان اکولوژیکی، کمربند سبز، مکان‌یابی، یگان محیط‌زیستی، مدل ویژه

سرآغاز

آهنگ رشد روزافزون جمعیت کانون‌های بزرگ شهری هم‌راستا با توسعه کالبدی محدوده شهرها، مسایل و مشکلات جدیدی را فراروی جامعه و مدیران شهری ایجاد کرده است. از بین رفتن زمین‌هایی با قابلیت کشاورزی و فضاهای سبز پیرامون شهرها همراه با توسعه کالبدی شهر به‌منظور سکونت و شکل‌گیری بافت‌های حاشیه‌ای از جمله تبعات منفی گسترش غیراصولی و بی‌برنامه شهرها می‌باشد. بدیهی است، به مرور زمان از توان اکولوژیک شهر کاسته شده و با افزایش انواع آلودگی‌ها در شهرهای بزرگ، زیست‌بوم ساکنان آن به مخاطره می‌افتد. شکی نیست که فضاهای سبز در مقیاس‌های مختلف می‌توانند مأمّن و مکان نزدیکی انسان شهرنشین با طبیعت و تجدید نیازهای جسمی و روحی او در این خصوص باشند (جمشیدی، ۱۳۸۸).

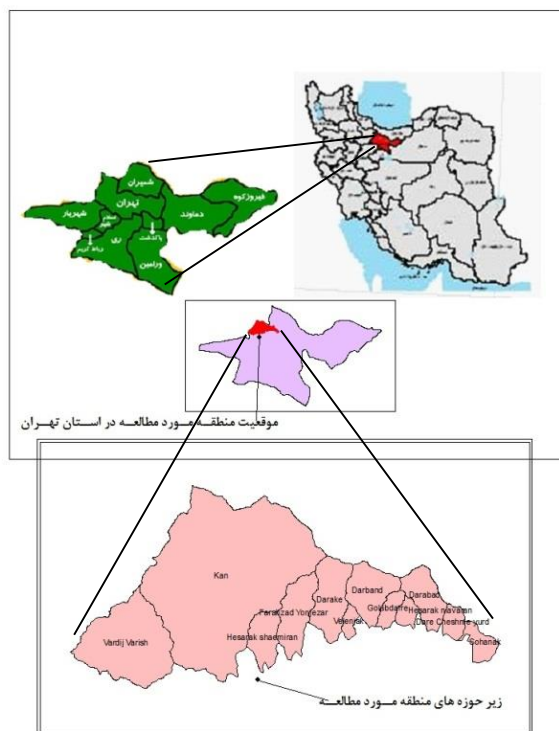
درختان اثر قابل توجهی در بهبود شرایط اقلیمی محیط‌زیست شهر دارند. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که جوامع، نیازمند به درختان بیشتر و بهتری هستند و این خواسته عموم مردم است. ایجاد جنگل‌های مناسب در شهرها به فعالیت همه‌جانبه سیاسی، اجتماعی و فنی نیاز دارد و در این امر باید تمامی شهروندان، تصمیم‌گیران سیاسی و متخصصان جنگلداری شهری فعالانه شرکت داشته باشند. از نقطه نظر اکولوژیک، شهرها شرایط بسیار سخت و نامساعدی دارند و به‌همین دلیل مساله اصلی آن‌ها ایجاد محیط مناسب جهت رشد گیاهان است. دست‌اندرکاران جنگلداری شهری باید از مهارت و ابتکار خود برای توسعه و نگه داری درختان استفاده کنند (مجنونیان، ۱۳۷۴). رمز موفقیت در ایجاد یک فضای سبز پایدار، انتخاب گونه‌های مناسب و سازگار با محیط شهری است.

با توجه به محدودیت آب و زمین مناسب، احداث فضای سبز شهری در تهران و سایر شهرهای کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و هرگاه قطعه زمینی برای این منظور انتخاب شود باید حداکثر استفاده‌های محیط‌زیستی از آن به‌عمل آید. خوشبختانه افزایش آگاهی مردم از آثار ناگوار آلودگی‌های محیط‌های شهری و نقش فضای سبز در کاهش این ناهنجاری‌ها و اهتمام مسوولین برای تأمین محیط‌زیست سالم شهروندان در سال‌های اخیر موجب شده است تا طرح‌های زیادی در زمینه توسعه کمی و کیفی فضای سبز به مرحله اجرا درآید (طرح مطالعاتی و پژوهشی، ۱۳۸۵). آمایش سرزمین طبق ضوابطی با نگرش بازده پایدار و درخور، برحسب توان و استعداد کیفی و

کمی سرزمین برای استفاده‌های مختلف انسان از آن، به تعیین نوع کاربری از سرزمین می‌پردازد. بنابراین، از هدررفتگی منابع طبیعی و ضایع شدن محیط زیست و در نتیجه از فقر انسانی که روی زمین حاکم است می‌کاهد.

در نتیجه، ارزیابی توان سرزمین در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب برای توسعه جنگل و فضای سبز براساس ویژگی‌های اکولوژیکی آن‌ها به ما کمک می‌کند و از طرفی استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به علت توانایی‌های آن‌ها در تجزیه و تحلیل سیستمیک اطلاعات می‌تواند راهگشای بسیاری از مشکلات و معضلات در راه توسعه جنگل و فضای سبز در اطراف شهرهای بزرگ به‌خصوص تهران باشد. یکی از مسایلی که جنگلبانان با آن مواجه خواهند بود، مساله جنگل‌کاری توأم با انتخاب گونه می‌باشد و همیشه این سوال پیش می‌آید که در شرایط اکولوژیکی معینی چه گونه‌ای را می‌توان کاشت (مصدق، ۱۳۷۸). تا کنون مطالعات مختلفی در ارتباط با کاربرد ارزیابی توان اکولوژیک در طرح‌های جنگل‌کاری صورت گرفته است، (حسینی‌نصر، ۱۳۶۹ و منصورسمائی، ۱۳۷۴) فرایند آمایش سرزمین برای جنگل‌کاری را تحت بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که در انتخاب گونه‌های مناسب برای جنگل‌کاری می‌توان از این فرایند که اساس آن برپایه ارزیابی توان اکولوژیک استوار است، استفاده نمود. (عباسی، ۱۳۷۵)، با ارزیابی توان سرزمین اراضی جنوب تهران با توجه به ویژگی‌های اکولوژیکی و با در نظر گرفتن نیازهای اجتماعی و اقتصادی، مکان‌های مناسب برای جنگل‌کاری را تعیین نمود. (ملک‌قاسمی و همکاران، ۱۳۸۴)، جهت مکان‌یابی عرصه مناسب برای توسعه جنگل و فضای سبز در سرخه‌حصار تهران از آمایش سرزمین استفاده کرده و در نهایت مدل اکولوژیکی توان توسعه جنگل و فضای سبز منطقه را پس از آمایش و بررسی مدل اکولوژیک مخدوم، در پنج طبقه توان ارایه نمودند. انتخاب گونه‌های درختی در سطح شهر از وظایف مهم کارشناسان فضای سبز و جنگلداری شهری می‌باشد (کریمی، ۱۳۸۷). در این میان انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب از اساسی‌ترین بخش‌های یک طرح فضای سبز موفق است و توجه به گونه‌های بومی جهت بالابردن تنوع گونه گیاهی و در نتیجه افزایش پایداری، کاهش هزینه‌های مدیریتی و بالا بردن کیفیت آموزشی فضاها اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در امر، انتخاب گونه به‌خصوص در محیط‌های شهری عوامل بیشماری دخالت دارند که باتوجه به مجموعه این عوامل می‌توان

۵۰۸۰۹۴ تا حد اکثر طول ۵۵۱۰۹۹ و حداقل عرض ۳۹۵۸۴۶۷ تا حداکثر عرض ۳۹۷۸۸۵۰ واقع شده است، شکل (۱). حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۴۰۰ متر واقع در حوزه آبخیز کن و حداکثر ارتفاع موجود در منطقه ارتفاع ۳۹۵۰ متر در حوزه آبخیز دارآباد می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش پژوهش

برای تشکیل واحدهای همگن محیط‌زیستی از روش (مخدوم، ۱۳۸۹)، استفاده شد. در این بررسی، نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ تهیه‌شده از شرکت (جهاد تحقیقات آب‌و‌انرژی، ۱۳۹۰) مورد استفاده قرار گرفت. نقشه توپوگرافی منطقه وارد نرم‌افزار Arc GIS 9.3 شد و نقشه مدل رقومی ارتفاع برای استخراج نقشه طبقات ارتفاع، شیب و جهت تهیه شد. نقشه شیب نیز برای منطقه مورد مطالعه، با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و فاصله خطوط میزان ده متری تهیه شد. سپس، نقشه طبقات شیب در ۵ طبقه و نقشه طبقات ارتفاع در ۴ طبقه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد. در ادامه، با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع، نقشه جهت‌های جغرافیایی شامل ۴ طبقه تهیه شد و طبقه بدون جهت جغرافیایی در نقشه

گونه‌های مناسب جهت کاشت در هر منطقه را پیشنهاد نمود. نتایج تحقیقات (کیانی و خلیل‌نژاد، ۱۳۸۹) در بیرجند نشان داد که مهم‌ترین اولویت تفریحی شهروندان استفاده از پارک‌های شهری است ولی عواملی مانند کمبود تنوع گونه‌های گیاهی فضای سبز و عدم یکنواختی آن در سطح شهر، نارضایتی شهروندان را در پی داشته است. (Saebo et al., 2003)، انتخاب درختان در جنگلداری شهری در کشورهای اسکاندیناوی را بررسی کردند و بیان نمودند که درختان در محیط شهری تحت تنش‌های متعددی هستند و باید در برنامه‌ریزی‌ها و انتخاب درختان به این تنش‌ها توجه شود. نتایج مطالعات (Sjoman & Nielsen, 2010)، نشان داد در طرح‌ریزی و انتخاب درختان در محیط‌های شهری باید به تحمل در مقابل تنش بیشتر از جنبه‌های زیبایی‌شناسی توجه نمود. (Kontogianni et al., 2011)، ویژگی‌های پرورشی و جنگل‌شناسی که نقش مهمی روی ثبات و استحکام درختان در اکوسیستم‌های شهری ایفا می‌کنند را بررسی نموده و شاخص‌هایی را تعیین نمودند که باید به آن‌ها جهت استقرار و استحکام درختان در مقابل باد در اکوسیستم شهری توجه نمود. (Pathak & Tripathi, 2011)، به ارزیابی شاخص (API Anticipated Performance) Index بعضی گونه‌های درختی برای توسعه کمربند سبز به منظور کاهش صدا در هند پرداختند و این شاخص را در درختان مورد نظر محاسبه نمودند.

در محیط‌زیست شهری، جنگلبانان شهری و مدیران فضای سبز، مدیریت درختان انفرادی یا گروهی داخل و حومه شهری را به‌عهده گرفته و استقرار گونه‌های درختی هدف اصلی دو گروه فوق می‌باشد. هدف این تحقیق را می‌توان بررسی کاربرد ارزیابی توان اکولوژیک و GIS در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب توسعه جنگل در کمربند سبز شمال تهران و پیشنهاد گونه‌های درختی و درختچه‌ای سازگار و مناسب بیان نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در شمال شهر تهران و در دامنه‌های البرز جنوبی واقع است که شامل ۱۲ زیر حوزه آبخیز از زیر حوزه‌های حوزه آبخیز مرکزی است و مساحت منطقه مورد مطالعه ۴۰۴۰۰ هکتار است. در سیستم مختصات متریک در حداقل طول

مورد مطالعه، داخل دره‌ها به علت وجود آبراهه‌هایی که از چشمه‌سارهای داخل حوزه تغذیه می‌شوند و نیز با توجه به شرایط مناسب‌تر رطوبت هوا وضعیت پوشش گیاهی نیز کمی بهتر است. در بیشتر این دره‌ها، در کنار آبراهه‌ها بیشتر باغات و اراضی زراعی مشاهده می‌شود و در جایی هم که باغات مردم نیست، درخت‌زارهایی متشکل از انواع درختان بید، سنجد، گز، داغداغان و غیره در این بخش‌ها روئیده است. در بخش‌های شمالی‌تر منطقه مورد مطالعه، به سبب افزایش ارتفاع، پوشش گیاهی شرایط کاملاً کوهستانی پیدا می‌کند. در این بخش‌ها میزان بارندگی بیشتر و اغلب به صورت برف است. دمای هوا و شرایط باد به گونه‌ای است که گیاهان بوته‌ای بالشتکی به همراه انواع مختلف گراس‌های بانچ مانند، تیپ‌های اصلی مرتعی را تشکیل می‌دهند. در برخی دامنه‌ها و جاهایی که از گزند تخریب مصون مانده‌اند، توده‌هایی از درختان ارس به همراه دیگر گونه‌های درختی و درختچه‌ای از جمله شیرخشت، زرشک، داغداغان، بادام کوهی، زالزالک و غیره تشکیل جوامع درختی و درختچه‌ای را می‌دهند (مهندسین مشاور جهاد تحقیقات آب‌انرژی، ۱۳۹۰). با ترکیب نقشه تیپ پوشش گیاهی با نقشه واحدهای محیط‌زیستی پایه یک، نقشه نهایی واحدهای محیط‌زیستی به دست آمد که در این نقشه کلیه ویژگی‌های پایدار اکوسیستم شامل درصد شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، نوع خاک و تیپ پوشش گیاهی آن از هر واحد مجاور خود حداقل در یک یا چند ویژگی متفاوت است. در این مرحله نیز جهت کدگذاری مناطق مشترک از فرمول دوترکیبی استفاده شد. با توجه به مقیاس کار، در اراضی با شیب کمتر از ۱۲ درصد، واحدهای کوچکتر از ۵ هکتار در واحدهای مجاور ادغام شد. همچنین در اراضی با شیب بیشتر از ۱۲ درصد واحدهای کوچکتر از ۲۵ هکتار در واحدهای مجاور ادغام شدند (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰). در نهایت، نقشه واحدهای همگن محیط‌زیستی به دست آمد. تا این گام، پهنه‌بندی برای دستیابی به نقشه یگان‌های محیط‌زیستی که در واقع هر یک از آن‌ها شامل گروه‌های منظم از ساختارهای مشابه و همگن داده‌ها هستند، به سرانجام می‌رسد. از این پس، در عمل رویهم‌گذاری دیگر پهنه‌بندی برای نقشه سازی انجام نمی‌گیرد و فقط اطلاعات سایر نقشه‌ها (مانند منابع ناپایدار) وارد جدول یگان‌های محیط‌زیستی می‌شوند. بنابراین، جدول ویژگی‌های اکولوژیکی تنظیم شده و در آن مشخصات هر واحد شامل منابع پایدار و ناپایدار اکوسیستم مشخص شد. یکی از مهم‌ترین منابع

جهت جغرافیایی منطقه وجود نداشت جدول (۱). سپس، این سه نقشه در محیط نرم افزار ARC GIS هم‌پوشانی شدند و نقشه واحدهای شکل زمین به دست آمد که هر واحد آن با واحد مجاور حداقل در یکی از طبقات ارتفاع، درصد شیب و جهت دامنه متفاوت است. کدگذاری مناطق مشترک با استفاده از فرمول سه‌ترکیبی (مخدوم، ۱۳۸۹) و با اضافه کردن ستون جدید به لایه ایجاد شده، انجام گرفت.

جدول (۱): نحوه طبقه‌بندی ارتفاع، شیب و جهت جغرافیایی در استخراج از نقشه مدل رقومی ارتفاع

طبقات	ارتفاع	شیب	جهت
۱	۱۴۰۰-۱۸۰۰	۵-۰	شمالی
۲	۱۸۰۰-۲۲۰۰	۱۵-۵	شرقی
۳	۲۲۰۰-۲۶۰۰	۲۵-۱۵	جنوبی
۴	> ۲۶۰۰	۶۵-۲۵	غربی
۵		> ۶۵	

در این پژوهش، از نقشه خاک‌شناسی تهیه‌شده توسط (مهندسین مشاور جهاد تحقیقات آب و انرژی، ۱۳۹۰) با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی توان از روی نقشه خاک‌شناسی منطقه مورد مطالعه استخراج شد و نقشه واحدهای خاک به دست آمد و به عنوان یکی دیگر از نقشه‌های منابع پایدار در نقشه‌سازی یگان‌های همگن مورد استفاده قرار گرفت. با ترکیب نقشه واحدهای شکل زمین با نقشه خاک، نقشه یگان محیط‌زیستی پایه یک پدید آمد و کدگذاری مناطق مشترک با استفاده از فرمول دو ترکیبی انجام گرفت. در مرحله بعد، از نقشه پوشش گیاهی تهیه‌شده توسط (مهندسین مشاور جهاد تحقیقات آب‌انرژی، ۱۳۹۰) با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. منطقه مورد مطالعه یا دامنه‌های جنوبی ارتفاعات مشرف به تهران، متشکل از جوامع و تیپ‌های گیاهی است که شباهت زیادی به مناطق استپی و نیمه استپی مناطق جنوبی‌تر تهران دارد. در این بخش‌ها، به تناسب شیب اراضی و شدت تخریب، تیپ‌ها از گیاهان خاردار و بوته‌ای به خصوص انواع گون و گیاهان خاردار خانواده کاسنی به همراه برخی گراس‌ها از جمله *Bromus tomentellus*، *Poa bulbosa*، *Stipa hohenakeriana*، *Stipa barbata* و برخی از گونه‌های آگروپایرون تشکیل شده‌است که در میان آن‌ها انواع گونه‌های دیگر از خانواده کاسنی، نعنای، چتریان و غیره نیز مشاهده می‌شود. در منطقه

محیط‌زیستی در جدول ویژگی‌های اکولوژیکی وارد شد. بنابراین، پارامترهای اقلیمی مورد نیاز جهت ارزیابی طبقه‌بندی شدند که در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): طبقات پارامترهای اقلیمی جهت ارزیابی توان

بارندگی (میلی‌متر)	دما (سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	طبقات
۵۰۱-۸۰۰	-۱۸	۴۰/۱-۶۰	۱
۸۰۱-۱۲۰۰		۶۰/۱-۸۰	۲

پس از وارد نمودن اطلاعات منابع اکولوژیکی پایدار و منابع اکولوژیکی ناپایدار در جدول ویژگی‌های اکولوژیکی و تکمیل جدول ویژگی‌های اکولوژیکی، جهت ارزیابی توان اکولوژیک کاربری جنگل کاری منطقه مورد مطالعه از مدل ویژه استفاده شد. این مدل براساس مدل کلی جنگل کاری (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰) طراحی شده است. پس، مشخصات تک‌تک واحدها با مدل ویژه جنگل کاری مورد مقایسه قرار گرفت و با توجه به ویژگی‌های موجود در هر واحد و براساس این مدل مناطق مناسب جهت جنگل کاری تعیین شد.

در انتخاب گونه برای جنگل کاری از جهتی باید به اهداف جنگل کاری توجه نمود و از جهت دیگر توان اکولوژیکی منطقه و خواص اکولوژیک گونه را مدنظر قرار داد (مصدق، ۱۳۷۸).

از مهم‌ترین اهدافی که در جنگل کاری و انتخاب گونه در منطقه مورد مطالعه مد نظر قرار گرفت، ایجاد فضای سبز به‌عنوان گردشگاه برای ساکنان تهران و تا حدی احیای گونه‌های بومی این منطقه بوده است. بدین‌منظور، لیست گونه‌های بومی منطقه، گونه‌های مناسب جهت کاشت در شمال تهران و گونه‌های مناسب جهت کاشت در کمربند سبز با توجه به دامنه برداری اکولوژیک گونه‌های مختلف، تهیه شد. همچنین، در انتخاب گونه‌ها متناسب با توان اکولوژیک و سرشت گونه‌ها و توجه به منظرسازی و ایجاد تنوع گونه‌ای جهت پیشنهاد گونه‌های درختی و درختچه‌ای در سطح هر یگان محیط‌زیستی مدنظر قرار گرفت.

یافته‌ها

از ترکیب نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهت، خاک‌شناسی و پوشش گیاهی نقشه یگان‌های محیط‌زیستی با ۶۰۹ واحد محیط‌زیستی به‌دست آمد. نتایج حاصل از بررسی پارامترهای اقلیمی مورد نیاز

که طی فرایند شناسایی منابع جهت ارزیابی سرزمین مدنظر قرار می‌گیرد، آب‌وهوا و اقلیم است. در منطقه مورد مطالعه، از اطلاعات منابع اکولوژیکی ناپایدار شامل آب‌وهوا و اقلیم تهیه شده توسط (مهندسین مشاور جهاد تحقیقات آب و انرژی، ۱۳۹۰) استفاده شد که شامل پارامترهای زیر می‌باشد:

جهت تعیین مقدار بارندگی در منطقه مورد مطالعه از بارندگی متوسط سالانه و ارتفاع در ۲۸ ایستگاه و نتایج آنالیز رگرسیونی استفاده شده است. بنابراین، جهت تعیین بارندگی منطقه مورد مطالعه از معادله گرادیان بارش و ارتفاع متوسط وزنی استفاده شد. بدین‌ترتیب که با جای‌گذاری مقدار ارتفاع در معادله گرادیان بارش و ارتفاع متوسط وزنی هر یک از واحدهای هیدرولوژیک، مقادیر بارندگی متوسط سالانه هر یک از واحدهای مورد مطالعه محاسبه شد. در منطقه مورد مطالعه، گرادیان دمای متوسط ماهانه و سالانه، دمای حداکثر متوسط و حداقل ماهانه و سالانه تعیین شده است. همچنین، با توجه به گرادیان‌های مذکور و جداول هیپسومتری واحدهای مورد مطالعه، مقادیر دمای متوسط ماهانه و سالانه و دمای حداکثر و حداقل ماهانه و سالانه برای هر یک از واحدهای هیدرولوژیک و کل منطقه تعیین شده است. تعداد روزهای یخبندان یکی از پارامترهای مهم اقلیمی می‌باشد که در تعیین دوره‌های رویش گیاهی بسیار مهم می‌باشد. جهت تجزیه و تحلیل روزهای یخبندان از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژیک منطقه استفاده شده است. جهت بررسی رطوبت نسبی در منطقه از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژیک استفاده شده است. که مقادیر رطوبت نسبی ماهانه و سالانه این ایستگاه‌ها به‌صورت حداکثر، حداقل و متوسط ذکر شده است. جهت باد و فراوانی آن به‌دلیل نقش باد در فرسایش خاک و ساخت بادشکن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بدین‌ترتیب، جهت تجزیه و تحلیل جهت باد در طبقات مختلف سرعت از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک استفاده گردیده است. مقادیر تبخیر از طشتک هر یک از واحدهای منطقه مورد مطالعه توسط مهندسین مشاور جهاد تحقیقات آب و انرژی (۱۳۹۰) محاسبه شده است. در منطقه مورد مطالعه، برای محاسبه میزان آبدهی رودخانه‌ها، با استفاده از دبی متوسط سالانه در هر زیرحوزه، دبی ویژه محاسبه شد و با توجه به سطح هر یگان محیط‌زیستی میزان آبدهی در آن یگان مورد محاسبه قرار گرفت. اطلاعات مربوط به میزان آبدهی منابع آب سطحی و منابع آب زیرزمینی نیز در هر یگان

مدل‌ها بر اساس مدل ایرانی (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰) طراحی شده است. این مدل‌ها به‌طور کلی یک دستگاه معادلات خطی چندمجهولی با m معادله و n متغیر هستند. بنابراین، به‌منظور تعیین عرصه‌های مناسب جهت جنگل‌کاری در منطقه مورد مطالعه مدل ویژه جنگل‌کاری، رابطه (۱) طراحی شد.

$$F4(p) = E(1,2,3) + S0(1,2,3,4) + Cp(1,2) + Ct(1) + Ch(1,2) + Pte(1,2,3,4,5) + Pd(1,2,3,4) + Pdr(1,2,3) + Ps2(1,2,3) + Phg(1,2,3,4) + Pr(3,13) + Vf(1,2,3,4,5)$$

Ch : رطوبت نسبی (درصد)

Pte : بافت خاک

Phg : گروه‌های هیدرولوژیک خاک

Pr : مناطق حفاظت‌شده

Vf : فرم رویشی گیاهان

منطقه مورد مطالعه، با استفاده از مدل ویژه اکولوژیکی جنگل‌کاری، مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج تحقیق برای کاربری جنگل‌کاری در شکل (۲)، ارائه شده است.

جهت ارزیابی جنگل‌کاری در منطقه مورد مطالعه، از مطالعات صورت‌گرفته توسط (مهندسين مشاور جهاد تحقیقات آب و انرژی، ۱۳۹۰) لحاظ شده است.

در این بررسی، از مدل ویژه تصمیم‌گیری برای ارزیابی توان کاربری جنگل‌کاری استفاده شد. همان‌طور که ذکر شد، این رابطه (۱):

در رابطه بالا توضیح اختصارات به‌شرح زیر است:

$F4(p)$: جنگل‌کاری

Pd : عمق خاک (سانتی‌متر)

Pdr : زهکشی خاک

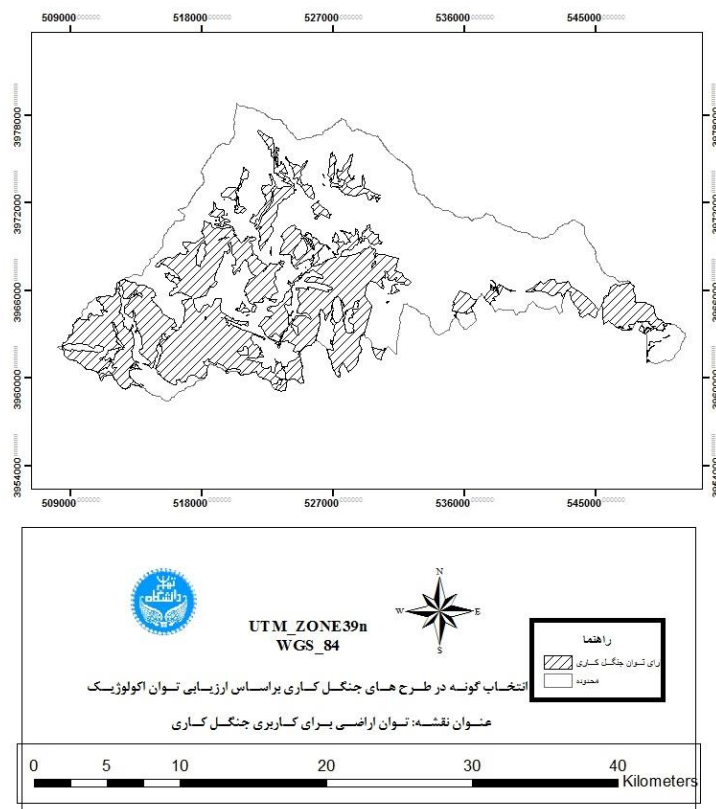
$Ps2$: سنگ‌ریزه‌های خاک (درصد)

E : ارتفاع از سطح دریا (متر)

$S0$: درصد شیب

Cp : بارندگی (میلی‌متر)

Ct : دما (سانتی‌گراد)



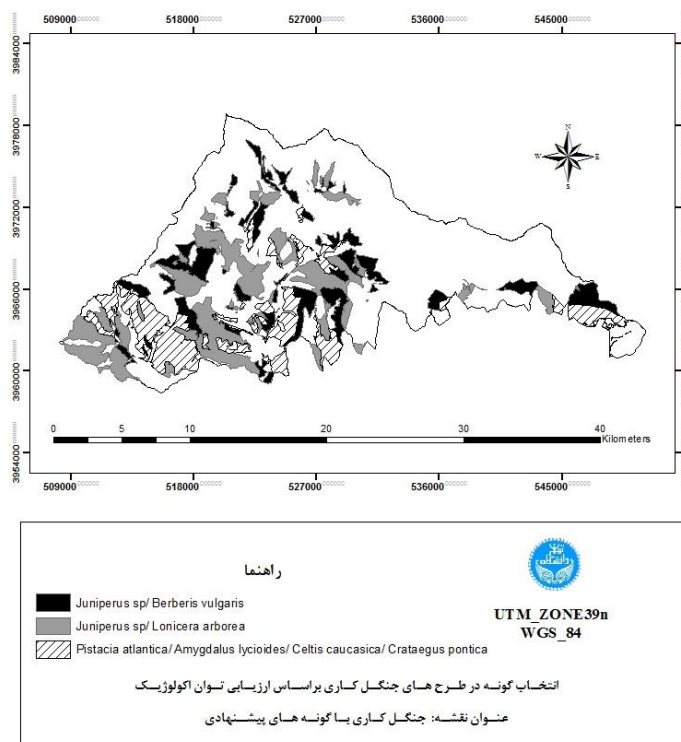
شکل (۲): نقشه توان سرزمین برای کاربری جنگل‌کاری

اکولوژیکی موردنیاز و سرشت گونه‌های درختی و درختچه‌ای موردنظر و با توجه به مجموع پارامترهای اکولوژیکی موجود در سطح هر یگان محیط‌زیستی، گونه‌های مناسب در هر یگان لحاظ و سعی شد که در کنار توجه به اهداف حفاظتی و اکولوژیکی انتخاب گونه‌ها تا حد امکان به تنوع گونه‌ای هم توجه شود. در سطح هر یگان محیط‌زیستی گونه‌های متنوعی توان حضور دارند. جهت عملیاتی‌نمودن طرح جنگل‌کاری با گونه‌های پیشنهادی، گونه‌هایی که در سطح بیشتری از منطقه قابلیت پیشنهاد و در واقع در یگان‌های بیشتری به‌طور مشترک وجود دارند، در نظر گرفته شد. با تلفیق این یگان‌ها، این امکان وجود خواهد داشت که جنگل‌کاری با گونه‌هایی با تنوع گونه‌ای کمتر ولی با قابلیت اجرا در سطح وسیع‌تر بتواند انجام شود. در شکل (۳)، نقشه جنگل‌کاری با گونه‌های پیشنهادی نشان داده شده است.

با توجه به لیست گونه‌های درختی و درختچه‌ای تهیه شده در جدول (۳) و در نظر گرفتن ویژگی‌های یگان‌های محیط‌زیستی در جدول ویژگی‌های اکولوژیکی، گونه‌های مناسب در سطح هر یگان محیط‌زیستی پیشنهاد داده شد. در تهیه لیست گونه‌های درختی و درختچه‌ای، آنچه ابتدا مورد توجه قرار گرفت، گونه‌های موجود در منطقه و گونه‌های بومی بوده است که خواسته‌ها و نیازهای اکولوژیک آن‌ها مطابق با شرایط موجود در منطقه باشد. اما از آن‌جا که بخشی از هدف این تحقیق توجه به منظرسازی و تنوع گونه‌ای جهت ایجاد گردشگاه مناسب در منطقه بوده است، بنابراین گونه‌هایی سازگار با شرایط اکولوژیک منطقه نیز از بین گونه‌های مناسب انتخاب شد که جهت کاشت در کمربند سبز و در شرایط آب‌وهوایی تهران مناسب باشند. این کار با مطالعه نیاز اکولوژیک و دامنه بردباری گونه‌ها و با راهنمایی کارشناسان مربوطه و توجه به شرایط اکولوژیک موجود در منطقه مورد مطالعه انجام شد. در واقع، با در نظر گرفتن شرایط

جدول (۳): فهرست گونه‌های درختی و درختچه‌ای پیشنهادی

خانواده	نام گونه	ردیف	خانواده	نام گونه	ردیف
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i>	۲۱	Aceraceae	<i>Acer negundo</i>	۱
Cupressaceae	<i>Juniperus excelsa</i>	۲۲	Simaroubaceae	<i>Ailanthus glandulosa</i>	۲
Cupressaceae	<i>Juniperus sabina</i>	۲۳	Rosaceae	<i>Amygdalus scoparia</i>	۳
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i>	۲۴	Rosaceae	<i>Amygdalus lycioides</i>	۴
Caprifoliaceae	<i>Lonicera arborea</i>	۲۵	Berberidaceae	<i>Berberis vulgaris</i>	۵
Moraceae	<i>Morus alba</i>	۲۶	Betulaceae	<i>Betula pendula</i>	۶
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	۲۷	Buddleiaceae	<i>Buddleia davidii</i>	۷
Pinaceae	<i>Pinus eldarica</i>	۲۸	Ulmaceae	<i>Celtis caucasica</i>	۸
Pinaceae	<i>Pinus nigra</i>	۲۹	Rosaceae	<i>Cerasus microcarpa</i>	۹
Anacardiaceae	<i>Pistacia atlantica</i>	۳۰	Papilionaceae	<i>Cercis siliquastrum</i>	۱۰
Rosaceae	<i>Prunus mahaleb</i>	۳۱	Rosaceae	<i>Chaenomeles japonica</i>	۱۱
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	۳۲	Corylaceae	<i>Corylus avellana</i>	۱۲
Fagaceae	<i>Quercus libanii</i>	۳۳	Rosaceae	<i>Cotoneaster</i>	۱۳
Fagaceae	<i>Quercus rubur</i>	۳۴	Rosaceae	<i>Crataegus azarallus</i>	۱۴
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i>	۳۵	Rosaceae	<i>Crataegus pontica</i>	۱۵
Papilionaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i>	۳۶	Cupressaceae	<i>Cupressus arizonica</i>	۱۶
Rosaceae	<i>Rosa sp</i>	۳۷	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	۱۷
Papilionaceae	<i>Spartium junceum</i>	۳۸	Oleaceae	<i>Forsythia intermedia</i>	۱۸
Rosaceae	<i>Spiraea crenata</i>	۳۹	Oleaceae	<i>Fraxinus persica</i>	۱۹
Ulmaceae	<i>Ulmus densa</i>	۴۰	Malvaceae	<i>Hibiscus syriaca</i>	۲۰



شکل (۳): نقشه جنگل‌کاری با گونه‌های پیشنهادی

بحث و نتیجه‌گیری

برای انتخاب گونه جنگلی، شرایط اکولوژیکی یکی از اصول اساسی به شمار می‌رود. در امر انتخاب گونه جنگلی، منطقه را باید بررسی کرد. انتخاب گونه‌های غیربومی دقت عمل زیادتری می‌خواهد. در برگزیدن گونه باید به خواص ژنتیکی آن توجه خاص داشت. زیرا، در بعضی از گونه‌ها اکوتیپ‌های مختلفی وجود دارد که هرکدام در شرایط خاصی رشد می‌کنند. به طور معمول در انتخاب گونه عوامل دیگری از قبیل حمله حشرات، قارچ‌ها و جانوران را نیز باید در نظر بگیریم. به‌طور کلی، در امر انتخاب گونه عوامل بی‌شماری دخالت دارند که در این تحقیق ارزیابی توان و شرایط اکولوژیک منطقه مدنظر قرار گرفته است. براساس نظر متخصصان، جهت انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای یک منطقه می‌توان به دو روش فلورستیک (انتخاب گونه‌های بومی) و اکولوژیک (انتخاب گونه‌های سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه) عمل نمود. به‌نظر می‌رسد، هیچ‌یک از این دو روش انتخاب به‌تنهایی جوابگو نبوده و باید تلفیقی از هر دو مورد استفاده قرار گیرد تا گزینشی مطلوب‌تر امکان‌پذیر شود. با این هدف، روش‌های مذکور در منطقه مورد مطالعه مورد توجه قرار گرفت تا جهت انتخاب گونه استفاده شود. با نگرش مجدد به

اهداف کلی طرح و بررسی جنبه‌های گوناگون آن، از ارزیابی توان اراضی برای جنگل‌کاری جهت بهبود کیفیت محیط‌زیست در منطقه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که این روش با بررسی تمام ویژگی‌های اکولوژیکی، محدودیت‌های مربوط به هر ویژگی را مشخص می‌نماید و با در نظر گرفتن مجموع ویژگی‌ها، مناطق مناسب جهت جنگل‌کاری تعیین می‌شود. بنابراین، امکان موفقیت در جنگل‌کاری نیز افزایش می‌یابد.

در تحقیقی که (ملک‌قاسمی و همکاران، ۱۳۸۴) در سرخه‌حصار تهران انجام دادند، از مقایسه مدل پیشنهادی با مدل (مخدوم، ۱۳۸۹) نتیجه گرفتند که این دو مدل از جهات بسیاری با یکدیگر تفاوت دارند و بیان نمودند که مدل مخدوم در این منطقه کارایی چندانی ندارد. به‌نظر می‌رسد، عدم تطابق نتایج این دو تحقیق به این دلیل است که برای ارزیابی توان اکولوژیک در هر منطقه جهت تعیین کاربری جنگل‌کاری می‌توان در سطح هر حوزه آبخیز مدل ویژه تهیه نمود و براساس آن مدل ارزیابی را انجام داد. در این تحقیق نیز سعی شد که با استفاده از مدل ویژه، مناطق مناسب جهت جنگل‌کاری و گونه‌های مناسب پیشنهادی در سطح واحد محیط‌زیستی را مشخص نمود که با نتایج حاصل از تحقیقات (حسینی‌نصر، ۱۳۶۹؛ منصورسمائی، ۱۳۷۴؛ عباسی،

انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب از اساسی‌ترین بخش‌های یک طرح فضای سبز موفق است. موفقیت اجرای این نوع طرح‌ها منوط بر رعایت مواردی مثل تعیین دقیق هدف باتوجه به نوع فضای سبز موردنظر، مطالعه وضعیت آب‌وهوا، توپوگرافی و خاک منطقه، طراحی صحیح اجزا و عملیات اجرایی، انتخاب نوع پوشش گیاهی، تهیه نقشه، برآورد هزینه، نیروی انسانی مورد نیاز و مدت زمان اجرایی طرح می‌باشد که لازم است در طرح‌های جنگل کاری مدنظر قرار گیرد. پارامترهای دیگری هم از قبیل مقاومت به بیماری و امراض، ویژگی‌های هرگونه در شرایط بومی و غیر بومی و ... می‌توانند در انتخاب گونه نقش ایفا نمایند. نتایج تحقیقات (Saebo et al., 2003; Sjomani & Nielsen, 2010) نیز نشان داد که در محیط‌های شهری باید به عوامل تنش‌زا توجه نمود. ولی در هر تحقیقی با فرض تأثیر چند پارامتر خاص روی پدیده معینی قدم‌های اولیه برداشته می‌شود و تأثیر برخی عوامل دیگر را نادیده می‌گیرند. همچنین تأثیر متقابل پارامترها هم می‌تواند دامنه فعالیت فاکتورهایی را محدود نماید. اصولاً شرایط محل، مسایل اقتصادی، اجتماعی و بالاخره زیبایی نیز در رأس عوامل محدودکننده برای انتخاب گونه به حساب می‌آیند. بنابراین، انتخاب گونه‌های جنگلی باید بادقت صورت بگیرد، زیرا اشتباهات احتمالی پس از مدت مدیدی ظاهر می‌شوند و جبران خسارت آن‌ها بسیار مشکل خواهد بود.

۱۳۷۵) نیز مطابقت دارد. با توجه به پارامترهایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند و واحدهای محیط‌زیستی همگن تشکیل دادند، امکان انتخاب گونه‌های متنوع براساس ارزیابی توان اکولوژیک میسر شد. بدین ترتیب که با درنظرگرفتن شرایط اکولوژیک موردنیاز هرگونه درختی و درختچه‌ای و با توجه به پارامترهای اکولوژیکی موجود در جدول ویژگی‌های اکولوژیکی، گونه‌های مناسب در سطح هر یگان محیط‌زیستی پیشنهاد شد. ازجمله پارامترهای موردبررسی در این تحقیق خاک، تشکیلات زمین‌شناسی، عمق، بافت و سایر ویژگی‌های آن در درجه اهمیت بالایی قرار دارند. اقلیم، میزان بارندگی سالانه، پراکنش بارندگی در طول سال، حداکثر و حداقل حرارت گرم‌ترین و سردترین ماه‌ها نقشی تعیین‌کننده در انتخاب گونه‌ها دارد. زیرا، هر اقلیم خاصی شرایط مناسبی برای رویش برخی از گیاهان را داراست. پارامتر بعدی که نقش عمده‌ای در ارزیابی دارد، ارتفاع از سطح دریاست. پارامتر بعدی در ارزیابی، جهت جغرافیایی است که مدنظر قرار می‌گیرد و نقش این پارامتر در سرشت نوری درختان جنگلی و ارتباط آن با نوع روشنایی‌پسند، سایه‌پسند و نیمه‌سایه‌پسند گونه‌های درختی قابل تعمق است. اگر با هدف احیای گونه‌های بومی و حفاظت خاک منطقه مورد ارزیابی قرار گیرد، پوشش گیاهی و مطالعه فلور منطقه راهگشای بسیار مطمئنی از نظر انتخاب گونه می‌تواند باشد. پارامتر شیب هم از جهت تشکیل دامنه و هم از جهت معین کردن عمق خاک دارای نقش معینی در انتخاب گونه است.

فهرست منابع

- جمشیدی، ا. ۱۳۸۸. طراحی محیط و منظر محور کمربند شرق اصفهان با تأکید بر گردشگری شهری، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد طراحی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
- حسینی‌نصر، م. ۱۳۶۹. کاربرد فرایند آمایش سرزمین در طرح‌های جنگل کاری، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- طرح مطالعاتی و پژوهشی. ۱۳۸۵. ارزیابی، مطالعه و بررسی گونه‌های گیاهی و انتخاب گونه‌های مناسب گیاهی سازگار با شرایط آب‌وهوایی شهر تهران.
- عباسی، ح. ۱۳۷۵. ارزیابی توان سرزمین (اراضی جنوب تهران) و برنامه‌ریزی جهت جنگل کاری، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
- کرمی، س. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر در انتخاب گونه برای ایجاد فضای سبز حاشیه مسیرهای ریلی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

- کیانی، و. و خلیل‌نژاد، م. ۱۳۸۹. توسعه فضای سبز شهری بر مبنای اصول آمایش سرزمین، محیط‌زیست و توسعه، شماره ۱: ۱۹-۲۲.
- مجنونیان، ه. ۱۳۷۴. مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها، انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران.
- مخدوم، م. ۱۳۹۰. دستورالعمل تهیه و تدوین پارک‌های ملی و جنگلی و پارک طبیعت، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول.
- مخدوم، م. ۱۳۸۹. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ نهم.
- مخدوم، م.؛ درویش‌صفت، ع.؛ جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع. ۱۳۹۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.
- مصدق، ا. ۱۳۷۸. جنگل‌کاری و نهالستان‌های جنگلی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- ملک‌قاسمی، ع.؛ بابایی کفاکی، س. و عادل، ا. ۱۳۸۴. بررسی اصول آمایش سرزمین و GIS در توسعه جنگل و فضای سبز (مطالعه موردی جنگل‌های سرخه‌حصار تهران)، مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی، شماره ۳.
- منصورسمائی، ا. ۱۳۷۴. کاربرد فرایند آمایش سرزمین جهت انتخاب گونه در طرح‌های جنگل‌کاری، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- مهندسین مشاور جهاد تحقیقات آب‌وانرژی. ۱۳۹۰. طرح جامع حفاظت و احیاء منابع طبیعی شمال تهران و شمیرانات (البرز جنوبی).
- Kontogianni, A.; Tsitsoni, T. and Goudelis, G. 2011. An index based on silvicultural knowledge for tree stability assessment and improved ecological function in urban ecosystems. *Ecological Engineering* 37 : 914-919.
- Saebo, A.; Benedikz, T. and Randrup, T.B. 2003. Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban forestry & urban greening* 2: 101-114.
- Sjoman, H. and Nielsen, B. 2010. Selecting trees for urban paved sites in Scandinavia A review of information on stress tolerance and its relation to the requirements of tree planners. *Urban Forestry & Urban Greening* 9: 281-293.
- Pathak, B.D. and Tripathi, V.K. 2011. Evaluation of Anticipated Performance Index of some tree species for green belt development to mitigate traffic generated noise. *Urban Forestry & Urban Greening* 10: 61-

