

شبیه‌سازی جنگل به منظور مطالعه آمار جنگل (مطالعه موردی بخش گرازبن جنگل خیرود)

علی جهانی^{۱*}، جهانگیر فقهی^۲ و محمود زبیری^۳

^۱ دانشجوی دکتری جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۲ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۳ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۰، تاریخ تصویب: ۹۰/۱۲/۹)

چکیده

از میان مهمترین ابزار مدیریت منابع، باید از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نقش آن در شبیه‌سازی جنگل نام برد که در تهیه طرح جنگلداری، بهره‌برداری پایدار از جنگل و برنامه‌ریزی آینده بر اساس آمار به‌دست آمده از جنگل، کاربرد فراوان دارد. هدف این پژوهش، شبیه‌سازی مکانی درختان در جنگل می‌باشد تا بتوان با در دست داشتن نمونه‌ای از یک جنگل ناهمسال روش‌های مختلف آماری و انواع فعالیت‌های مدیریتی را پیش از اجرا در عرصه مورد آزمون قرار داد و روش‌ها و فعالیت‌های بهینه را انتخاب نمود. منطقه مورد مطالعه بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود به وسعت ۱۰۰۱ هکتار می‌باشد که در ۱۰ کیلومتری شرق نوشهر قرار دارد. آماربرداری به روش منظم- تصادفی در عرصه انجام گرفت. سپس با استفاده از نتایج آماربرداری صد در صد در محیط ArcGIS9.3، درختان در محدوده پارسل‌های این بخش به شکل تصادفی پراکنده و جنگل شبیه‌سازی شد. در این مرحله، اقدام به آماربرداری همانند آماربرداری انجام‌شده روی زمین در جنگل شبیه‌سازی شده گردید. نتایج حاصل از آن با نتایج حاصل از آماربرداری از عرصه مقایسه شد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از ۳۰ تکرار جنگل شبیه‌سازی شده با جنگل حقیقی مشاهده نشد. نتایج این تحقیق نشان داد که جنگل شبیه‌سازی شده ابزار مفیدی در تهیه طرح‌های جنگلداری می‌باشد و امکان بررسی و مقایسه روش‌های مختلف آماربرداری جنگل، شکل و ابعاد قطعه نمونه و شبکه آماربرداری را امکان‌پذیر می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی جنگل، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، جنگل خیرود، آماربرداری جنگل.

مقدمه

امروزه در علوم کاربردی و فعالیت‌های عمرانی که بر روی زمین انجام می‌گیرد، کمتر اقدامی است که بی‌نیاز از شناخت محیط، موقعیت جغرافیایی، شرایط طبیعی، توان و استعدادهای آن باشد. در میان مهمترین ابزار مدیریت منابع، باید سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ و نقش آن در شبیه‌سازی جنگل را نام برد (Foresman, 1998). GIS اغلب برای پیش‌بینی شاخص‌های رویشگاه در جنگل کاری استفاده شده است، زیرا شاخص‌های رویشگاه اغلب تحت تاثیر فاکتورهای محیطی می‌باشند که براحتی قابل استخراج از GIS هستند (Mitsuda et al., 2001). GIS و شبیه‌سازی باعث پیشرفت در کاربری جوامع و اکولوژی سیمای سرزمین در جهت سیاست حفاظت و تصمیم‌گیری می‌شود و به‌طور عمده مدیران منابع طبیعی از شبیه‌سازی جهت ارزیابی پتانسیل فعالیت‌های مدیریتی، آفات (Elder & Morris, 1986; Mount et al., 1999)، گونه‌های در معرض خطر (Wootton & Bell, 1994; Roseberry et al., 1992) و مدیریت جنگل‌ها استفاده می‌کنند (Shugart, 1984). همچنین، پژوهشگران از شبیه‌سازی منظر جهت کشف آثار مخرب در زمانی که به‌کار بردن عملیات جنگل‌شناسی به‌دلایلی چون محدودیت‌های فیزیکی، قانونی و غیره امکان‌پذیر نیست، استفاده می‌کنند (Klenner et al., 2000; Gustafson et al., 2004; Hayes et al., 2004). شبیه‌سازی منظر معمولاً با توصیفی از شرایط موجود شروع می‌شود که اغلب از تفسیر عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و آماربرداری زمینی استفاده می‌شود که لکه‌ها^۲ یا واحدهای ناهمگن شناسایی شده و با اطلاعات فلور منطقه مقایسه می‌شوند (Keane et al., 2002).

Frazer (2005) از روش شبیه‌سازی سه‌بعدی جهت شبیه‌سازی جنگل استفاده کرده است، زیرا شبیه‌سازی اجازه کنترل دقیق بر روی چیدمان فضایی و ترکیب آن را می‌دهد و یک مجموعه مستند و بزرگ به‌آرامی شکل

می‌گیرد که دربردارنده محدوده گسترده‌ای از بافت سطحی تاج پوشش می‌باشد. (Pabst et al., 2000) در طی پژوهشی از مدل ZELIG جهت شبیه‌سازی جنگل استفاده نمودند و این مدل را برای جنگل‌های با مدیریت دولتی که دارای ساختاری پیچیده‌تر از جنگل‌های خصوصی هستند، مورد استفاده قرار دادند و نتایج را با نتایج شبیه‌سازی جنگل‌های خصوصی مقایسه نمودند. مدل ZELIG جنگل را به‌صورت قطعاتی با توان اکولوژیکی متفاوت بر اساس تاج پوشش در نظر می‌گیرد. هدف این پژوهش شبیه‌سازی مکانی درختان در جنگل است تا بتوان با در دست داشتن نمونه‌ای از یک جنگل ناهمسال، روش‌های مختلف آماربرداری و انواع فعالیت‌های مدیریتی را پیش از اجرا در عرصه مورد آزمون قرار داد و روش‌ها و فعالیت‌های بهینه را به‌کار برد. همچنین با توجه به اهمیت روش‌های آماربرداری جنگل، شکل و ابعاد مناسب قطعه‌نمونه و شبکه آماربرداری، از طریق جنگل شبیه‌سازی شده می‌توان ابعاد مناسب آنها را در زمان بسیار کوتاه و حضور کمتر در جنگل محاسبه نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخش گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود است که در ۱۰ کیلومتری شرق نوشهر قرار دارد. وسعت بخش گرازین ۱۰۰۱ هکتار می‌باشد که سطح مورد اجرای پروژه ۸۱۳/۶۶ هکتار از آن می‌باشد. این بخش، از شمال به یال جنوبی جنگل‌های چلندر (حوزه ۴۶) و چلک، از شرق به جنگل‌های بخش چلیر، از جنوب به رودخانه خیرودکنار و از غرب به جنگل‌های بخش نم‌خانه محدود است (شکل ۱).

روش پژوهش

نوع گونه و قطر برابر سینه تمامی درختان با قطر بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در طی یک آماربرداری صد در صد در این بخش اندازه‌گیری شده بود و در همان سال آماربرداری به‌روش منظم- تصادفی با شبکه آماربرداری با

¹ Geographic Information System

² Patches

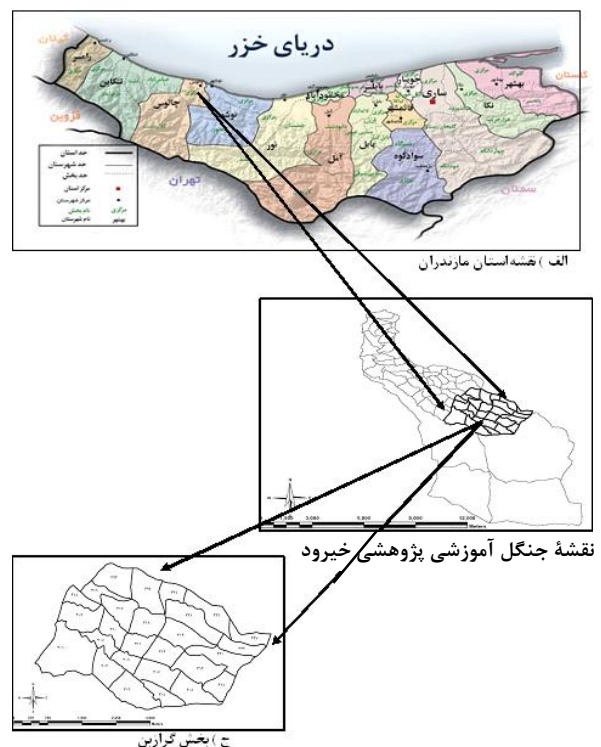
عنوان سایر گونه‌ها در یک جدول فراوانی جای داده شدند. داده‌های حاصل از این مرحله بر اساس آماربرداری انجام‌شده با استفاده از شبکه آماربرداری از عرصه مورد مطالعه می‌باشد.

سپس با استفاده از نتایج آماربرداری صد در صد (نوع گونه و قطر برابر سینه)، در محیط ArcGIS9.3 درختان در محدوده پارس‌های این بخش به شکل تصادفی پراکنده شدند و جنگل شبیه‌سازی شد. پراکنش درختان در هر پارسل به‌طور جداگانه انجام گردید و هر درخت با قطر و گونه مشخص به شکل یک دایره نمایش داده شد و با توجه به در نظر گرفتن حداقل فاصله بین درختان، امکان هم‌پوشانی قطر درختان از بین رفت. به‌منظور تعیین دقت مکانی جنگل شبیه‌سازی‌شده اقدام به آماربرداری همانند آماربرداری انجام‌شده روی زمین، در جنگل شبیه‌سازی‌شده (با استفاده از نتایج آماربرداری صد در صد) گردید. بدین صورت که از شبکه آماربرداری بر استفاده در آماربرداری در روی زمین جهت آماربرداری بر روی جنگل شبیه‌سازی‌شده استفاده شد و جداول فراوانی گونه‌های حاصل از این آماربرداری استخراج گردید. فرآیند تشکیل جنگل شبیه‌سازی‌شده و آماربرداری آن جهت انجام آزمون آماری ۳۰ مرتبه تکرار گردید. نمایی از عملیات انجام گرفته در شکل ۲ نمایش داده شده است. یکی از آزمون‌های آماری مورد استفاده جهت مقایسه جداول تعداد در طبقات قطری جنگل شبیه‌سازی‌شده با جنگل حقیقی، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۱ است. در این آزمون آماره‌ای به نام D محاسبه می‌شود (فرمول ۱). برای محاسبه آماره ابتدا باید فراوانی‌های نسبی تجمعی را برای هر گروه محاسبه و اختلاف آنها را در هر طبقه مشخص کرد. سپس قدر مطلق بیشترین اختلاف را مبنا قرار داد.

$$D = \max \left| \frac{F_1}{n_1} - \frac{F_2}{n_2} \right| \quad (1)$$

که در آنها n_1 و n_2 تعداد نمونه‌ها بوده و F_1 و F_2 فراوانی

ابعاد 200×150 متر و قطعات نمونه دایره‌ای شکل به-مساحت 1000 متر مربع (332 قطعه نمونه) نیز در روی زمین انجام گرفته بود. اطلاعات این آماربرداری عبارتند از: قطر درخت، گونه، فاصله و آزمون درخت از مرکز قطعه-نمونه، شیب قطعه-نمونه، مختصات مرکز قطعه-نمونه. در این مرحله، درختان داخل قطعه نمونه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS9.3 بر روی نقشه گرازن مشخص می‌شوند. بدین ترتیب که مراکز قطعه-نمونه با توجه به مختصات آنها به‌صورت نقطه بر روی نقشه مشخص شد. سپس مرکز قطعه-نمونه به شکل بافر و با شعاع قطعه-نمونه 10 آری ($17/84$ m) در اطراف مراکز قطعه-نمونه بسته شد که شعاع آن برابر با شعاع قطعه-نمونه در آماربرداری صد در صد (قطعه-نمونه 10 آری) است. درختان نیز به‌صورت نقاطی در داخل محدوده بافر جای گرفتند.



شکل ۱- موقعیت بخش گرازن حوزه آبخیز جنگل خیرود

جدول فراوانی برای دو گونه راش و ممرز که از لحاظ تعداد، بیشترین درختان را به خود اختصاص داده بودند، تهیه گردید و سایر درختان با توجه به تعداد کم و عدم امکان مقایسه آماری تک‌تک آنها به‌صورت مجموع و تحت

¹ Kolmogorov-Smirnov

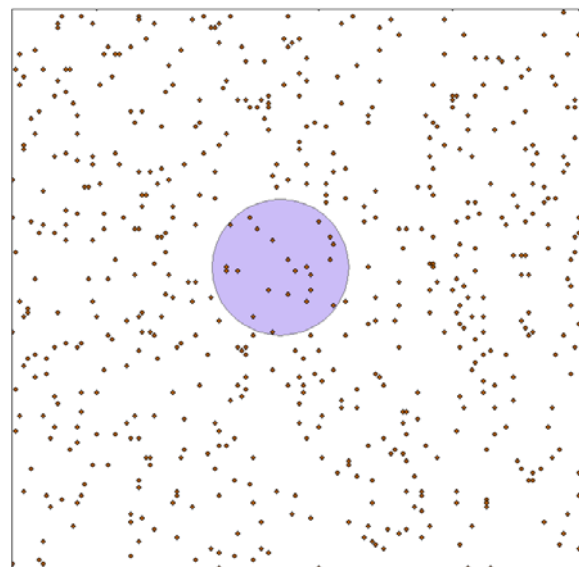
در جنگل حقیقی و جنگل شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد. حداقل، حداکثر و میانگین حجم در هر طبقه قطری بین نتایج حاصل از ۳۰ مرتبه تکرار شبیه‌سازی در شکل ۵ نمایش داده شده است.

۳۰ جدول فراوانی حاصله به‌طور جداگانه و تک‌تک به‌کمک آزمون‌های آماری مربوطه و با توجه به گسستگی و پیوستگی داده‌ها با جدول فراوانی حاصل از آماربرداری زمینی مقایسه گردیدند. عمل مقایسه بین گونه‌های مختلف به‌طور جداگانه و همچنین بین تمام گونه‌ها از نظر تعداد و حجم انجام شد.

با توجه به گسسته‌بودن جداول فراوانی تعداد در طبقه‌های قطری از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف جهت مقایسه پراکنش تعداد در طبقات قطری این جداول فراوانی استفاده گردید.

جدول فراوانی حاصل از جنگل شبیه‌سازی شده با جدول فراوانی متناظر (از نظر گونه) که از آماربرداری زمینی حاصل شده بود مقایسه گردید و در نهایت تعداد در هکتار هیچ یک از ۳۰ جنگل شبیه‌سازی شده از لحاظ آماری در سطح ۹۹ درصد اطمینان تفاوت معنی‌داری را با تعداد در هکتار جنگل حقیقی از خود نشان ندادند. جدول ۱ مقدار سطح معنی‌داری و مقدار آماره D به‌دست آمده از مقایسه پراکنش تعداد در طبقات قطری آماربرداری از جنگل شبیه‌سازی شده و جنگل طبیعی را در یک نمونه تکرار نشان می‌دهد. با توجه به این‌که مقدار آماره D به‌دست آمده در تک‌تک گونه‌ها از آماره جدول آزمون K-S دو نمونه‌ای در سطح ۹۹ درصد کمتر است، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد اطمینان (یا حتی ۹۵ درصد اطمینان) تایید نمی‌شود.

تجمعی در هر یک از طبقات است. در نهایت مقدار D محاسبه‌شده با D جدول آزمون K-S دو نمونه‌ای در سطح ۹۹ درصد مقایسه می‌شود (Bihamta, 1387).



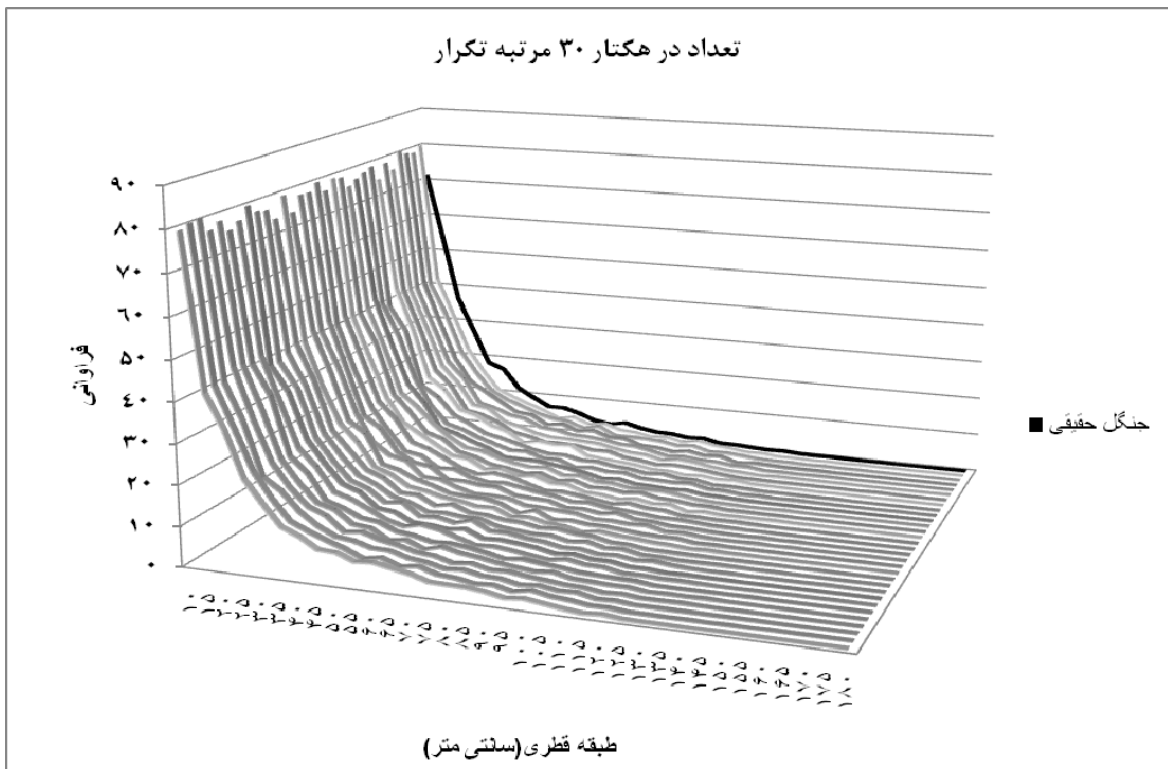
راهنما



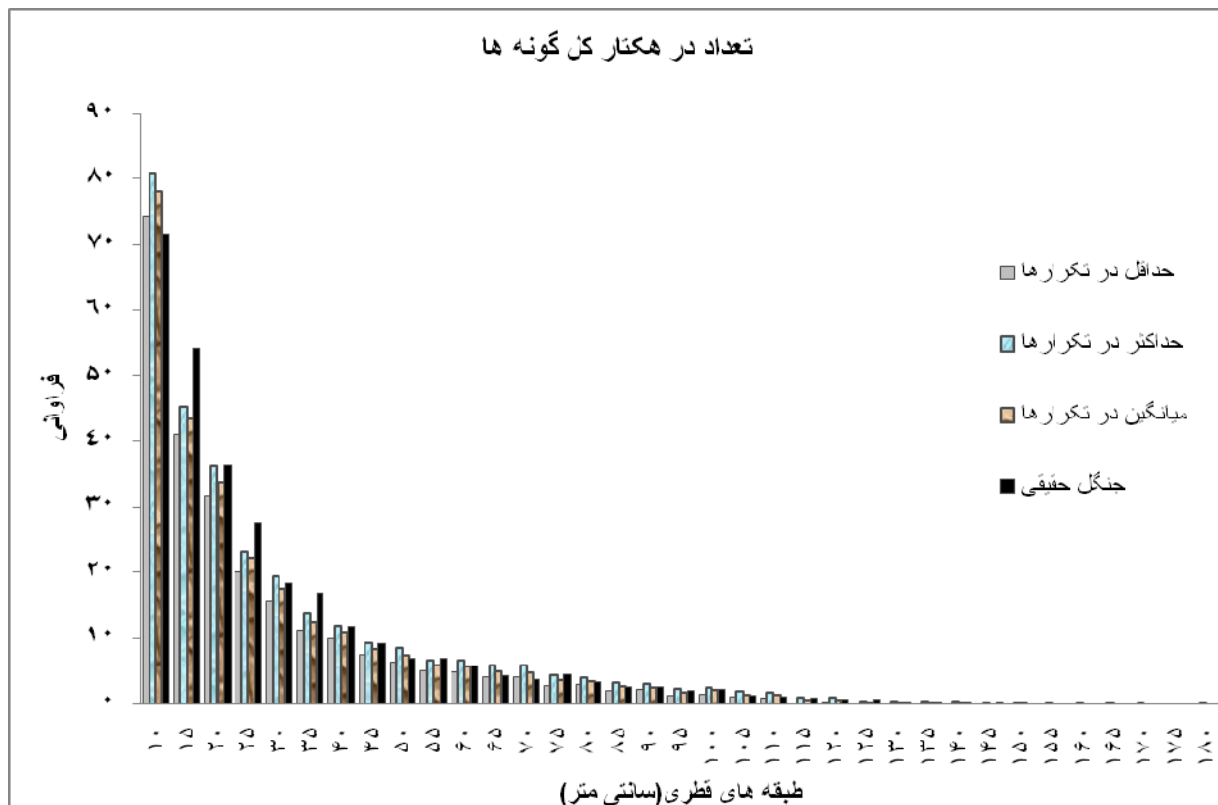
شکل ۲- بخشی از جنگل و قطعه- نمونه شبیه‌سازی شده

نتایج

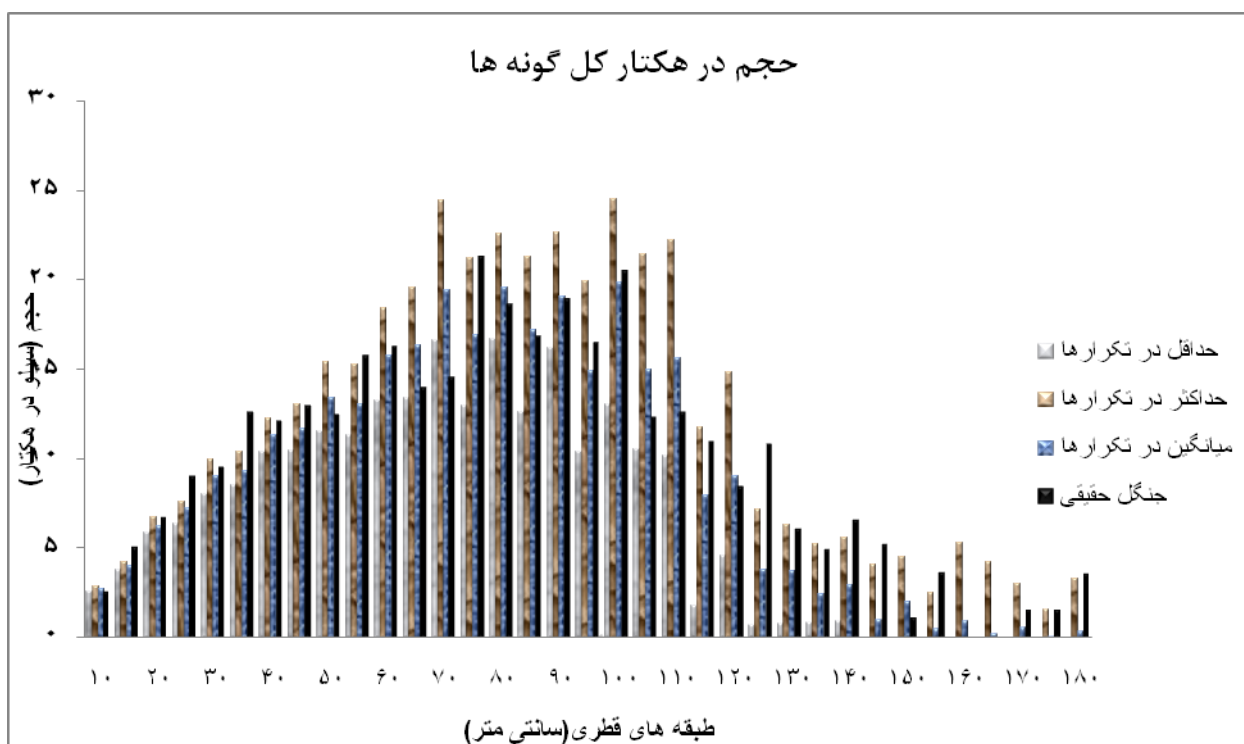
طی انجام این پژوهش ۳۰ جنگل شبیه‌سازی شده در محیط نرم‌افزار GIS ساخته شد و با آماربرداری از آنها ۳۰ جدول فراوانی بر حسب گونه و قطر حاصل گردید. نمودار تعداد در هکتار در طبقات قطری بین ۳۰ مرتبه تکرار شبیه‌سازی و جنگل حقیقی در شکل ۳ مشاهده می‌شود. شکل ۴ اختلاف بین تعداد در هکتار در طبقه‌های قطری در جنگل حقیقی و جنگل شبیه‌سازی شده و شکل ۵ اختلاف بین حجم (سیلو) در هکتار در طبقه‌های قطری



شکل ۳- نمودار تعداد در هکتار در طبقه‌های قطری ۳۰ مرتبه تکرار شبیه‌سازی و جنگل حقیقی



شکل ۴- تعداد در هکتار در طبقه‌های قطری در جنگل حقیقی و جنگل شبیه‌سازی شده



شکل ۵- حجم (سیلو) در هکتار در طبقه‌های قطری در جنگل حقیقی و جنگل شبیه‌سازی شده

جدول ۱- مقایسه آماری پراکنش تعداد در طبقه‌های قطری

گونه	سطح معنی داری	D جدول	D محاسبه شده
راش	۰/۷۴	۰/۶۴۸	۰/۴۳
ممرز	۰/۸۵	۰/۸۶۷	۰/۳۶۷
سایر گونه‌ها	۰/۵۹۹	۰/۶۸	۰/۵۳
مجموع گونه‌ها	۰/۶۵۴	۰/۸۷۶	۰/۴۲۳

آماره t به دست آمده از مقایسه پراکنش حجم (سیلو) در طبقه قطری آماربرداری از جنگل شبیه‌سازی شده و جنگل طبیعی را در یک نمونه تکرار نشان می‌دهد. با توجه به این که مقدار آماره t به دست آمده از ۲/۶۵ (آماره جدول) کمتر است، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد اطمینان (یا حتی ۹۵ درصد اطمینان) تایید نمی‌شود.

جدول فراوانی حجم (سیلو) در طبقه قطری به دست آمده از دو آماربرداری (آماربرداری از عرصه و از جنگل شبیه‌سازی شده) به صورت مجزا (بر حسب گونه) دو به دو با آزمون t مستقل با یکدیگر مقایسه شدند و در این مورد نیز حجم در هکتار هیچ‌یک از ۳۰ جنگل شبیه‌سازی شده از لحاظ آماری در سطح ۹۹ درصد اطمینان، تفاوت معنی‌داری را با حجم در هکتار جنگل طبیعی از خود نشان ندادند. جدول ۲ مقدار سطح معنی‌داری و مقدار

جدول ۲- مقایسه آماری حجم در طبقه قطری

گونه	درجه آزادی	سطح معنی داری	t محاسبه شده
راش	۶۸	۰/۶۴۳	۰/۴۶۶
ممرز	۶۸	۰/۳۵	۰/۹۴۲
سایر گونه‌ها	۶۸	۰/۲۳۴	۱/۲۰۲
مجموع گونه‌ها	۶۸	۰/۹۶۵	۰/۰۴۴

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بخش‌های قبل و طی مراحل مختلف مشاهده شد، جنگل شکل‌گرفته در محیط نرم‌افزار برگرفته از جنگل حقیقی و بر اساس آماربرداری صد در صد می‌باشد. تفاوت عمده جنگل شبیه‌سازی شده با جنگل طبیعی در پراکنش درختان در سطح می‌باشد. بدین صورت که درختان در سطح جنگل شبیه‌سازی شده به کمک نرم‌افزار ArcGIS9.3 به شکل تصادفی پراکنده شده‌اند در صورتی که در جنگل واقعی موجود در طبیعت، پراکنش درختان الزاما به شکل تصادفی نمی‌باشد و حتی به‌طور صد در صد از یک الگوی خاص نیز پیروی نمی‌کند، ولی در منابع مختلف گاه‌ها الگوی گروهی برای آن در نظر گرفته می‌شود. برای رفع این ایراد اقدام به پراکنش تصادفی درختان هر پارسل از عرصه در پارسل مربوطه در نرم‌افزار Arc GIS9.3 شد. با انجام این عمل درختان یک پارسل وارد پارسل‌های دیگر نمی‌شد. همان‌طور که در بخش نتایج دیده شد، آماربرداری انجام شده در جنگل شبیه‌سازی شده اختلاف معنی‌داری با آماربرداری از عرصه طبیعی از خود نشان نداد. این عدم اختلاف مربوط به تعداد و حجم تک‌تک گونه‌ها و همچنین در مجموعه آنها است. با توجه به اینکه درختان این جنگل دقیقا درختان جنگل طبیعی است و پراکنش آنها تصادفی است، ولی می‌تواند نمونه‌ای از یک جنگل طبیعی باشد و نتایج حاصله از مقایسه آماری برداری‌های

مختلف و انجام آزمون‌های آماری در آن از اطمینان قابل قبولی برخوردار است. در پژوهش (Pabst et al. (2000 از مدل ZELIG جهت شبیه‌سازی جنگل‌های دولتی و خصوصی استفاده شده است و برای شبیه‌سازی، جنگل را به صورت لکه‌هایی با توان اکولوژیکی متفاوت از یکدیگر بر اساس تاج پوشش در نظر گرفتند و سه فرآیند مهم را به کمک این مدل شبیه‌سازی نمودند که عبارتند از: رویش درخت، مرگ و میر و تجدید حیات. در نهایت تفاوت‌هایی را بین شبیه‌سازی در دو جنگل (دولتی و خصوصی) مشاهده کردند. در حالی که در این پژوهش شبیه‌سازی جنگل با استفاده از آماربرداری صد در صد و نه بر اساس تاج پوشش انجام شده است و نتایج حاصل با نتایج آماربرداری از جنگل حقیقی مقایسه شده و تفاوت معنی‌دار بین جنگل شبیه‌سازی شده و جنگل حقیقی از نظر آماری مشاهده نشده است.

جنگل شبیه‌سازی شده ابزار مفیدی در تهیه طرح‌های جنگل‌داری در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود می‌باشد و امکان بررسی و مقایسه روش‌های مختلف آماربرداری جنگل، شکل و ابعاد قطعه‌نمونه و شبکه آماربرداری را امکان‌پذیر می‌سازد. شبیه‌سازی انجام شده می‌تواند به عنوان گامی نو در جهت آغاز استفاده از این تکنیک در مدیریت هرچه بهتر در جنگل تلقی شود، به‌طوری که تصمیمات مدیریتی با اطمینان هرچه بیشتر از نتایج مورد انتظار و اثرات بالقوه فعالیت‌ها به مرحله اجرا درآید.

References

- Bihamta, M. and Zareh, M. 1387. Principles of Natural Resources Science Statistics, 1th Ed., Tehran university press, 520 pp.
- Elder, J.K. and Morris, R.S. 1986. The use of decision analysis to compare cattle tick control strategies under conditions of risk. *Prev. Vet. Med.* Vol. 11(3). 523pp.
- Foresman, T.W, 1998. The History of Geography Information System, Perentice Hall PTP, UK.
- Frazer, G. Wulder, M. Niemann, O. 2005. Simulation and quantification of the fine-scale spatial pattern and heterogeneity of forest canopy structure: A lacunarity-based method designed for analysis of continuous canopy heights *Forest Ecology and Management.* Vol. 214(1-3). 65 pp.
- Gustafson, E.J. Zollner, P.A. Sturtevant, B.R. He, H.S. Mladenoff, D.J. 2004. Influence of forest management alternatives and land type on susceptibility to fire in northern Wisconsin USA. *Land. Ecol.* Vol. 19(4). 341pp.
- Hayes, J.L. Ager, A.A. Barbour, R.J. 2004. Methods for Integrated Modeling of Landscape Change. General Technical Report PNW-GTR-610. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, 218 pp.
- Keane, R.E. Parsons, R.A. Hessburg, P. F. 2002. Estimating historical range and variation of landscape patch dynamics: limitations of the simulation approach. *Ecol. Model.* Vol. 151(6). 49pp.
- Klenner, W. Kurz, W. Beukema, S. 2000. Habitat patterns in forested land- scapes: management practices and the uncertainty associated with natural disturbances. *Comp. Elect. Agric.* Vol. 27(4). 262pp.
- Mitsuda, Y. Yoshida, S. Imada, M. 2001. Use of GIS -derived environmental factors in predicting site indices in Japanese larch plantations in Hokkaido. *Journal of Forest Research* Vol. 6(2). 94pp.
- Mount, G.A. Haile, D.G. Barnard, D.R. Daniels, E. 1999. Integrated management strategies for *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) in non-agricultural areas. *Exp. Appl. Acarol.* Vol. 23(2). 839pp.
- Pabst, R.J. Goslin, M.N. Spies, T.A. and Garman, S. L. 2000. Use of the ZELIG forest simulation model in the Coastal landscape analysis and modeling study (CLAMS). *Comp. Elect. Agric.* Vol. 27(4). 262pp.
- Roseberry, J.L. Richards, B.J. Hollenhorst, T.P. 1994. Assessing the potential impact of conservation reserve program lands on bobwhite habitat using remote sensing, GIS, and habitat modeling. *Photogrammetric Eng. Remote Sensing.* Vol. 60(4). 1143pp.
- Shugart, H.H. 1984. A Theory of Forest Dynamics: The Ecological Implications of Forest Succession Models. Springer, New York, 278 pp.
- Wootton, J.T. Bell, D.A. 1992. A meta-population model of the peregrine falcon in California: viability and management strategies. *Ecol. Appl.* Vol. 2(1). 321pp.
- Zheng, D. Chen, J. 2000. Edge effects in fragmented landscapes: a generic model for delineating area of edge (D-AEI). *Ecol. Model.* Vol. 132(8). 190pp.

Spatial Forest simulation to obtain Forest Statistics (Case Study: Gorazbon District of Kheyroud Forest)

A. Jahani^{1*}, J. Fegghi² and M. Zobeiri³

¹ Ph.D. Student of Forestry, Natural Resources College, University of Tehran, I.R. Iran

² Associate Prof., Faculty of Forestry, Natural Resources College, University of Tehran, I.R. Iran

³ Professor, Faculty of Forestry, Natural Resources College, University of Tehran, I.R. Iran

(Received: 31 December 2009, Accepted: 28 February 2012)

Abstract

Geographic Information System (GIS) is one of the most important tools to prepare forest management plan and, in general, as a tool for management, sustainable logging and future planning based on the derived statistical data from forested regions. The purpose of this study was spatial simulation of trees in forest to have in hand an example of an uneven aged forest (simulated forest). By means of the simulated forest, it is possible to test different statistical methods and various management activities before they are carried out in real world. The study area, *Gorazbon*, is a district of *Kheyroud* research-educational forest, with 1001 hectares area located in East of *Nowshahr* city. The inventory was implemented using systematic random sampling. Afterwards, trees were randomly distributed within the compartments of this district, using the results of full calliper inventory with Arc GIS 9.3 software and forest was simulated. In this stage, the inventory process was implemented in simulated forest similar to the inventory of real forest. These results were compared with the results of the ground inventory, and no statistically significant difference was found in any of repetitions. Consequently, it can infer that the simulated forest is remarkably applied to the forest inventory implementations. Furthermore, it is a functional tool to provide forest management plans of *Kheyroud* forest. To say in other words, this makes possible to test different methods of forest inventory and also type and dimensions of plot and inventory net unquestionably.

Keywords: Forest simulation, Geographic Information System (GIS), Kheyroud Forest, Forest management plan, Forest inventory.