DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2014.9628

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران

جلد ۲۲ شماره ۱، صفحه ۹۸-۹۰، (۱۳۹۳)

بررسی سه روش خط‌نمونه در برآورد سطح مقطع برابر سینه درختان جنگلی (مطالعه موردی منطقه دالاب استان ایلام)

مهرداد میرزایی[۱*] و امیراسلام بنیاد[۲]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

پست الکترونیک: mehrdadmirzaei28@gmail.com

۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۱

چکیده

به‌منظور مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی اصولی در جنگل، به جمع‌آوری اطلاعات کمی و کیفی مناسب نیاز است. جمع‌آوری اطلاعات معمولاً با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌برداری مانند روش خط‌نمونه انجام می‌شود. هدف از این تحقیق، تعیین مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری در برآورد سطح مقطع برابر سینه درختان در جنگل‌های دالاب استان ایلام بود. بدین‌منظور پس از جنگل‌گردشی، ۳۷/۲ هکتار از جنگل‌های منطقه دالاب ایلام که معرف جنگل‌های منطقه بود، انتخاب و به‌صورت صددرصد آماربرداری شد. سپس نمونه‌برداری با استفاده از سه روش خط‌نمونه با طول ثابت ۵۰ متر، خط‌نمونه براساس تئوری احتمالات و خط‌نمونه با تعداد ثابت ۵ درخت انجام شد. برای هر روش، تعداد ۳۷ قطعه‌نمونه براساس الگوی منظم تصادفی با ابعاد شبکه آماربرداری ۱۰۰×۱۰۰ متر برداشت شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین برآوردشده از روش‌های نمونه‌برداری با میانگین واقعی که از آماربرداری صددرصد به‌دست آمده است، وجود دارد. به‌منظور ارزیابی بهتر روش‌های نمونه‌برداری از معیار $T \times (E\%)^2$ استفاده شد. نتایج نشان داد که روش خط‌نمونه با تعداد ثابت ۵ درخت، از بین روش‌های فوق، مناسب‌ترین روش برای برآورد سطح مقطع برابر سینه درختان در جنگل‌های منطقه دالاب ایلام است.

واژه‌های کلیدی: ایلام، روش خط‌نمونه، سطح مقطع برابر سینه، نمونه‌برداری.

مقدمه

جنگل‌های زاگرس جزء جنگل‌های نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده و با مساحتی بالغ بر پنج میلیون هکتار، ۴۰ درصد از جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده است و بیشترین تأثیر را در تأمین آب، حفظ خاک، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی منطقه دارد (Sagheb Talebi *et al*., 2005). این جنگل‌ها به‌عنوان بخش وسیعی از جنگل‌های کشورمان، با داشتن شرایط محیطی خاص خود، ناحیه رویشی منحصر به فردی را به‌وجود آورده است، اما به‌علت مسائل و مشکلات پیچیده اجتماعی و اقتصادی و نیز عدم مدیریت صحیح، پیوسته درحال تخریب بوده و هست (Eshagh Nimvari *et al.,* 2004). امروزه جنگل‌های زاگرس به‌علت قطع بی‌رویه و چرای مفرط اغلب به‌حالت مخروبه درآمده‌اند و سیمای عمومی آنها شاخه‌زاد است. تراکم آنها بسیار کم، تجدیدحیات طبیعی آنها به‌دلیل شرایط ایجاد شده عملاً غیرممکن و خاک جنگلی در اثر فرسایش در بیشتر مناطق از بین رفته و سنگ مادری نمایان گشته است (Marvie Mohajer, 2007).

در توده‌های جنگلی که بیشتر جنبه حمایتی داشته و حمایت و حفاظت جنگل و آب و خاک در اولویت است، اندازه‌گیری حجم توده یا موجودی سرپا به‌علت اینکه درختان اغلب حالت طبیعی خود را به‌دلیل استفاده بی‌رویه از دست داده‌اند، نه‌تنها مشکل است بلکه با دقت کافی هم همراه نخواهد بود. از طرفی ضرورتی هم ندارد؛ چون هدف بهره‌برداری حجمی نیست. بنابراین می‌توان سطح مقطع برابر سینه در هکتار را اندازه‌گیری و محاسبه کرد و آن را برای بررسی تغییرات توده در طول زمان مورداستفاده قرار داد (Zobeiri, 2007). روش‌های نمونه‌برداری استفاده‌شده در جنگل‌های زاگرس، الگویی از روش‌های آماربرداری جنگل‌های شمال بوده که ممکن است برای این جنگل‌ها مناسب نباشد. ازآنجایی‌که جنگل‌های زاگرس از نظر شکل پوششی، شکل توده، تراکم و ترکیب توده به‌علت شرایط محیطی حاکم بر این جنگل‌ها از جنگل‌های شمال کشور متفاوت است، بنابراین استفاده از روش‌های مرسوم در جنگل‌های شمال بدون اینکه مقایسه‌ای بین روش‌های مختلف از نظر دقت و هزینه در این مناطق انجام گرفته باشد، منطقی نبوده و باید روش‌های مختلف در این جنگل‌ها بررسی شده تا روشی که از نظر دقت و هزینه مناسب است، انتخاب شود.

Fallah و همکاران (۲۰۰۱) به‌منظور بررسی روش نمونه‌برداری در جنگل بلوط لوه گرگان دو روش نمونه‌برداری با مساحت ثابت ۱۰ آر و قطعات نمونه دارای مساحت متغیر را از نظر دقت و زمان آماربرداری با هم مقایسه کردند و در نهایت، روش نمونه‌برداری با قطعات نمونه ۱۰ آری را برای این جنگل‌ها مناسب‌تر تشخیص داد. Akhavan و همکاران (۲۰۰۲) در جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار نوشهر، مقایسه‌ای را با درنظرگرفتن هزینه و دقت بین دو روش نمونه‌برداری منظم تصادفی و منظم تصادفی با مونه‌بندی، در دو بخش پاتم و نم‌خانه این جنگل انجام دادند. این مقایسه نشان داد که روش نمونه‌برداری با مونه‌بندی نسبت به نمونه‌برداری به روش منظم تصادفی از دقت بیشتری برخوردار بوده و مناسب‌تر است. Sparks و همکاران (۲۰۰۲) با مقایسه شش روش نمونه‌برداری شامل پلات ثابت با شعاع‌های ۳/۶۴ و ۵/۶۴ متر، پلات‌های مربعی با نقطه مرکزی، پلات‌های متغیر، ترانسکت نواری و پلات‌های مربعی ۱۰ ×۱۰ متر در سه توده جنگلی در مناطق جنوب‌شرقی ایالت اکلاهما، به‌این نتیجه رسیدند که روش پلات‌های با شعاع ثابت از نظر زمانی مناسب‌ترین روش است و بیشترین دقت را بدون توجه به اندازه درخت دارد. Bate و همکاران (۲۰۰۲) برای ارزیابی کارآیی دو روش نمونه‌برداری خطی و نمونه‌برداری نواری، ۱۷ توده سوزنی‌برگ را انتخاب کردند که نتایج نشان داد بین دو روش اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. Safaei(۲۰۰۳) روش خط‌نمونه بر پایه فاصله بین درختان را در جنگل‌های شمال ایران بررسی کرد. نتایج نشان داد که این روش برای برآورد ویژگی‌های تعداد در هکتار و سطح مقطع برابر سینه در جنگل‌های شمال کاربردی ندارد. Amini و همکاران (۲۰۰۷) به‌بررسی مقدار دقت و روش آماربرداری تصادفی سیستماتیک با قطعات نمونه ۱۰ آری در برآورد تعداد و توزیع سطح مقطع برابر سینه، حجم و تعداد در طبقه‌های قطری در جنگل‌های شمال ایران پرداختند و به‌این نتیجه رسیدند که نتایج به‌دست‌آمده برای گونه‌های هیزمی و ممرز از دقت قابل‌اعتماد برخوردارند، اما برای راش و دیگر گونه‌های صنعتی، دقت روش یادشده به‌نسبت افزایش میانگین قطری و نیز پراکنش جغرافیایی آنها کاهش می‌یابد. Karamshahi (۲۰۰۸) در جنگل‌های زاگرس، روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای و دایره‌ای را براساس معیار $T\times(E\%)^2$ ارزیابی کرد. در این پژوهش در کل توده مورد بررسی، برای برآورد تعداد در هکتار درختان و تاج‌پوشش در هکتار درختان به‌ترتیب روش‌های آماربرداری K-nn پنج‌درختی، چهارسلولی ۱۰۰×۲۰۰متری، K-nn هفت‌درختی، شش‌سلولی ۱۰۰×۲۰۰متری، K-nn پنج‌درختی، چهارسلولی ۱۰۰×۱۰۰متری به‌عنوان سه روش آماربرداری مناسب‌تر معرفی شدند. Noki و همکاران (۲۰۰۸) در جنگل‌های حفاظتی خلخال، دو روش نمونه‌برداری خط نمونه بر پایه فاصله بین درختان و خط نمونه بر پایه تئوری احتمالات را از نظر دقت و هزینه مقایسه کرد و روش خط نمونه بر پایه فاصله بین درختان را مناسب‌تر تشخیص داد. Staupendahl

(۲۰۰۸) عنوان کرد که روش نمونه‌برداری شش درختی که توسط پرودان برای ارزیابی توده‌ها پیشنهاد شده است، هم از نظر هزینه و هم از نظر کاربرد آن در عرصه به‌صرفه و آسان است. Heidari و همکاران (۲۰۰۹) در جنگل‌های حفاظتی زاگرس، دو روش نمونه‌برداری خط‌نمونه با اندازه‌گیری فاصله بین درختان و روش قطعه‌نمونه دایره‌ای ۱۰ آری را بررسی و گزارش کردند که مناسب‌ترین روش برای برآورد تعداد در هکتار و درصد تاج‌پوشش درختان منطقه روش قطعه نمونه دایره‌ای شکل با مساحت ۱۰ آر است. هدف اصلی در این تحقیق، مقایسه نتایج سه روش نمونه‌برداری خط‌نمونه با آماربرداری صددرصد و درنهایت تعیین مناسب‌ترین آنها در جنگل‌های طبیعی منطقه دالاب استان ایلام به‌منظور برآورد سطح مقطع برابر سینه توده‌های سرپا است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه دالاب به مساحت ۳ هزار هکتار در ۲۵ کیلومتری شهر ایلام و در شمال‌غربی آن قرار گرفته است. منطقه موردبررسی از نظر مختصات جغرافیایی در طول ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۲۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی و در عرض ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه و ۵ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه و ۴۰ ثانیه شمالی واقع شده است. تیپ‌های شناسایی‌شده در جنگل‌های دالاب تیپ بروودار (بلوط ایرانی)، تیپ آمیخته (بروودار، بنه، بادام) و تیپ دافنه- بادام می‌باشند. این منطقه براساس طبقه‌بندی آب و هوایی دومارتن در اقلیم نیمه‌مرطوب سرد و براساس طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد و خاک آن براساس تقسیم‌بندی فائو در رده خاک‌های لیتوسول است (Rostami & Heidari, 2009).

آماربرداری صددرصد

با انجام جنگل‌گردشی، محدوده‌ای که معرف جنگل‌های منطقه بود، انتخاب و بر روی نقشه مشخص شد. به‌منظور مقایسه روش‌های خط‌نمونه با روش آماربرداری صددرصد، محدوده موردنظر با مساحت ۳۷/۲ هکتار به‌صورت صددرصد آماربرداری شد. برای جلوگیری از اشتباهات و اجرای آسان‌تر آماربرداری صددرصد، منطقه جنگلی مشخص شده به قطعات مربعی‌شکل یک هکتاری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر تبدیل و در عرصه پیاده شد. هر کدام از این قطعات به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. مشخصه‌های درختان موجود در هر قطعه (حد شمارش ۱۲/۵ سانتی‌متر) شامل نوع گونه، قطر برابر سینه و تاج هر درخت (قطر بزرگ و کوچک هر درخت) اندازه‌گیری و ثبت شد. در این بررسی مشخصه مورد اندازه‌گیری شامل سطح مقطع برابر سینه درختان در هکتار است.

برآورد تعداد قطعه نمونه لازم

ابتدا با جنگل‌گردشی و آماربرداری اولیه از درختان منطقه و برآورد انحراف‌معیار، با استفاده از رابطه ۱ تعداد قطعات نمونه مشخص شد:

$$n= t^2 \times S_x\%^2 / E\%^2 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

n: تعداد قطعات نمونه

t: ضریبی است که بستگی به تعداد نمونه و سطح احتمال از جدول t-student استخراج می‌شود.

$S_x\%$: درصد انحراف‌معیار

E%: درصد خطای آماربرداری

پس از تعیین تعداد قطعه نمونه لازم برای نمونه‌برداری (۳۷ قطعه نمونه)، شبکه آماربرداری سیستماتیک تصادفی به ابعاد ۱۰۰ ×۱۰۰ متر طراحی شد. با مشخص کردن محل تقاطع اضلاع بر روی نقشه، شماره‌های ۱ تا ۳۷ به‌آنها اختصاص داده شد. در مرحله بعد مختصات این ۳۷ نقطه از نقشه در سیستم جهانی UTM استخراج و توسط دستگاه GPS در عرصه جنگل مشخص شد. سپس روش‌های نمونه‌برداری در هر نقطه انجام شد.

روش خط نمونه با طول ثابت

در هر نقطه، نمونه‌برداری به‌روش خط نمونه با اندازه‌گیری فاصله بین درختان به‌طول ۵۰ متر انجام شد و درختانی که تاج یا تنه آنها خط نمونه را قطع می‌کردند مشخص و فاصله مرکز هر درخت از درخت بعدی و قطر کوچک و بزرگ تاج درختان اندازه‌گیری شد. علاوه بر

اندازه‌گیری مشخصه‌های مورد نظر، زمان لازم برای اندازه‌گیری این مشخصه‌ها در هر قطعه نمونه و زمان لازم برای پیمودن فاصله بین قطعات نمونه مجاور نیز یادداشت شد. روابط ۱ تا ۵ برای محاسبات لازم در این روش به‌شرح زیر استفاده شده‌اند (Zobeiri, 2007):

$\bar{a}_j = (a_{1j} + a_{2j} + \ldots + a_{kj}) / k$ (رابطه ۲)

$\bar{a}_j$: فاصله متوسط بین درختان در خط نمونه به‌متر

a_{1j} تا a_{kj}: فاصله بین درختان در خط نمونه به‌متر

k: تعداد فواصل بین درختان

$Nj = 10000 / \bar{a}j2$ (رابطه ۳)

N_j: تعداد درختان در هکتار برای خط نمونه بر حسب اصله

$Gi = \bar{g} \times Nj$ (رابطه ۴)

G_i: سطح مقطع برابر سینه به‌مترمربع در هکتار در هر خط نمونه

$\bar{g}$: متوسط سطح مقطع در هر خط نمونه به‌مترمربع

$\bar{G} = \Sigma Gi / n$ (رابطه ۵)

$\bar{G}$: میانگین سطح مقطع برابر سینه به‌مترمربع در هکتار برای توده جنگلی

n: تعداد خط نمونه‌های اندازه‌گیری شده

روش خط نمونه بر پایه تئوری احتمالات

در این روش، برداشت خط نمونه‌ها مانند روش خط نمونه با طول ثابت است، اما محاسبات بر پایه میانگین قطر تاج درختان انجام می‌شود. در این روش فقط قطر بزرگ و قطر کوچک تاج درختان و قطر برابر سینه تمام درختانی که با خط نمونه برخورد داشته‌اند، اندازه‌گیری می‌شود. روابط ۶ تا ۹ برای محاسبات لازم در این روش به‌شرح زیر استفاده شده‌اند (Zobeiri, 2007):

$\bar{CD}ij = \sqrt{CD1ij \times CD2ij}$ (رابطه ۶)

CD_{ij}: قطر میانگین تاج درخت در خط نمونه به‌متر

CD_{1ij} و CD_{2ij}: قطر بزرگ و کوچک تاج درخت در خط نمونه به‌متر

$Nj = 104 \times \Sigma (1/ \bar{CD}ij) / L$ (رابطه ۷)

N_j: تعداد درختان در هکتار برای خط نمونه برحسب اصله

L: طول خط نمونه به‌متر

$Gi = \bar{g} \times Nj$ (رابطه ۸)

G_i: سطح مقطع برابر سینه به‌مترمربع در هکتار در هر خط نمونه

$\bar{g}$: متوسط سطح مقطع در هر خط نمونه به‌مترمربع

$\bar{G} = \Sigma Gi / n$ (رابطه ۹)

$\bar{G}$: میانگین سطح مقطع برابر سینه به‌مترمربع در هکتار برای توده جنگلی

n: تعداد خط نمونه‌های اندازه‌گیری شده

روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت

در این روش نمونه‌برداری خط‌نمونه به‌صورت منظم تصادفی شامل ۵ اصله درخت در جنگل پیاده و اندازه‌گیری می‌شود. نکته اساسی در این روش، اندازه‌گیری ۵ اصله درخت در هر خط نمونه است. اندازه‌گیری بدین‌ترتیب است که پس از پیاده کردن نقطه شروع خط نمونه و انتخاب درخت شماره یک، قطر برابر سینه و قطرهای بزرگ و کوچک تاج آن اندازه‌گیری می‌شود. سپس پیمایش در امتداد مشخص شده برای خط نمونه، انجام می‌شود تا خط نمونه قسمتی از درخت دوم را قطع کند (تاج یا تنه). قطر برابر سینه درخت دوم و قطرهای بزرگ و کوچک تاج اندازه‌گیری، و فاصله بین درخت اول و دوم نیز اندازه‌گیری می‌شود. به‌همین روش پیمایش در امتداد خط‌نمونه تا درخت پنجم ادامه می‌یابد. روابط ۱۰ تا ۱۳ برای محاسبات لازم در این روش به‌شرح زیر استفاده شده‌اند (Zobeiri, 2007):

$\bar{a}j = (a1j + a2j + a3j + a4j) / 4$ (رابطه ۱۰)

$\bar{a}_j$: فاصله متوسط بین درختان در خط نمونه به‌متر

a_{1j} تا a_{4j}: فاصله بین درختان در خط نمونه به‌متر

$Nj = 10000 / \bar{a}j2$ (رابطه ۱۱)

N_j: تعداد درختان در هکتار برای خط نمونه بر حسب اصله

$Gi= \bar{g} \times Nj$ (رابطه ۱۲)

G_i: سطح مقطع برابر سینه به‌مترمربع در هکتار در هر خط نمونه

$\bar{g}$: متوسط سطح مقطع در هر خط نمونه به‌مترمربع

$\bar{G}= \Sigma Gi / n$ (رابطه ۱۳)

$\bar{G}$: میانگین سطح مقطع برابر سینه به‌مترمربع در هکتار برای توده جنگلی

n: تعداد خط نمونه‌های اندازه‌گیری شده

مطالعات زمانی

یکی از عامل‌های مؤثر در انتخاب روش آماربرداری هزینه است، زیرا باید روش آماربرداری به‌نوعی انتخاب شود تا برای رسیدن به‌دقت قابل قبول کمترین هزینه را داشته باشد. بنابراین برای مقایسه دو روش آماربرداری، علاوه بر دقت آماربرداری، هزینه آماربرداری نیز عامل بسیار مؤثری است. شاید بتوان با یک روش آماربرداری به شاخص‌های آماری مشخصه‌های مورد بررسی با دقت مورد نظر دست یافت، اما باید توجه داشت که در برخی موارد، هزینه رسیدن به این دقت، بسیار زیاد خواهد بود. بنابراین باید به‌نوعی هزینه آماربرداری در قبال دقت مورد نظر در حداقل خود باشد و از این دو عامل به‌صورت همزمان برای انتخاب یک روش آماربرداری استفاده شود؛ درنتیجه لزوم بررسی هزینه ضروری به‌نظر می‌رسد. ازآنجایی‌که هزینه‌های مربوط به آماربرداری با زمانی که برای آماربرداری صرف می‌شود رابطه مستقیم دارد، در این بررسی بجای هزینه آماربرداری از زمان لازم برای آماربرداری استفاده شده است (Heidari *et al.*, 2009). به‌منظور ارزیابی بهتر روش‌های نمونه‌برداری، از معیار $T\times (E\%)^2$ (مجذور درصد خطای آماربرداری در زمان کل) استفاده شد (Loetsch *et al.*, 1973; Husch *et al.*, 1982). قابل توجه است که هر چه نتیجه به‌دست‌آمده از حاصل‌ضرب مجذور درصد خطای نمونه‌برداری در زمان کل روش نمونه‌برداری موردنظر کمتر باشد، روش موردنظر مناسب‌تر است. E% دقت نمونه‌برداری و T زمان کل هر روش نمونه‌برداری به‌دقیقه است. درصد خطای آماربرداری از رابطه ۱۴ محاسبه شد:

$E\%= E \times 100 / \bar{g}$ (رابطه ۱۴)

E%: درصد خطای آماربرداری

E: خطای آماربرداری

$\bar{g}$: میانگین سطح مقطع برآورد شده در هر خط نمونه به مترمربع در هکتار

برای محاسبه مشخصه‌های موردنظر، ابتدا تمام اطلاعات جمع‌آوری‌شده در فرم‌های آماربرداری وارد رایانه شد. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel و روابط مربوط به هر روش، محاسبه سطح مقطع برابر سینه انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف–سمیرنوف بررسی شد. برای مقایسه میانگین سطح مقطع روش‌های مختلف نمونه‌برداری با آماربرداری صددرصد از آزمون t استفاده شد.

نتایج

نتایج آزمون کولموگروف– سمیرنوف نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند (جدول ۱). میانگین واقعی سطح مقطع برابر سینه در هکتار به‌دست‌آمده از آماربرداری صددرصد برابر ۱۵/۱۶ مترمربع و انحراف معیار آن برابر ۸/۹۷± بود.

جدول ۱– نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها برای مشخصه سطح مقطع برابر سینه

روش	*P*-value
خط نمونه با طول ثابت	۰/۴۵۳
خط نمونه با تعداد درخت ثابت	۰/۷۴۷
خط نمونه بر پایه تئوری احتمالات	۰/۹۹۴

محاسبات آماری روش‌های مختلف نمونه‌برداری

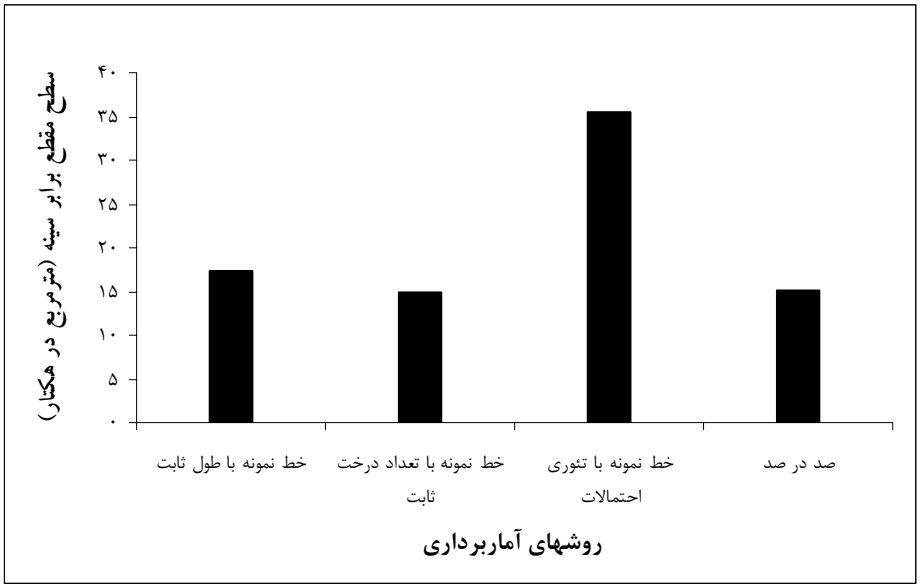
آماره‌های سطح مقطع اندازه‌گیری‌شده در روش‌های نمونه‌برداری مورد بررسی در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۲- آماره‌های سطح مقطع برآورد شده در روش‌های نمونه‌برداری موردبررسی

روش نمونه برداری	میانگین (مترمربع در هکتار)	انحراف‌معیار (مترمربع در هکتار)	اشتباه‌معیار (مترمربع در هکتار)	درصد خطای آماربرداری	درصد ضریب تغییرات
خط‌نمونه با طول ثابت	۱۷/۲۵	±۵/۴۳	±۰/۸۹	۱۰/۴۴	۳۱/۴۷
خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت	۱۴/۹	±۲/۶۹	±۰/۴۴	۶/۴۱	۱۸/۰۵
خط‌نمونه بر پایه تئوری احتمالات	۳۵/۵۲	±۳۳/۳۴	±۵/۴۸	۳۱/۳۰	۹۳/۸۶
آماربرداری صددرصد	۱۵/۱۶	±۸/۹۷	–	–	۵۹/۱۶

مقایسه روش‌های نمونه‌برداری با آماربرداری صددرصد

نتایج مقایسه روش‌های نمونه‌برداری با آماربرداری صددرصد نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین روش‌های مختلف خط نمونه در برآورد سطح مقطع برابر سینه با آماربرداری صددرصد وجود دارد (شکل ۱ و جدول‌های ۲ و ۳).



شکل ۱- سطح مقطع برآوردشده از طریق روش‌های مختلف آماربرداری

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین روش‌های مختلف نمونه‌برداری با میانگین واقعی

روش	میانگین نمونه‌برداری	میانگین واقعی	*P*-value
خط‌نمونه با طول ثابت	۱۷/۲۵		۰/۰۲۴*
خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت	۱۴/۹	۱۵/۱۶	۰/۰۰۷**
خط‌نمونه بر پایه تئوری احتمالات	۳۵/۵۲		۰/۰۰۱**

* معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد اطمینان؛ ** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد اطمینان

مقایسه روش‌های مختلف نمونه‌برداری براساس معیار $(E\%)^2 \times T$

با توجه به‌جدول ۴، نتایج نشان داد که روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت نسبت به دو روش دیگر مناسب‌تر است.

جدول ۴- نتایج مقایسه معیار $(E\%)^2 \times T$ روش‌های مختلف نمونه‌برداری در برآورد سطح مقطع

روش	E%	$(E\%)^2$	T	$(E\%)^2 \times T$
خط‌نمونه با طول ثابت	۱۰/۴۴	۱۰۸/۹۹	۳۴۴	۳۷۴۹۳/۷
خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت	۶/۴۱	۴۱/۰۸	۲۴۳/۰۹	۹۹۸۸/۱
خط‌نمونه براساس تئوری احتمالات	۳۱/۳	۹۷۹/۶۹	۳۴۴	۳۳۷۰۱۳/۳۶

بحث

در آماربرداری صددرصد میانگین واقعی مشخصه سطح مقطع برابر سینه درختان به‌دست‌آمد و به‌عنوان معیار مقایسه روش‌های مختلف نمونه‌برداری انتخاب شد. نتایج آماربرداری صددرصد نشان داد که میانگین واقعی سطح مقطع برابر سینه درختان در منطقه مورد بررسی برابر ۱۵/۱۶ مترمربع در هکتار است. همان‌طورکه جدول ۳ نشان می‌دهد، میانگین مشخصه سطح مقطع برابر سینه درختان که از روش‌های نمونه‌برداری به‌دست‌آمده است با میانگین به‌دست‌آمده از آماربرداری صددرصد تفاوت دارد و این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار است. این درحالی است که حدود اعتماد سطح مقطع برابر سینه در روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت برخلاف دو روش نمونه‌برداری دیگر، میانگین واقعی جامعه را شامل می‌شود. این مقدار برابر با ۰/۴۴ ± ۱۴/۹ مترمربع در هکتار است که شامل مقدار واقعی یعنی ۱۵/۱۶ متر مربع در هکتار می‌شود. علت آن می‌تواند اختلاف در طول خط‌نمونه و نحوه برآورد سطح مقطع برابر سینه در روش‌های نمونه‌برداری باشد، به‌طوری‌که در روش‌های خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت و خط‌نمونه با طول ثابت از متوسط فاصله بین درختان برای برآورد مشخصه موردنظر استفاده می‌شود، درحالی‌که در روش خط‌نمونه براساس تئوری احتمالات، از متوسط قطر تاج درختان برای برآورد مشخصه‌های موردنظر استفاده می‌شود. همچنین در روش خط‌نمونه با طول ثابت، در تمام قطعه نمونه طول خط ثابت و برابر ۵۰ متر بود، اما در روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت، طول خط‌نمونه متغیر و در بعضی قطعات این طول بیشتر از ۵۰ متر و در بعضی دیگر کمتر از ۵۰ متر بود. اگر ملاک مقایسه روش‌های نمونه‌برداری، درصد خطای آماربرداری باشد، درصد خطای آماربرداری کمتر مربوط به روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت است (E%= ۶/۴۱) و دو روش خط‌نمونه با طول ثابت و خط‌نمونه براساس تئوری احتمالات، درصد خطای آماربرداری بیشتری نسبت به مقدار قابل قبول دارند (کمتر از هفت درصد) (جدول ۲).

اگر زمان انجام روش‌های نمونه‌برداری، ملاک مقایسه روش‌ها قرار بگیرد، نتایج نشان می‌دهد که زمان آماربرداری برای روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت نسبت به دو روش نمونه‌برداری دیگر کمتر است، زیرا در روش‌های خط‌نمونه با طول ثابت و خط‌نمونه براساس تئوری احتمالات، پیاده کردن طول خط‌نمونه (در این بررسی ۵۰ متر) مدت زمانی را در بر می‌گیرد، درحالی‌که این مدت زمان، در روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت وجود ندارد (جدول ۴). به‌منظور ارزیابی بهتر روش‌های مختلف نمونه‌برداری و همچنین تعیین روش نمونه‌برداری مناسب از معیار حاصل‌ضرب مجذور درصد خطای نمونه‌برداری در زمان کل روش نمونه‌برداری $(E\%^2 \times T)$ استفاده شد (جدول

۴). نتایج نشان داد که مقدار این معیار برای روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت برابر ۹۹۸۱/۱ و برای روش‌های خط‌نمونه با طول ثابت و خط‌نمونه براساس تئوری احتمالات به‌ترتیب برابر ۳۷۴۹۳/۷ و ۳۳۷۰۱۳/۳۶ است که مقدار کمتر مربوط به روش خط‌نمونه با تعداد درخت ثابت است. روش خط‌نمونه با تعداد ثابت در جنگل‌های جگین توسط Ebrahimi (۱۹۹۴) بررسی شد که نتیجه آن با نتایج این بررسی هماهنگ است. نتایج این تحقیق با نتایج Eshagh Nimvari و همکاران (۲۰۰۴) و Alijanpour و همکاران (۲۰۰۴) همخوانی دارد، اما با نتایج Heidari و همکاران (۲۰۰۹) و Salmanian Chafjiri (۲۰۰۴) به‌دلیل اختلاف در طول خط نمونه انتخاب‌شده در روش خط نمونه با طول ثابت و همچنین ناهمگنی جنگل موردبررسی و شرایط توپوگرافی آن تفاوت دارد. بنابراین با توجه به‌معیار $T \times E\%^2$ روش مناسب برای برآورد سطح مقطع برابر سینه درختان در جنگل‌های مشابه جنگل‌های منطقه دالاب ایلام، روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت است.

References

- Akhavan, R., Zobeiri, M. and Namiranian, M. 2002. A study of stratification method for volume estimation in Kheyroodkenar Forest. Iranian Journal of Natural Resources, 54(3): 235-245 (In Persian).
- Alijanpour, A., Zobeiri, M., Marvi Mohajer, M.R. and Zargham, N. 2004. An investigation of the best statistic sampling method in forest of Arasbaran. Iranian Journal of Natural Resources, 56(4): 397-405 (In Persian).
- Amini, M., Habashi, H., and Amini, R. 2007. A survey on the accuracy of the inventory method of sample plots with 1000m^2 area under random-systematic network for estimation of amount and distribution of stand volume, basal area and tree number diameter classes. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 195-206 (In Persian).
- Bate, L.J., Torgersen, T.R., Garton, E.O. and Wisdom, M.J. 2002. Accuracy and efficiency of methods to sample logs for wildlife research and management. USDA Forest Service, General Technical Report, PSW-GTR-181: 817-822.
- Ebrahimi, M. 1994. Application transect with 5 trees for estimation canopy in the forests thinning (Region, Jagin). Internal report (In Persian).
- Fallah, A., Zobeiri, M. and Namiranian, M. 2001. Comparison of sampling with fixed area plots and with variable area plots in the oak forests of north (Loveh Gorgan). Pajouhesh & Sazandegi, 13(2): 64-68 (In Persian).
- Heidari, R.H., Zobeiri, M., Namiranian, M. and Sobhani, H. 2009. Comparison of circular plot and transect sampling methods in the Zagros oak Forest (Case study: Educational and research forest of Razi University, Kermanshah province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(3): 359-368 (In Persian).
- Husch, B., Miller, C.I. and Beers, T.W. 1982. Forest Mensuration. Roland Press, 402p.
- Karamshahi, A. 2008. Evaluation of different methods of sampling distance and circular in Zagros forests. Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 53p (In Persian).
- Loetsch. F., Haller. K.E. and Zohrer. F. 1973. Forest Inventory. BLV Verlagsgesellschaft Press, 905p.
- Marvie Mohajer, M.R. 2007. Silviculture. Tehran University Press, 387p (In Persian).
- Eshagh Nimvari, J., Zobeiri, M., Sobhani, H. and Zangeneh, H.P. 2004. A comparison of randomized-systematic sampling with circle shape plot and transect method, based on precision and cost, (Case study in Sorkhedizeh of Kermanshah). Iranian Journal of Natural Resources, 56(4): 383-395 (In Persian).
- Noki, Y., Zobeiri, M. and Feghhi, J. 2008. Application of transect sampling in Khalkhal protected forests. Iranian Journal of Natural Resources, 60(4): 1343-1355 (In Persian).
- Rostami, A. and Heidari, H. 2009. Typology of forest stands and evaluation of their overall status in natural forest of Dalab region, Ilam province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(6): 274-277 (In Persian).
- Safaei, S. 2003. Investigations transect sampling method in the forests of Northern Iran. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 69p (In Persian).
- Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T. and Yazdian, F. 2005. Forests of Iran. Published by Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 56p.
- Salmanian Chafjiri, A. 2004. Investigation of transect sampling, inventory method of sample plots with 50×50 and 10×25 dimension in the Zarbin forest area of Chaloos. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 49p (In Persian).
- Sparks, J.C., Masters, R.E. and Payton, M.E. 2002. Comparative evaluation of accuracy and efficiency of six forest sampling methods. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, 82: 49-56.
- Staupendahl, K. 2008. The modified six tree sample – A suitable method for forest stand assessment. Allgemeine Forest-und Jagdzeitung, 179(2-3): 21-33.
- Zobeiri, M. 2007. Forest Biometry. Tehran University Press, 411p (In Persian).

Defining the most appropriate transect method for estimation of Basal area: case study in Dalab forests, Ilam Province

M. Mirzaei[1*] and A.E. Bonyad[2]

1*- Corresponding author, M.Sc. Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, Iran. E-mail: mehrdadmirzaei28@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme Sara, Iran.

Received: 05.02.2013 Accepted: 11.12.2013

Abstract

Forest management and planning require a proper level of quantitative and qualitative information on forest stands. Such data is usually collected by means of different sampling methods e.g. transect method. This study aims at exploring the most appropriate sampling method for estimating basal area incorporating their on precision and cost in a case study of Dalab forests of Ilam province. To this aim, a representative area encompassing 37.2 hectares of forests was selected and surveyed by a 100% inventory. Three sampling methods (transect based on probability theory, transect with fixed 50 m length and transect with fixed number of 5 trees) were applied. Based on a regular random sampling pattern, 37 samples were selected for each sampling method in a 100 × 100m grid. The results showed significant difference between the measured basal area and those estimated by any of the three sampling methods. The $E\%^2 \times T$ criteria was additionally applied for a better evaluation of the applied sampling methods .These cost and precision criteria turned out the transect method with fixed number of 5 trees to be the superior to other tested methods, which can be further suggested for estimation of basal area of trees in Dalab Forests of Ilam province.

Key words: Ilam, transect method, basal area estimation, sampling.