

بررسی تأثیر مونه‌بندی جنگل بر دقت برآورد مشخصه‌های کمی درختان با روش نمونه‌برداری چنددرختی در جنگل‌های غرب ایران (مطالعه موردی: دورود لرستان)

حسین سالاروند شمس^{۱*}، امیراسلام بنیاد^۲، حسن پوربابایی^۲

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

۲. استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۶

چکیده

کسب اطلاعات کمی و کیفی از ساختار جنگل در مدیریت جنگل‌های زاگرس اهمیت بسیاری دارد. این تحقیق به منظور بررسی اثر مونه‌بندی بر دقت برآورد مشخصه‌های کمی درختان در روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت درختی) در جنگل‌های دورود لرستان صورت گرفت. بدین منظور در منطقه‌ای به وسعت ۴۲ هکتار، ۱۴۱ قطعه نمونه مربعی هر کدام به مساحت ۲۵۰۰ متر مربع (۵۰×۵۰ متر) انتخاب و به صورت صددرصد آماربرداری شد. در هر قطعه نمونه، اطلاعات همه درختان با قطر برابر سینه بیش از ۷/۵ سانتی‌متر، شامل تعداد درختان، قطر برابر سینه و تاج‌پوشش هر درخت (قطر بزرگ و کوچک تاج) ثبت شد. روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی با استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌اس طراحی و با توجه به مقیاس نقشه در جنگل اجرا شد. سپس جنگل با استفاده از تراکم (تعداد در هکتار)، به سه مونه (۱۲۵، ۲۵۰-۱۲۵ و ۲۵۰) اصله درخت در هکتار) تقسیم شد. شاخصه‌های آماری برای مشخصه‌های تعداد در هکتار، سطح مقطع برابر سینه در هکتار و درصد تاج‌پوشش در هکتار قبل و پس از مونه‌بندی محاسبه شد. نتایج نشان داد که با اجرای مونه‌بندی در روش نمونه‌برداری چنددرختی، میانگین برآورد شده مشخصه‌های بررسی شده به میانگین واقعی نزدیک‌تر شده است؛ همچنین مونه‌بندی ناهمگنی موجود در منطقه تحقیق را برطرف کرده و موجب کاهش انحراف معیار و درصد ضریب تغییرات شده است. همین امر سبب افزایش دقت روش نمونه‌برداری چنددرختی در جنگل‌های دورود لرستان شده است، بنابراین اجرای مونه‌بندی در روش چنددرختی مثبت ارزیابی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آماربرداری جنگل، دورود لرستان، مونه‌بندی، نمونه‌برداری چنددرختی.

مقدمه

پیدا کرد یا با هزینه تعیین شده برای این منظور بتوان حداکثر دقت را برای مشخصه‌های مورد نظر به دست آورد. آماربرداری را می‌توان به صورت آماربرداری صددرصد یا نمونه‌برداری از قطعات نمونه انجام داد. یکی از روش‌های نمونه‌برداری در جنگل، نمونه‌برداری چنددرختی است که جزء روش‌های نمونه‌برداری با قطعات نمونه با مساحت متغیر است. این روش شامل اندازه‌گیری مشخصه‌های n درخت نزدیک به مرکز قطعه نمونه است. تعداد درخت در

کسب اطلاعات دقیق کمی و کیفی از توده‌ها در اعمال مدیریت علمی و فنی ضروری است. این اطلاعات در نتیجه آماربرداری یا نمونه‌برداری در عرصه جنگلی به دست می‌آید. در آماربرداری روشی مناسب‌تر است که با توجه به هدف تعیین شده، بتوان با کمترین هزینه به دقت مورد نظر دست

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۵۹۳۹۲۴۰۵

Email: salarvandhossein@yahoo.com

هر روش و هر قطعه نمونه ثابت است، اما مساحت قطعات نمونه با هم برابر نیست و به تراکم جنگل و الگوی پراکنش مکانی درختان بستگی دارد. در جنگل‌های انبوه، مساحت قطعه نمونه کم و هزینه آماربرداری اندک است و برعکس در جنگل‌های تنک این مساحت بیشتر است. روش نمونه‌برداری شش‌درختی در آلمان را Prodan پیشنهاد کرده بود [۱].

فسحت و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی، روش نمونه‌برداری چنددرختی در جنگلکاری صنوبر را برای ارزیابی مشخصه‌های تعداد در هکتار، سطح مقطع برابرسینه و حجم در هکتار بررسی کردند و نتیجه گرفتند که میانگین برآوردشده از فرمول پرودان در روش‌های پنج، شش و هفت‌درختی برای مشخصه سطح مقطع برابرسینه اختلاف معنی‌داری با آماربرداری صددرصد دارد، در صورتی که میانگین برآوردشده از فرمول پرودان برای مشخصه تعداد در هکتار و حجم در هکتار اختلاف معنی‌داری با آماربرداری صددرصد ندارد [۲]. اخوان و همکاران (۲۰۰۱) با مقایسه نمونه‌برداری منظم تصادفی و مونه‌بندی، به این نتیجه رسیدند که نمونه‌برداری با مونه‌بندی از نمونه‌برداری منظم تصادفی دقیق‌تر است [۳]. حیدری و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی صحت روش‌های نمونه‌برداری نزدیک‌ترین فرد در جنگل‌های غرب پرداختند و با توجه به نتایج برآوردکننده‌های مختلف نتیجه گرفتند که در برآورد تعداد درختان در هکتار در جنگل مورد بررسی با توجه به معیار صحت قابل قبول، روابط ارائه‌شده توسط مورسیتا، بل و باچلر مناسب‌اند و برای برآورد درصد تاج‌پوشش درختان هیچ‌کدام از روابط ارائه‌شده مناسب نیست [۴]. عالی‌نژاد (۲۰۰۸) به منظور معرفی روش بهینه از نظر دقت و هزینه در آماربرداری جنگل‌های شمال، روش منظم تصادفی را با روش شش‌درختی پرودان و روش‌های اندازه‌گیری فاصله بین سه، چهار و پنج درخت نزدیک به مرکز قطعه نمونه مقایسه کرد و برای ارزیابی بهتر از معیار $2 \times T (E\%)$ بهره گرفت؛ نتایج نشان داد این ضریب برای هر دو مشخصه سطح مقطع و

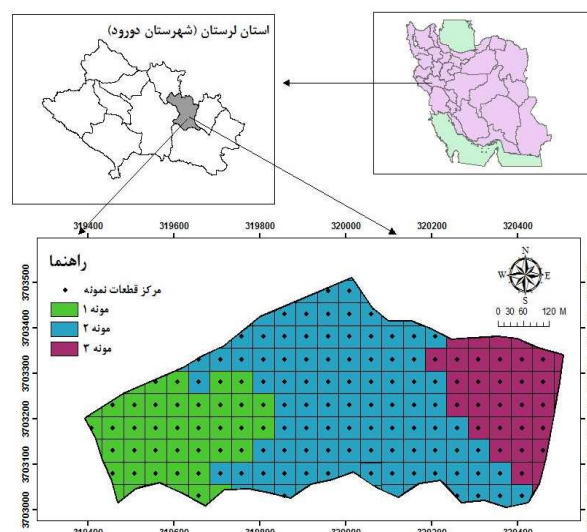
تعداد در هکتار در روش پرودان کمتر از روش‌های دیگر بود [۵]. ظفریان و همکاران (۲۰۱۴) به مقایسه روش نمونه‌برداری چنددرختی با روش قطعه نمونه در برآورد تراکم درختان در جنگل‌های زاگرس پرداختند و دریافتند که در شرایط جنگل‌های بررسی شده با الگوی پراکنش کپه‌ای، روش نمونه‌برداری قطعه نمونه با شعاع ثابت دارای دقت زیاد است و روش کلین - ویلکو در برآورد تعداد در هکتار از پنج درخت بیشتر، دقت قابل قبولی دارد و رابطه مور برای تخمین تعداد در هکتار با توجه به خطای زیاد، برآوردکننده مناسبی نیست [۶]. سلطانی و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی روش نمونه‌برداری شش‌درختی پرودان در بخش پاتم جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار نوشهر نتیجه گرفتند که با افزایش تعداد درخت در هر قطعه نمونه، دقت آماربرداری افزایش می‌یابد و در نمونه‌برداری ده‌درختی اشتباه آماربرداری با احتمال ۹۵ درصد به کمتر از ۱۰ درصد می‌رسد [۷]. میرزایی و همکاران (۲۰۱۳) به مقایسه روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای برای برآورد ویژگی‌های کمی در جنگل‌های زاگرس پرداختند؛ نتایج بررسی آنان نشان داد که برای برآورد مشخصه‌های کمی روش خط نمونه با تعداد درخت ثابت، روش مناسبی است [۸]. فلاح و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی چهار روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با قطعات نمونه مستطیلی، خط نمونه، نواری و نمونه‌برداری با مونه‌بندی به منظور برآورد سطح تاج‌پوشش در جنگلهای بلوط زاگرس پرداختند. نتایج نشان داد که روش خط نمونه به‌عنوان مناسب‌ترین روش برای برآورد تاج‌پوشش در جنگل‌های منطقه بود [۹]. زارع و همکاران (۲۰۱۶) کارایی روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای در برآورد ویژگی‌های زیست‌سنجی توده‌های بنه در زاگرس را بررسی کردند. یافته‌های آنان نشان داد که برای برآورد ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان بنه، روش تک‌فاصله‌ای نزدیک‌ترین فرد و نزدیک‌ترین همسایه از کارایی لازم برخوردارند [۱۰]. عرفانی‌فرد و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به مقایسه

به‌صرفه و آسان است [۱۵]. در تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه روش‌های چنددرختی در ایران، به تأثیر نمونه‌بندی جنگل بر برآورد مشخصه‌های کمی درختان با روش نمونه‌برداری چنددرختی توجه نشده است. هدف این تحقیق، بررسی تأثیر نمونه‌بندی جنگل بر دقت برآورد مشخصه‌های کمی درختان با روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی در جنگل‌های دورود لرستان است.

مواد و روش‌ها

شهرستان دورود در دامنه رشته‌کوه زاگرس و در نزدیکی اشترانکوه قرار گرفته است. سرشاخه‌های اصلی رودخانه دز، یکی از شمال و دیگری از شرق در دورود به هم می‌پیوندند و با نام رودخانه سزار سرچشمه اصلی رود دز می‌شوند [۱۶]. منطقه تحقیق در ۱۰ کیلومتری شهر دورود و از نظر مختصات جغرافیایی بین ۴۹ درجه و ۳ دقیقه و ۲۲ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۴ دقیقه و ۳۹ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه و ۱ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه و ۲۱ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است. میانگین بارندگی ۶۵۰ میلی‌متر در سال است. پوشش گیاهی منطقه از نظر جوامع جنگلی در جامعه بلوط ایرانی قرار دارد و گونه بلوط گونه غالب این منطقه است.

روش‌های نمونه‌برداری k-nn در برآورد تراکم درختان بنه با الگوی مکانی کپه‌ای در یک توده تنک زاگرس پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که روش k-nn بهینه با k و راهکار مناسب توانست تراکم درختان بنه با توزیع مکانی کپه‌ای را بیان کند [۱۱]. کیانی (۲۰۱۱) به مقایسه کارایی روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای در تاغ زارهای سیاهکوه استان یزد پرداخت، نتایج تحقیق وی نشان داد که برای برآورد تراکم و تاج‌پوشش روش فاصله‌ای چنددرختی، مناسب است [۱۲]. Lessard et al. (2002) روش نمونه‌برداری چنددرختی و نمونه‌برداری با قطعات نمونه با شعاع ثابت را برای برآورد تعداد در هکتار مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که در توده‌هایی با الگوی مکانی یکنواخت، مقدار به‌دست‌آمده بیشتر از مقدار صددرصد برآورد شد [۱۳]. Kleinn and Vilcko (2006) با مرور روش‌های مختلف اندازه‌گیری میان چند درخت نزدیک به مرکز قطعه نمونه و ذکر مسئله محاسبات آماری در این روش‌ها، روش جدیدی را برای محاسبات در این روش‌ها معرفی کردند [۱۴]. Staupendahl (2008) عنوان کرد که روش شش‌درختی که پرودان برای ارزیابی توده‌ها پیشنهاد کرده است، هم از نظر هزینه و هم از نظر کاربرد در عرصه



شکل ۱. نقشه محدوده منطقه، محدوده نمونه‌ها و پراکنش قطعات نمونه در منطقه تحقیق

آماربرداری صددرصد

از آنجا که هدف تحقیق حاضر بررسی روش مونه‌بندی بود، منطقه باید به گونه‌ای انتخاب می‌شد که از نظر تراکم ناهمگن باشد. از این رو، پس از جنگل‌گردشی اولیه، منطقه مورد نظر براساس معیار ناهمگنی تراکم انتخاب و روی نقشه توپوگرافی مشخص شد. به منظور مقایسه نتایج روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی با مقدار واقعی، محدوده‌های با مساحت ۴۲ هکتار به صورت صددرصد آماربرداری شد. در آماربرداری صددرصد، تمام درختان عرصه یا توده جنگلی که از حد شمارش (قطر برابر سینه بیش از ۷/۵ سانتی‌متر) عبور کرده باشند اندازه‌گیری شدند [۱]. برای جلوگیری از اشتباهات و اجرای آسان‌تر آماربرداری صددرصد، منطقه جنگلی مشخص شده به قطعات مربعی به ابعاد ۵۰×۵۰ متر تبدیل و در عرصه پیاده شد سپس هر کدام از این قطعات جداگانه اندازه‌گیری شد. مشخصه‌های درختان هر قطعه نمونه شامل نوع گونه، قطر برابر سینه و تاج پوشش هر درخت (قطر بزرگ و کوچک تاج هر درخت) اندازه‌گیری و ثبت شد. برای محاسبه پارامترهای میانگین (رابطه ۱)، انحراف معیار (رابطه ۲) و درصد ضریب تغییرات (رابطه ۳) در آماربرداری صددرصد از رابطه‌های زیر استفاده شد. [۱، ۱۷، ۱۸]

$$\mu_x = \frac{\sum X_i}{N} \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}}{N}} \quad (2)$$

$$CV\% = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \times 100 \quad (3)$$

μ_x : میانگین واقعی جامعه

X_i : مشخصه مورد اندازه‌گیری

N : تعداد افراد کل جامعه

σ_x : انحراف از معیار واقعی

$CV\%$: درصد ضریب تغییرات

روش مونه‌بندی

در این روش، پس از آماربرداری صددرصد، منطقه به طبقه‌هایی که درون خود همگن، ولی بین خود ناهمگن بودند، تقسیم شد. منطق طبقه‌بندی جامعه به طبقات همگن را می‌توان با استفاده از رابطه مربوط به برآورد خطا از معیار $(S_{\bar{x}} = \frac{\pm S_x}{\sqrt{n}})$ جست‌وجو کرد. برای کوچک کردن مقدار خطا از معیار دو راه وجود دارد. راه اول، افزایش تعداد قطعات نمونه است که موجب افزایش هزینه آماربرداری می‌شود؛ راه دوم کوچک کردن انحراف معیار است [۱۷، ۱۸]. با توجه به راه حل دوم، جامعه به زیرجامعه‌های همگن در درون خودشان تقسیم شد. برای تخصیص ۱۴۱ قطعه نمونه به سه مونه (طبقه) از روش نی‌من^۱ (N.A) استفاده شد. مونه ۱ شامل ۱۲۵-۰ اصله درخت در هکتار، مونه ۲ شامل ۲۵۰-۱۲۵ اصله درخت در هکتار و مونه ۳ شامل بیش از ۲۵۰ اصله درخت در هکتار بود. در هر یک از مونه‌ها مجدداً با توجه به تعداد نمونه‌های تخصیص‌یافته شبکه‌بندی و در عرصه جنگل نمونه‌برداری شد. برای محاسبه پارامترهای میانگین کل (رابطه ۴)، اشتباه معیار کل (رابطه ۵) و اشتباه آماربرداری کل (رابطه ۶) مشخصه‌های مورد بررسی از رابطه‌های زیر استفاده شد [۱، ۱۸].

$$\bar{X}_T = \sum \left(\frac{N_j}{N} \times \bar{X}_j \right) \quad (4)$$

$$S_{\bar{X}_T} = \sqrt{\sum \left[\left(\frac{N}{N_j} \right)^2 \times S_{\bar{X}_j}^2 \right]} \quad (5)$$

$$E_T = t \times S_{\bar{X}_T} \quad (6)$$

\bar{X}_j : میانگین مونه j که \bar{X} می‌تواند یک پارامتر از جامعه مورد نظر باشد

N_j : تعداد قطعات نمونه قابل برداشت در مونه j که از

تقسیم مساحت مونه j به مساحت یک قطعه نمونه حاصل می‌شود

N : تعداد کل قطعات ممکن که از تقسیم مساحت کل

جنگل نمونه‌برداری شده به مساحت یک قطعه نمونه

$$CC\% = \frac{n_j \times \bar{CC}}{100} \quad (11)$$

R_i : شعاع قطعه نمونه i به متر
 a_{ni} : فاصله درخت n تا مرکز قطعه نمونه i برحسب متر
 d_{ni} : قطر برابرسینه درخت n در قطعه نمونه i برحسب متر
 F_i : مساحت قطعه نمونه i به متر مربع
 G : سطح مقطع برابرسینه در هکتار برحسب متر مربع برای تمام جنگل آماربرداری شده
 d_i : قطر برابرسینه برحسب متر
 n_j : تعداد در هکتار
 $CC\%$: درصد تاج‌پوشش
 \bar{CC} : میانگین سطح تاج به متر مربع

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده در فرم‌های آماربرداری، پارامترهای واقعی شامل میانگین حقیقی، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای متغیرهای مورد اندازه‌گیری در آماربرداری صددرصد محاسبه شد که به شرح جدول ۱ است:

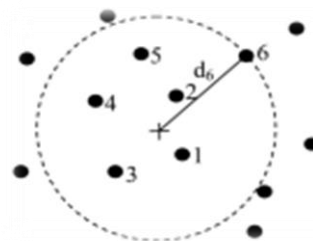
نتایج به دست آمده از آماربرداری صددرصد نشان داد که میانگین واقعی مشخصه تعداد در هکتار برابر با $204/5$ اصله درخت، میانگین واقعی سطح مقطع برابرسینه $3/83$ متر مربع در هکتار و میانگین واقعی تاج‌پوشش $16/32$ درصد است (جدول ۱). نتایج محاسبه میانگین، انحراف معیار، درصد خطای آماری، حدود اعتماد و ضریب تغییرات برای مشخصه‌های تعداد درختان در هکتار، سطح مقطع برابرسینه در هکتار و درصد تاج‌پوشش در هکتار در روش‌های چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت درختی) قبل و بعد از مونه‌بندی مطابق جدول‌های ۲، ۳ و ۴ است. در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ مقایسه میانگین مشخصه‌های مورد بررسی در روش‌های چنددرختی قبل و بعد از مونه‌بندی نسبت به میانگین واقعی نشان داده شده است.

به دست می‌آید

$S_{\bar{x}_T}$: اشتباه معیار کل
 $S_{\bar{x}_j}^2$: انحراف از معیار مونه j
 $S_{\bar{x}_j}$: اشتباه معیار مونه j
 n_j : تعداد قطعات نمونه برداشت شده در مونه j
 E_T : اشتباه آماربرداری کل به احتمال معین

روش نمونه‌برداری چنددرختی

به منظور اجرای روش نمونه‌برداری چنددرختی با توجه به مساحت جنگل و نقشه منطقه در نرم‌افزار ArcGIS ۹/۲ شبکه‌ای به ابعاد 50×50 متر طراحی و با توجه به مقیاس نقشه به طور تصادفی روی آن قرار داده شد. با توجه به شکل منطقه آماربرداری شده، در 42 هکتار، 141 قطعه نمونه پیاده شد. در روش چنددرختی، مرکز قطعات نمونه در عرصه جنگل بازیابی شد. شعاع قطعه نمونه، فاصله تا درخت n م به اضافه نصف قطر درخت n مانند شکل ۱ در نظر گرفته می‌شود. برای برآورد شعاع قطعه نمونه (رابطه ۷)، مساحت قطعه نمونه (رابطه ۸)، سطح مقطع برابرسینه در هکتار (رابطه ۹)، تعداد در هکتار (رابطه ۱۰) و درصد تاج‌پوشش در هکتار (رابطه ۱۱)، از رابطه‌های زیر استفاده شد [۱].



شکل ۲. تصویر یک قطعه نمونه و شعاع آن [۱۴]

$$R_i = a_{ni} + \frac{1}{2}d_{ni} \quad (7)$$

$$F_i = R_i^2 \times \pi \quad (8)$$

$$G = \frac{2500}{n} \times \sum \left[\frac{1}{R_i^2} \left(d_{vi}^2 + d_{vi}^2 + \dots + \frac{1}{r} d_{ni}^2 \right) \right] \quad (9)$$

$$n_j = \frac{n \times 10000}{F_i} \quad (10)$$

جدول ۱. نتایج پارامترهای آماری حاصل از آماربرداری صد درصد در برآورد مشخصه‌های بررسی شده

مشخصه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
تعداد در هکتار (اصله)	۲۰۴/۵	±۵۵/۰۴	۲۶/۹۲
سطح مقطع (متر مربع در هکتار)	۳/۸۳	±۱/۵۹	۴۱/۷۳
درصد تاج پوشش	۱۶/۳۲	±۵/۱۵	۲۶/۹۲

جدول ۲. نتایج محاسبه پارامترهای آماری روش‌های مختلف نمونه برداری در برآورد تعداد درختان (اصله در هکتار)

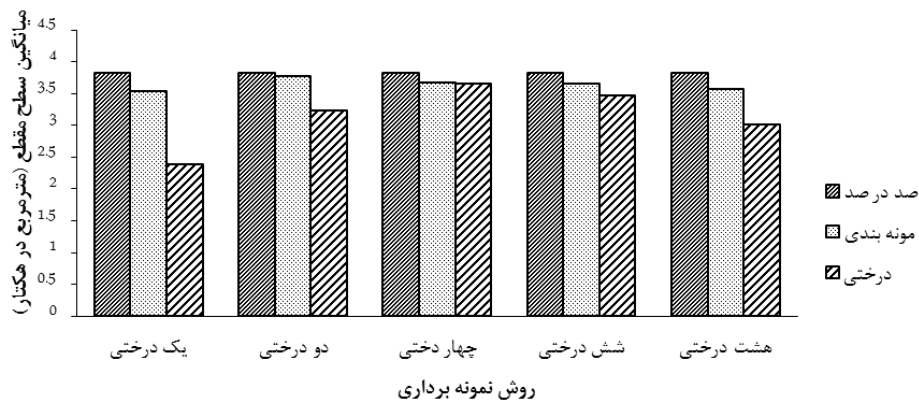
روش	میانگین	انحراف معیار	درصد خطای آماری	حدود اعتماد	درصد ضریب تغییرات
یک درختی بدون مونه بندی	۱۳۹/۰۸	۸۴/۸۲	۱۰/۱۷	± ۱۴/۱۴	۶۰/۹۹
یک درختی با مونه بندی	۱۸۲/۸۱	۵۴/۳۸	۴/۹۶	± ۹/۰۷	۲۹/۷۴
دو درختی بدون مونه بندی	۱۸۴/۹۴	۹۱/۶۵	۸/۲۶	± ۱۵/۲۸	۴۹/۵۶
دو درختی با مونه بندی	۱۹۲/۴۴	۳۹/۷۴	۳/۴۴	± ۶/۶۳	۲۰/۶۵
چهار درختی بدون مونه بندی	۲۱۳/۱۸	۱۰۹/۷۷	۸/۵۹	± ۱۸/۳۰	۵۱/۴۹
چهار درختی با مونه بندی	۱۹۹/۹۷	۵۳/۹۴	۴/۵۰	± ۸/۹۹	۲۶/۹۷
شش درختی بدون مونه بندی	۲۱۱/۶۲	۱۰۹/۷۱	۸/۶۴	± ۱۸/۲۹	۵۱/۸۴
شش درختی با مونه بندی	۲۰۴/۴۱	۴۸/۰۱	۳/۹۲	± ۸/۰۱	۲۳/۴۸
هشت درختی بدون مونه بندی	۱۷۶/۶۶	۱۱۴/۹۴	۱۰/۸۵	± ۱۹/۱۷	۶۵/۰۶
هشت درختی با مونه بندی	۱۹۸/۷۷	۵۳/۹۹	۴/۵۳	± ۹/۰۰	۲۷/۱۶



شکل ۳. میانگین تعداد اصله در هکتار در روش‌های مختلف آماربرداری

جدول ۳. نتایج محاسبات آماری روش‌های مختلف نمونه برداری در برآورد سطح مقطع (متر مربع در هکتار)

روش	میانگین	انحراف معیار	درصد خطای آماری	حدود اعتماد	درصد ضریب تغییرات
یک درختی بدون مونه بندی	۲/۳۸	۱/۷۹	۱۲/۵۴	± ۰/۳۰	۷۵/۲۵
یک درختی با مونه بندی	۳/۵۳	۰/۷۵	۳/۵۴	± ۰/۱۳	۲۱/۲۵
دو درختی بدون مونه بندی	۳/۲۳	۲/۲۲	۱۱/۴۶	± ۰/۳۷	۶۸/۸۷
دو درختی با مونه بندی	۳/۷۸	۱/۰۳	۴/۵۴	± ۰/۱۷	۲۷/۳۴
چهار درختی بدون مونه بندی	۳/۶۶	۲/۱۷	۹/۸۹	± ۰/۳۶	۵۹/۲۴
چهار درختی با مونه بندی	۳/۶۸	۰/۸۷	۳/۹۴	± ۰/۱۵	۲۳/۷۲
شش درختی بدون مونه بندی	۳/۴۷	۲/۰۸	۱۰/۰۰	± ۰/۳۵	۵۹/۷۸
شش درختی با مونه بندی	۳/۶۵	۰/۷۸	۳/۵۶	± ۰/۱۳	۲۱/۴۰
هشت درختی بدون مونه بندی	۳/۰۱	۲/۱۵	۱۱/۹۱	± ۰/۳۶	۷۱/۴۷
هشت درختی با مونه بندی	۳/۵۷	۰/۸۲	۳/۸۳	± ۰/۱۴	۲۲/۹۹



شکل ۴. میانگین سطح مقطع برابر سینه در هکتار در روش‌های مختلف آماربرداری

جدول ۴. نتایج محاسبه پارامترهای آماری روش‌های مختلف نمونه‌برداری در برآورد درصد تاج پوشش

روش	میانگین	انحراف معیار	درصد خطای آماری	حدود اعتماد	درصد ضریب تغییرات
یک‌درختی بدون مونه‌بندی	۱۰/۳۹	۷/۲۶	۱۱/۶۵	± ۱/۲۱	۶۹/۹۰
یک‌درختی با مونه‌بندی	۱۴/۹۹	۳/۰۹	۳/۴۴	± ۰/۵۲	۲۳/۷۳
دو درختی بدون مونه‌بندی	۱۴/۰۹	۹/۰۸	۱۰/۷۵	± ۱/۵۱	۶۴/۴۲
دو درختی با مونه‌بندی	۱۵/۳۸	۳/۸۹	۴/۲۲	± ۰/۶۵	۲۵/۳۵
چهار درختی بدون مونه‌بندی	۱۶/۱۲	۱۰/۲۷	۱۰/۶۲	± ۱/۷۱	۶۳/۷۳
چهار درختی با مونه‌بندی	۱۶/۲۷	۵/۳۰	۵/۴۳	± ۰/۸۸	۳۲/۵۷
شش درختی بدون مونه‌بندی	۱۵/۸۱	۱۰/۵۱	۱۱/۰۸	± ۱/۷۵	۶۶/۴۸
شش درختی با مونه‌بندی	۱۶/۱۴	۵/۴۵	۵/۶۳	± ۰/۹۱	۳۳/۷۹
هشت درختی بدون مونه‌بندی	۱۲/۹۳	۸/۸۰	۱۱/۳۵	± ۱/۴۷	۶۸/۰۳
هشت درختی با مونه‌بندی	۱۵/۸۹	۳/۹۱	۴/۱۰	± ۰/۶۵	۲۴/۶۱



شکل ۵. میانگین درصد تاج پوشش در روش‌های مختلف آماربرداری

برآورد شده مشخصه‌های مورد بررسی در روش چنددرختی همراه با مونه‌بندی دارای کمترین تفاوت با میانگین واقعی است (میانگین روش نمونه‌برداری یک‌درختی همراه با مونه‌بندی در مقایسه با روش نمونه‌برداری یک‌درختی بدون مونه‌بندی تفاوت کمتری با میانگین واقعی دارد و ... و

مقایسه میانگین مشخصه‌های تعداد اصله در هکتار، سطح مقطع برابر سینه در هکتار و درصد تاج پوشش در هکتار در هر یک از روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت درختی) بدون مونه‌بندی و همراه با مونه‌بندی با نتایج آماربرداری صد درصد نشان داد که میانگین

میانگین روش نمونه‌برداری هشت‌درختی همراه با مونه‌بندی در مقایسه با روش نمونه‌برداری هشت‌درختی بدون مونه‌بندی تفاوت کمتری با میانگین واقعی دارد (جدول‌های ۲، ۳ و ۴ و شکل‌های ۳، ۴ و ۵). مشخصه تعداد در هکتار بیان‌کننده مقدار تراکم و انبوهی توده‌ها در رویشگاه مورد نظر است که انتظار می‌رود در روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی) بدون مونه‌بندی با افزایش تعداد نمونه در قطعات نمونه، میانگین برآوردشده به میانگین واقعی نزدیک‌تر شده و انحراف معیار و درصد ضریب تغییرات (ضریب پراکندگی) نیز کمتر شود، در صورتی که ناهمگنی در منطقه تحقیق، سبب ایجاد انحراف معیار زیادی شده و ضریب تغییرات را نیز افزایش داده است (جدول‌های ۲، ۳ و ۴) که علت آن، ممکن است نبود پراکنش مناسب و یکنواخت نمونه‌ها در قطعات نمونه باشد. در صورتی که پس از مونه‌بندی جنگل، با افزایش تعداد نمونه در قطعات نمونه، برآورد میانگین تعداد درخت در هکتار به مقدار واقعی نزدیک‌تر شده و انحراف معیار و درصد ضریب تغییرات نیز کاهش یافته که علت آن ممکن است طبقه‌بندی منطقه تحقیق به طبقات همگن باشد. این نتیجه، تأثیر مونه‌بندی را برای برطرف کردن مشکل نبود پراکنش مناسب و یکنواخت نمونه در برآورد تعداد درخت در هکتار را نشان می‌دهد که سبب افزایش دقت روش نمونه‌برداری در جنگل‌های دورود لرستان شده است. این خود نتیجه مهمی است که در جنگل‌های ناهمگن مانند جنگل‌های غرب کشور، در برخی از روش‌های نمونه‌برداری کلاسیک، ممکن است به دلیل ناهمگنی نتیجه مطلوبی حاصل نشود. بررسی انحراف معیار برای مشخصه‌های مورد بررسی در روش‌های نمونه‌برداری نشان داد که انحراف معیار در روش نمونه‌برداری چنددرختی بدون مونه‌بندی نسبت به آماربرداری صددرصد مقدار زیادی به دست آمده است که علت آن ممکن است ناهمگنی و شرایط توپوگرافی منطقه باشد. بررسی ضریب تغییرات نیز نشان می‌دهد که در

روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی بدون مونه‌بندی ناهمگنی بیشتری دیده می‌شود که با مونه‌بندی، این ناهمگنی تا حد زیادی برطرف شده است. همچنین با توجه به نتایج روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی) همراه با مونه‌بندی درصد خطای آماری (اشتباه آماربرداری) کمتری نسبت به روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی) بدون مونه‌بندی دارند که موجب افزایش دقت روش‌های نمونه‌برداری شده است (جدول‌های ۲، ۳ و ۴)، که با یافته‌های اخوان و همکاران همخوانی دارد [۳] علاوه بر این، بررسی حدود اعتماد برای مشخصه‌های تعداد در هکتار و درصد تاج‌پوشش در هکتار نشان داد که حدود اعتماد در روش‌های نمونه‌برداری چنددرختی همراه با مونه‌بندی با افزایش تعداد نمونه در قطعات نمونه میانگین واقعی را در بر می‌گیرد (جدول‌های ۲، ۳ و ۴). که علت آن ممکن است اثر مثبت مونه‌بندی بر افزایش تعداد نمونه‌ها در سطح قطعه نمونه باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر مونه‌بندی جنگل بر دقت برآورد مشخصه‌های کمی درختان در روش نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی) انجام گرفت. با توجه به پیشینه پژوهش، به لحاظ مطالعه در یک توده ناهمگن، دستاوردهای تازه‌ای به دست آمد. همان‌گونه که نتایج نشان داد در منطقه تحقیق، با اجرای روش نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی) بدون مونه‌بندی، نتیجه مطلوبی حاصل نشد. اما با اجرای مونه‌بندی در روش نمونه‌برداری چنددرختی نتیجه مطلوبی به دست آمد. این موضوع نشان‌دهنده اثر مثبت مونه‌بندی بر روش نمونه‌برداری چنددرختی است. با اجرای مونه‌بندی، منطقه تحقیق به طبقات همگن تقسیم شد که این کار، مشکل

نمونه‌برداری چنددرختی مثبت ارزیابی می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود اثر مونه‌بندی به‌منظور عملی‌تر و کاربردی‌تر شدن آن بر دیگر روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای بررسی شود.

نبود پراکنش مناسب و یکنواخت نمونه در منطقه را رفع کرد و سبب افزایش دقت روش نمونه‌برداری چنددرختی (یک، دو، چهار، شش و هشت‌درختی) در جنگل‌های دورود لرستان شد. در نتیجه اجرای مونه‌بندی در روش

References

- [1]. Zobeiri, M. (2007). Forest Biometry. Tehran University Press, 411p.
- [2]. Foshat, M., Hosseini, S.M., Fallah, A. and Fakhari, M.A. (2011). Determination of suitable N-tree sampling method in *Populus deltoides* plantations. Research Journal of Forest Science and Engineering, 1(3): 65-76.
- [3]. Akhavan, R., Zobeiry, M., Namiranian, M. (2001). A study of stratification method using for volume estimation in kheyroodkenar forest. Iranian Journal of Natural Resource, 54(3): 235-245.
- [4]. Heidari, R. H., Zobeiri, M., Namiranian, M., Sobhani, H. and Safari, A. (2010). Study of accuracy of nearest individual sampling method in Zagros Forests. Iranian Journal of Forest, 2(4): 322-330.
- [5]. Alinejad, M. (2008). Comparison of systematic random with circular plots, Proden's six trees sampling method and measurement of between 3, 4 and 5 trees closed to center of plot (Case study: Kheyroud forest). M. Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 43p.
- [6]. Sadeghi Kaji. H., Zafariyan, I., and Badfar, K. (2014). N-Tree Distance Sampling vs. Fixed-Radius Plots methods for tree density estimation in central Zagros forests Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22 (3): 381-391.
- [7]. Soltani, A., Zobeiri, M., and Namiranian, M. (2008). Optimization of Proden's six trees sampling method. Journal of the Iranian Natural Resources, 60(4): 1291-1307.
- [8]. Mirzaei, M., Bonyad, A.E., and Pourbabaei, H. (2014). Estimation of quantitative characteristics of forest stands using transect sampling methods (Case study: Daalaab Region, Ilam Province). Iranian Journal of Forest and Wood products Research, 67(1): 61-72.
- [9]. Falla, A., Zobeiri, M., Rahimpour, A.S., and Naghvi, H. (2012). Investigation on four sampling methods for canopy cover estimation in Zagros oak forest (Case study: Mehrian Forest of Yasuj City). Iranian journal of forest and Poplar Research, 20(2): 194-203.
- [10]. Zare, I., Erfanifard, S.Y., Taghavi, M., and Kariminejad, N. (2016). Efficiency of distance sampling method in estimation of biometric characteristics of wild pistachio (*pistachio atlantica* subsp. *mutica*) open stands in Zagros. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 23(3): 125-144.
- [11]. Moselou, M., and Erfanifard, Y. (2016). Comparing different k-NN sampling methods for density estimation of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) with clustered spatial pattern in a Zagros open stand. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(4): 626-636.
- [12]. Keiani, B. (2011). Comparison of efficiency distance sampling methods in Seiahkoh region of Yazd province. Ph.D. thesis Faculty of Natural Recourses, University of Tarbiat Modarres, 135 p.
- [13]. Lessard, V.C., Drummer, T.D., and Reed, D.D. (2002). Precision of density estimates from fixed- radius plots compared to n-tree distance sampling. Forest Science, 48: 1-6.
- [14]. Kleinn, CH. and Vilcko, F. (2006). A new empirical approach for estimation in k-tree sampling. Forest Ecology and Management: 522-533.
- [15]. Staupendahl, K. (2008). The modified six-tree-sample-A suitable metod for forest stand assessment. Allgemeine Forest-und jagdzeitung, 179(2): 21-23.
- [16]. Bazgir, F., Aliyari, H., Shahrokhondi, M., Behnampoor, H., Basatti, G., Esmaeilzade, H., and Naghdi, A. (2012). Identify Lorestan province, Publishing companies Iran textbooks, 136p.
- [17]. Zobeiri, M. (2005). Forest Inventory (Measurement of Tree and Forest), University of Tehran Press, 401p.
- [18]. Namiranian, M. (2007). Measurement of Tree and Forest Biometry, University of Tehran Press, 574p.

The effect of forest stratification on precision estimation of quantitative features of trees by using N-tree sampling method in the forests of West Iran (Case Study: Dorood Lorestan province)

H. Salarvand*; M.Sc, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, I.R.Iran

A.E. Bonyad and H. pourbabaei; Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, I.R.Iran

(Received: 30 September 2016, Accepted: 25 January 2017)

ABSTRACT

Quantitative and qualitative information of forest structure is the most important for forest management in Zagros forests. This study was done in order to investigate of effect forest stratification approach on the precision estimation of the quantitative features of trees in N- tree sampling methods (one, two, four, six and eight trees) in Dorood forest, Lorestan province. For this purpose, 141 2500 m² (50 × 50 m) sample plots were selected in an area ca. 42 hectares and full-calipering inventory was done. Within each plot, the number of trees, diameter at breast height and canopy of each tree (largest/smallest crown diameter) were recorded for all trees with DBH ≥ 7.5 cm. The N-trees sampling methods were then designed in GIS software and according to the scale of the map were implemented in the forest. The forest was then stratified into three types (< 125, 125-250 and > 250 trees per hectare) by using the density (number per hectare). The statistical parameters for the number of trees per hectare, basal area per hectare and canopy cover percentage per hectare were calculated before and after the stratification. Results showed that with the implementation of the stratification in the N-tree sampling method, the estimated mean of the characteristics was closer to the real mean. It also eliminates the heterogeneity in the study area and reduces the standard deviation and the coefficient of variation. As well as stratification improved the heterogeneity in the study area and standard deviation and coefficient of variation were reduced. This increases the precision of the N-tree sampling method (one, two, four, six and eight trees) in Dorood forest. Therefore implementation of stratification in N-tree sampling method was positively assessed.

Keywords: Forest inventory, Dorud Lorestan, Stratification, N-tree sampling.

* Corresponding Author, Email: salarvandhossein@yahoo.com, Tel: +989359392405