دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

تعیین روش نمونه‌برداری مناسب جهت برآورد تراکم و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در منطقه حفاظت‌شده دینارکوه ایلام

زهرا اسماعیلی[۱]، بابک پیله ور[۲]، عبدالله کبودی[۳] و زهرا میرآزادی[۴]

۱ و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد و دکترای جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان ، خرم آباد، ایران
(نویسنده مسوول: pilehvar.b@lu.ac.ir)
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد آمایش سرزمین، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۸

چکیده

پدیده زوال بلوط به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معضلات جنگل‌های زاگرس، نیازمند تدابیر مدیریتی مناسب است تا موجب کاهش خشکیدگی درختان و اثرات ناشی از آن شود. دستیابی به آمار دقیق برای مدیریت بهینه این جنگل‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. این مطالعه با هدف تعیین روش مناسب نمونه‌برداری به منظور برآورد تراکم و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته بلوط ایرانی انجام شد. در ابتدا محدوده‌ای ۱۰۰ هکتاری در منطقه حفاظت‌شده دینارکوه ایلام انتخاب و در آن تعداد در هکتار، مختصات جغرافیایی و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته بوسیله آماربرداری ۱۰۰ درصد اندازه‌گیری شد. سپس نقشه رقومی جایگاه تمامی پایه‌ها در منطقه تهیه شد. به‌منظور ارزیابی روش مناسب نمونه‌برداری با شدت ثابت سه درصد تعداد ۳۰ قطعه نمونه ۱۰ آری با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی، تصادفی منظم و تصادفی ساده بر روی نقشه پیاده و اطلاعات مورد نظر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که روش خوشه‌ای انطباقی در برآورد تعداد در هکتار و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته با توجه به میزان صحت نسبت به روش‌های متداول منظم تصادفی و تصادفی ساده از کارایی بیشتری برخوردار است (۵ و ٤/٧٦ درصد خطا به ترتیب برای برآورد تراکم و سطح تاج‌پوشش). از آنجایی که روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی از روش‌های مناسب نمونه‌برداری درجمعیت‌های خوشه‌ای می‌باشند می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پراکنش درختان بلوط زوال‌یافته از الگوی کپه‌ای تبعیت می‌کند از این‌رو روش نمونه‌برداری خوشه‌ای به عنوان یک روش نمونه‌برداری مناسب در برآورد درختان بلوط زوال‌یافته در جنگل‌های زاگرس معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نمونه‌برداری، تراکم، زوال بلوط، سطح تاج‌پوشش، صحت

مقدمه

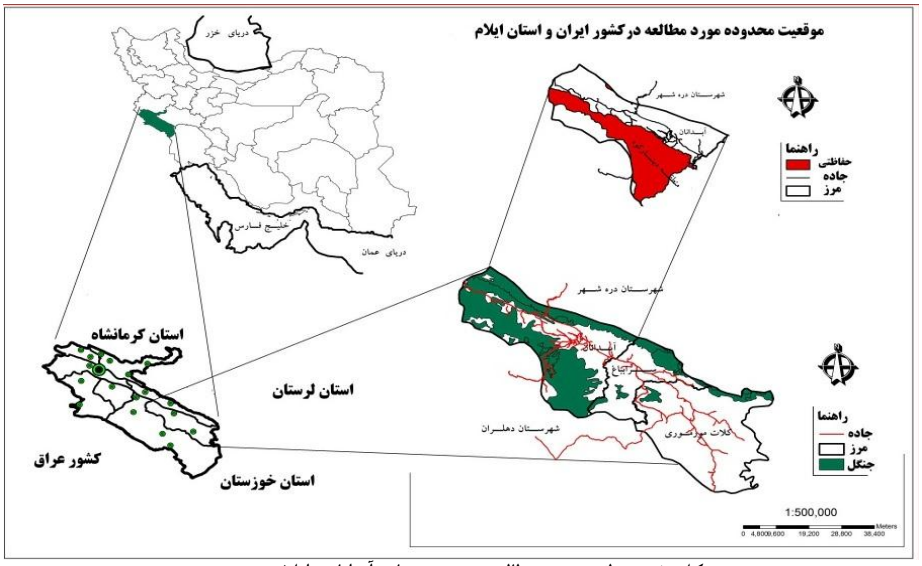
جنگل‌های حوزه رویشی زاگرس دومین منبع سلولزی تجدیدپذیر کشور و یکی از باارزش‌ترین ذخایر جنگلی بلوط در جهان به شمار می‌آیند. این بوم‌سازگان حیاتی اهمیت زیست‌محیطی و بوم‌شناختی فراوانی داشته و نقش مهمی در حفاظت از منابع آب و خاک در شرایط آب و هوایی خشک کشور به‌عهده دارند. عواملی همچون تغییرات اقلیمی، آشفتگی‌های با منشاء انسانی (تغییرکاربری اراضی، انجام فعالیت‌های عمرانی و بهره‌برداری در عرصه‌های جنگلی) و آشفتگی‌های طبیعی منجر به تغییراتی شگرف در جنگل‌های زاگرس شده است، به نحوی که امروزه شاهد پدیده نوظهور زوال بلوط و سایرگونه‌های جنگلی همچون ارژن و گلابی در منطقه زاگرس می‌باشیم (۱۶). زوال و خشکیدگی جنگل‌های زاگرس از سال ۱۳۸۸ از استان ایلام آغاز و نخستین گزارش زوال گونه‌های جنگلی در این استان تهیه شد و به‌دنبال آن استان‌های دیگر مانند کرمانشاه، فارس، کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری نیز گزارش شد (۲). اولین راهکار مدیریتی برای مقابله با چنین پدیده‌ای بحث شناسایی آن می‌باشد (۹). باتوجه به اینکه انجام آماربرداری ۱۰۰ درصد در جنگل همیشه با صرف هزینه و زمان همراه است، به‌منظور کاهش زمان و هزینه و نیز بالا بردن دقت آماربرداری، انتخاب مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری برای برآورد تعداد درختان خشکیده از اهمیت بسزایی برخوردار است (۱۳). در طول دو دهه گذشته، طرح‌های نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی (Adaptive Cluster Sampling) که به اختصار ACS خوانده می‌شود، محبوبیت زیادی در علوم زیست‌محیطی برای بررسی فراوانی حیوانات و گیاهان کسب کرده و بسیار مورد توجه قرارگرفته‌اند، این روش‌ها برای نخستین بار توسط تامپسون (۱۹) مطرح و مورد استفاده قرار گرفت. در روش خوشه‌ای انطباقی در مرحله اول یک واحد نمونه‌برداری به‌عنوان واحد نمونه‌برداری اولیه در نظر گرفته می‌شود، در ادامه نمونه‌برداری بر واحدهای اطراف نمونه اولیه متمرکز شده و واحدهای نمونه‌برداری که دربردارنده شرایط و ویژگی‌های مورد نظر باشند به واحد اولیه اضافه می‌شوند، مجموعه واحدهای نمونه‌برداری که در همسایگی یکدیگر بوده و شرایط لازم را دارند تشکیل شبکه را می‌دهند (۸). طرح‌های نمونه‌برداری انطباقی از این جهت به‌وسیله زیست‌شناسان مورد استفاده قرار گرفته است که می‌توانند نمونه‌برداری را درمکان‌هایی که تمرکز عامل مورد بررسی (گونه گیاهی و یا جانوری با توزیع کپه‌ای) وجود دارد متمرکز نماید. چنین الگوهایی علاوه بر اینکه احتمال نمونه‌برداری گونه‌ی مورد نظر را افزایش می‌دهند از دقت بالایی نیز برخوردار می‌باشند (۱۰). تاکنون در خارج از کشور با استفاده از روش خوشه‌ای انطباقی مطالعاتی در مناطق جنگلی انجام

گرفته است؛ ازآن جمله آچاریا و همکاران (۱) با استفاده از روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی تراکم درختان نادر در جنگل‌های کشور نپال را بررسی کرده و اعلام نمودند برای گونه‌هایی که توزیع کپه‌ای دارند کارایی برآورد تراکم حدود ۵۰۰ درصد افزایش یافته است، هر چند برای گونه‌هایی که توزیع کپه‌ای نداشتند این مقدار به ۴۰ درصد کاهش یافت. براون و همکاران (۵) نیز در یک مطالعه مروری، روش خوشه‌ای را نسبت به روش تصادفی ساده در ارزیابی جمعیت‌های خوشه‌ای و کمیاب مانند درختان خشک‌شده ناشی از آسیب‌های خشکسالی کارآمدتر دانستند. اسمیت و همکاران (۱۵) در مطالعه‌ی جنگل‌های مونتانا ایالات متحده، متوسط زمان صرف شده در برداشت یک قطعه نمونه با روش تصادفی ساده را ۴۰ دقیقه و در روش نمونه‌برداری خوشه‌ای ۱۸ دقیقه محاسبه کرد، لذا کارایی در روش خوشه‌ای انطباقی نسبت به روش تصادفی ساده به دلیل کاهش هزینه به طور مؤثری افزایش یافت. برون و مانلی (۶) در مطالعه‌ای به بررسی روش نمونه‌برداری خوشه‌ای درجنگل‌های چیرینداً درکانادا به بررسی روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی در بازسازی جنگل‌های تنک تأکید کردند. ساختار جنگل‌های غرب کشور نیز، به گونه‌ای است که بایستی تا حد امکان از روش‌های نمونه‌برداری با کمترین هزینه استفاده کرد. تاکنون در مطالعات زیادی از روش‌های نمونه‌برداری تصادفی ساده و منظم تصادفی در جنگل‌های زاگرس استفاده شده است. باتوجه به اینکه، تراکم یکی از ویژگی‌های ساختاری در هر جامعه جنگلی است که سایر ویژگی‌های جامعه مانند گونه، جنسیت و سن بر آن تأثیر فراوانی دارند و به همین دلیل ویژگی مناسبی در ارزیابی پویایی جوامع جنگلی محسوب می‌شود (۱۱) و نظر به اهمیت بررسی پدیده زوال درختان بلوط زاگرس، هدف از این مطالعه، مقایسه سه روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی، تصادفی ساده و منظم تصادفی به‌منظور تعیین مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری جهت برآورد تراکم و سطح تاج پوشش درختان زوال‌یافته بلوط ایرانی در جنگل‌های منطقه حفاظت‌شده دینارکوه آبدانان است، نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در مطالعات مربوط به برآورد میزان زوال بلوط، نحوه توزیع، الگوی پراکنش درختان زوال‌یافته و ارتباط بین آنها در سایر مناطق به کار گرفته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در جنگل‌های منطقه حفاظت‌شده دینارکوه واقع در شهرستان آبدانان استان ایلام انجام شد. این منطقه کوهستانی با مختصات جغرافیایی ′۳۰ °۴۷ طول شرقی و ′۵۰ °۳۲ عرض شمالی در فاصله ۲۵ کیلومتری شهر آبدانان واقع شده است. محدوده ارتفاعی منطقه مورد مطالعه ۸۰۰ تا ۱۹۵۵ متر از سطح دریا است. واحد کوهستان بیش از ۸۰ درصد سطح منطقه را تشکیل می‌دهد که کمتر دستخوش فعالیت‌های انسانی بوده و باتوجه به تنوع شکل زمین و شرایط فیزیکی از تنوع زیستی و ارزش اکوتوریسمی بالایی برخوردار است. منطقه مورد مطالعه با ۱۰۰ هکتار مساحت، از نظر پوشش جنگلی تنک تا نیمه‌انبوه و انبوه است (۱۲). بر اساس آمار ده‌ساله دریافتی از ایستگاه هواشناسی دهلران در ۲۳ کیلومتری منطقه مورد مطالعه، حداکثر بارش در منطقه ۴۲۶ میلی‌متر، حداقل آن ۱۵۲ میلی‌متر و متوسط مقدار بارندگی سالانه منطقه حدود ۲۹۲/۲ میلی‌متر و در ماه‌های دی و بهمن است. دمای متوسط سالانه منطقه ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد است. مرداد ماه با میانگین ۳۹/۱ درجه بالاترین و دی ماه با میانگین ۶- درجه سانتی‌گراد کمترین دما را دارند (۱۲). شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



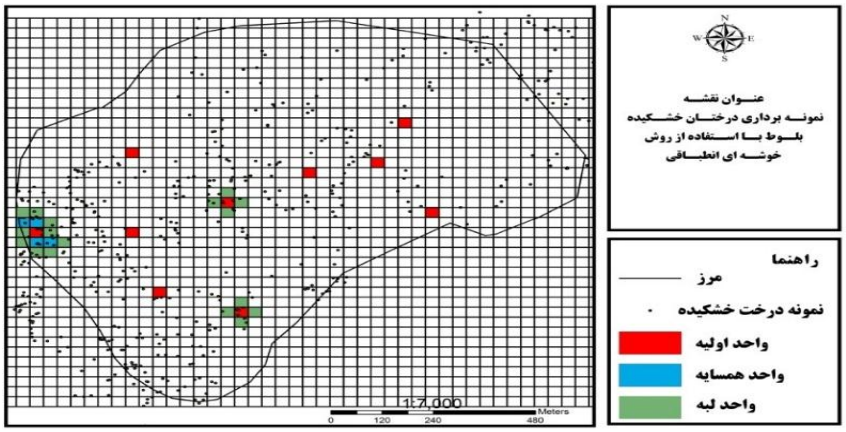
شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در شهرستان آبدانان، ایلام
Figure1. Study area in the Abdanan, Ilam province

روش پژوهش

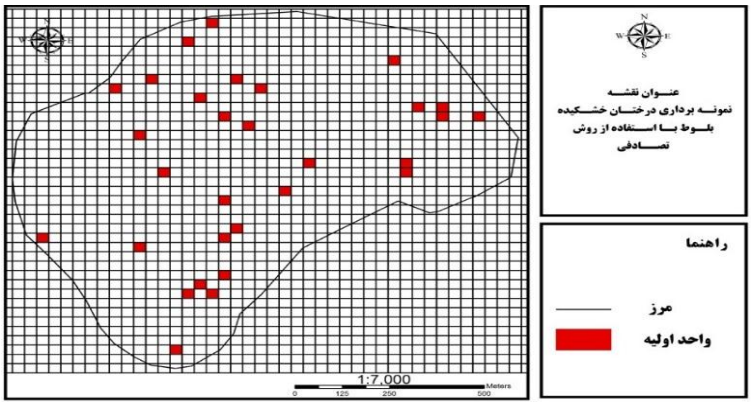
به‌منظور بررسی و تعیین مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری برای برآورد تراکم و سطح تاج‌پوشش درختان بلوط زوال‌یافته در منطقه حفاظت‌شده دینارکوه آبدانان، سه روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی، تصادفی ساده و منظم تصادفی انتخاب و عملکرد آنها در جنگل مورد ارزیابی قرارگرفت. بدین منظور در ابتدا آماربرداری ۱۰۰ درصد در منطقه انجام شد و مختصات جغرافیایی تمامی درختان خشکیده به وسیله سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) مدل Garmin map76csx ثبت و به رایانه منتقل و در نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد تحلیل قرار گرفت. درختان زوال‌یافته ویژگی‌هایی شامل خشکیدگی تاج درختان، خشکیدگی سرشاخه، جداشدن پوست درخت، تیره و سیاه شدن محل‌های آلوده‌ی زیر پوست تنه را دارا بودند. در سه روش نمونه‌برداری مذکور، شدت آماربرداری سه درصد در نظر گرفته شد، در نتیجه در نقشه منطقه مورد مطالعه، قطعات نمونه‌ای با ابعاد ۳۲× ۳۲ متر و با مساحت ۱۰۲۴ مترمربع برای روش نمونه‌برداری تصادفی ساده و روش خوشه‌ای انطباقی در نظر گرفته شد، همچنین شبکه‌ای با ابعاد ۱۵۰ × ۲۰۰ درروش منظم تصادفی مستقر شد (۲۲). سپس شبکه‌های سه روش موردنظر، روی محدوده مورد مطالعه همپوشانی شد و تعداد ۳۰ قطعه نمونه بر روی نقشه منطقه اندازه‌گیری شد.

روش اجرای نمونه‌برداری خوشه ای انطباقی

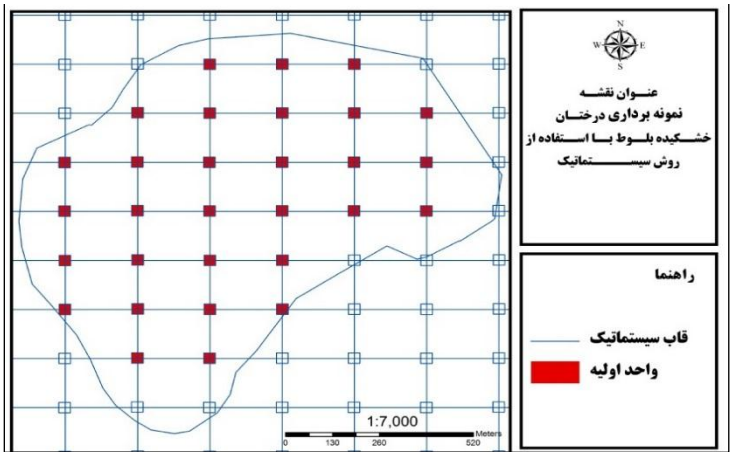
در اجرای روش خوشه‌ای انطباقی، موقعیت اولین قطعه نمونه به صورت تصادفی انتخاب شد، این قطعه نمونه ضرورتاً باید در برگیرنده درختان زوال‌یافته باشد قطعات نمونه بعدی که در چهار جهت جغرافیایی اصلی در مجاورت این قطعه نمونه قرار داشتند، درصورتی در حجم نمونه منظور می‌شوند که معیار لازم برای در نظر گرفتن به‌عنوان قطعه نمونه زوال‌یافته را داشته باشند. در این مطالعه معیار موردنظر برابر با سه درخت خشکیده و یا بیشتر از آن در نظر گرفته شد تا تعداد خوشه‌های بیشتر و با اندازه کوچکتری تشکیل شود و در نتیجه برآورد دقیق‌تر و کنترل بهتری برحجم نمونه نهایی به‌دست آید. بدین صورت اولین خوشه از مجموعه قطعات نمونه شکل گرفت. خوشه‌های بعدی نیز از همین فرآیند تبعیت کردند. در حقیقت یک خوشه بصورت مرحله به مرحله در اطراف یک قطعه نمونه اولیه شکل می‌گیرد که شرایط لازم برای گسترده شدن را داشته است. بنابراین در نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی اساس کار بر نواحی دارای پایه‌های زوال‌یافته متمرکز می شود. با وجودی که در روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی قبل از انجام نمونه‌برداری حجم نمونه قابل پیش‌بینی نیست و این وابسته به الگوی استقرار موضوع مورد بررسی دارد (۲۰)، ولی در این مطالعه به‌منظور مقایسه کارائی و صحت سه روش درصد نمونه‌برداری یکسان در نظر گرفته شد. در شکل‌های زیر، روش اجرای سه روش نمونه‌برداری ارائه شده است.



شکل ۲- انتخاب قطعات نمونه در روش خوشه‌ای انطباقی
Figure 2. Selection of plots in cluster sampling method



شکل ۳- انتخاب قطعه نمونه در روش تصادفی ساده
Figure 3. Selection of plots in random sampling method



شکل ۴- روش انتخاب قطعات نمونه در روش منظم تصادفی
Figure 4. Selection of plots in systematic sampling method

تحلیل داده‌ها

در روش نمونه‌برداری تصادفی ساده میانگین تعداد در هکتار و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته بلوط ایرانی بر اساس روابط ذیل محاسبه شدند (۲۲).

رابطه (۱)

$$\bar{x} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n}$$

که در آن: $\bar{x}$: میانگین تعداد در هکتار و x_i: تعداد درخت خشکیده در قطعه‌نمونه است.

همچنین انحراف از معیار نیز بر اساس رابطه زیر محاسبه شد

رابطه (۲)

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i)^2 - \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^{\,2}}{n}}{(n-1)}}$$

در این رابطه نیز x_i: تعداد پایه در قطعه‌نمونه و s_x: انحراف معیار می‌باشد.

تحلیل آماری در روش منظم تصادفی

میانگین و اشتباه معیار از روابط۳ و ۴ محاسبه شدند.

رابطه (۳)

$$\bar{x} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n}$$

که در آن: $\bar{x}$: میانگین و x_i: تعداد در هکتار

رابطه (۴)

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{M}\sum_{i=1}^{n_j}\left(x_{ij} - x_{(i+1)j}\right)^2}{2 \times n \sum_{i=1}^{M}(n_j - 1)}}$$

که در این رابطه: $s_{\bar{x}}$: اشتباه معیار، M: تعداد ردیف‌ها، n: تعدادکل قطعات نمونه برداشت شده، x_{ij} : مقدارقطعه نمونه i درردیف j

$x_{(i+1)j}$:مقدارقطعه‌نمونه بعدازقطعه‌نمونه x_{ij} درردیف j،

i: نمایه برای هر قطعه نمونه ،j: نمایه برای هر ردیف،

n_j:تعداد قطعات نمونه در ردیف j

تحلیل آماری در روش خوشه‌ای انطباقی

به‌منظور محاسبه آماره‌های میانگین و واریانس تراکم و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته بلوط در روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی، برآوردگرهای هانسن هورویتز (HH) و هورویتز تامپسون (HT) توسعه داده شده‌اند، در این پژوهش از برآوردگر غیراریب هانسن هورویتز استفاده شد (۱۹) در ذیل روابط به کار رفته جهت محاسبه میانگین و واریانس در این روش ارائه شده است.

رابطه (۵)

$$\widehat{\mathrm{M}}_{\mathrm{HH}} = \frac{1}{\mathrm{n_1}} \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n_1}} \mathrm{w_i}$$

رابطه (۶)

$$\hat{\mathrm{v}}\mathrm{ar}\left(\widehat{\mathrm{M}}_{\mathrm{HH}}\right) = \frac{\mathrm{N}-\mathrm{n_1}}{\mathrm{N}\mathrm{n_1}-(\mathrm{n_1}-1)} \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n_1}} (\mathrm{w_i} - \widehat{\mathrm{M}}_{\mathrm{HH}})^2$$

که در این روابط $\widehat{M}_{HH}$: برآورد غیراریب میانگین داده‌ها در روش خوشه‌ای انطباقی، $\mathrm{w_i}$میانگین مشاهدات در شبکه شامل واحدهای i در نمونه اولیه y_i : مشاهدات درواحدi.

$\mathrm{m_i}$: تعداد واحدهایی که در شبکه شامل واحدهای i می باشد. n_1: تعداد واحدها در نمونه اولیه. $\widehat{\mathrm{V}}\mathrm{ar}\left(\widehat{M}_{HH}\right)$: برآورد غیراریب واریانس میانگین داده‌ها. N : تعداد کل واحدها در جامعه

کارایی واریانس در روش خوشه‌ای انطباقی

برآورد کارایی نسبی واریانس، از تقسیم نسبت واریانس روش خوشه‌ای انطباقی (ACS) به واریانس تصادفی‌ساده (SRS) به دست می‌آید که در رابطه زیر به آن اشاره شده‌است:

رابطه (۷)

$$\widehat{var}[\widehat{M}]_{ACS}/\widehat{var}[\widehat{M}]_{SRS}$$

کارایی نسبی کمتر از یک نشان می‌دهد که روش ACS ازکارایی بیشتری نسبت به روشSRS در برآورد میانگین و واریانس جمعیت برخوردار می‌باشد (۱۴).

مقایسه روش‌های نمونه‌برداری با نتایج آماربرداری ۱۰۰ درصد

درتحقیق حاضر برای مقایسه مقادیر تعداد درهکتار و سطح تاج‌پوشش برآورد شده در روش‌های نمونه‌برداری مذکور از معیار صحت استفاده شد تا مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری (با توجه به معیار صحت) از میان روش‌های ارائه شده معرفی گردد (۱۶).

رابطه (۸)

$$A=\pm\left(\frac{\text{مقدار واقعی} - \text{مقدار برآورد شده}}{\text{مقدار واقعی}}\right)\times ۱۰۰$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از برآورد مشخصه‌های تعداد در هکتار و سطح تاج‌پوشش با سه روش نمونه‌برداری با نتایج آماربرداری ۱۰۰ درصد مورد مقایسه قرار گرفت، که در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- تعداد درهکتارو سطح تاج پوشش برآورد شده درروش‌های مختلف نمونه‌برداری با مقدار واقعی

Table 1. Density and crown canopy estimated by different sampling methods and real value

روش نمونه‌برداری	تعداددرهکتار	تعداددرهکتار واقعی	میزان صحت	سطح تاج درختان m^2	میانگین واقعی سطح تاج	میزان صحت
خوشه‌ای انطباقی	۶	۶/۳	-۴/۷۶	۱۰۵	۱۱۰/۶	-۵/۰۶
منظم تصادفی	۵/۳	۶/۳	-۱۵/۳	۹۰/۹	۱۱۰/۶	-۱۸/۱
تصادفی ساده	۳	۶/۳	-۴۷/۰۸	۶۲/۵	۱۱۰/۶	-۴۳/۴

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده شد نتایج در روش خوشه‌ای انطباقی به تعداد درهکتار واقعی جامعه نزدیک‌تر و دارای اختلاف کمتری با میانگین واقعی می‌باشد، بعد از آن نیز، مقادیر برآورد شده با روش منظم تصادفی به میانگین واقعی نزدیک‌ترمی‌باشد. واریانس برآورد تعداد در هکتار و سطح تاج پوشش در روش خوشه‌ای انطباقی در مقایسه با روش تصادفی ساده و روش منظم تصادفی دارای کمترین مقدار می‌باشد. در حالی‌که روش تصادفی ساده بیشترین مقدار واریانس را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲- واریانس تعداد درهکتار و سطح تاج پوشش در روش‌های مختلف نمونه‌برداری

Table 2. Density and crown canopy variance of different sampling methods

		منظم تصادفی	خوشه‌ای انطباقی	تصادفی ساده
سطح تاج‌پوشش	واریانس	۸۲/۴۴	۱۹/۳۶	۳۹/۰۶
	ضریب تغییرات	۰/۹۹۸۸	۰/۴۱۹۰	۱/۶۸
تعداد در هکتار	واریانس	۰/۷۸۷۳	۰/۰۶۶۰۴	۰/۳۶۸۹
	ضریب تغییرات	۱/۶۷	۰/ ۴۲۸۴	۱/۹۶

مقایسه درصد خطای تعداد درهکتار و سطح تاج‌پوشش در روش‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که روش خوشه‌ای انطباقی دارای کمترین میزان درصد اشتباه نمونه‌برداری می‌باشد. روش منظم تصادفی نیز نسبت به روش تصادفی ساده از درصد اشتباه کمتری برخورداراست و روش تصادفی ساده دارای بیشترین میزان درصد اشتباه نمونه‌برداری می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳- مقایسه روش‌های مختلف نمونه‌برداری از نظر درصد خطا

Table 3. Comparison of different sampling methods in terms of error rate

	تصادفی ساده	منظم تصادفی	خوشه‌ای انطباقی
تاج پوشش	۴۳	۱۸	۵
تعداد درختان	۵۲/۳۸	۱۵/۸۷	۴/۷۶

بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی در برآورد تراکم و سطح تاج‌پوشش درختان بلوط زوال‌یافته در منطقه مورد بررسی از سایر روش‌ها موفق‌تر عمل کرده است. زیرا همان‌گونه که در نتایج ارائه شد روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی کمترین میزان اختلاف را با نتایج آماربرداری ۱۰۰ درصد از نظر دو مشخصه تراکم در هکتار و سطح تاج‌پوشش نشان داد. در روش خوشه‌ای انطباقی تعداد نمونه‌هایی که به طور انطباقی به نمونه اولیه اضافه می‌شد بیشتر از دو روش دیگر بود زیرا در مرحله اول، نمونه اولیه به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس قطعات

نمونه‌ای که به صورت انطباقی به آن اضافه شدند، دارای درختان زوال‌یافته بودند، ولی در روش تصادفی ساده و منظم تصادفی، برآورد تعداد و سطح تاج‌پوشش فقط به واحدها در نمونه اولیه وابسته بود به همین دلیل، برآورد تعداد درهکتار درختان خشکیده با استفاده از روش خوشه‌ای انطباقی، مقدارقابل قبول ۱۰± درصد یعنی صحت بیشتری را نشان داد و دارای کمترین اختلاف با میانگین واقعی بود. از طرف دیگر در روش تصادفی ساده، نمونه‌ها بدون نظم خاص و به صورت کاملا تصادفی پراکنش یافتند واحتمال اینکه اغلب قطعات نمونه فاقد درخت خشکیده باشد زیاد است. همچنین بررسی میزان صحت نتایج بدست آمده از نظر سطح تاج‌پوشش نشان داد که روش منظم تصادفی به دلیل پراکنش منظم قطعات نمونه نسبت به روش تصادفی ساده دارای اختلاف کمتری با میانگین واقعی می‌باشد نتایج این پژوهش با یافته‌های براسل و همکاران (۴)، تالویت و همکاران (۱۸) و آنونیموس (۳) که به‌ترتیب در جنگل‌های آسیب‌دیده ناشی از خشکسالی سوییس، فنلاند و صربستان انجام شده بود، از نظر برآورد تعداد در هکتار و سطح تاج‌پوشش درختان زوال‌یافته بلوط مطابقت داشت. یکی از ویژگی‌های روش خوشه‌ای این است که این روش به شخص نمونه‌بردار این اجازه را می‌دهد که احتمال حضور واحدهای بیشتری را در اطراف قطعه نمونه اولیه بررسی نموده و در صورت داشتن شرایط لازم واحدهای بیشتری به محاسبات وارد نماید. با توجه به اینکه در بیشتر سلول‌ها درختان خشکیده یافت می‌شد در صورت منظور نمودن قطعات نمونه، خوشه گستردگی زیادی پیدا می‌کرد و باعث می‌شد حجم نمونه نهایی زیاد شود بنابراین، مقدار آستانه درخت در هر قطعه نمونه برای اضافه شدن به خوشه برابر سه و یا بیشتر از آن (۳≤) در نظر گرفته‌شد، در نتیجه تعداد خوشه‌های بیشتر و با اندازه کوچکترتشکیل گردد، در این صورت می‌توان برآورد دقیق‌تر وکنترل بهتری بر حجم نمونه نهایی به دست آورد. به همین دلیل در این مطالعه در روش خوشه‌ای انطباقی سه خوشه تشکیل شد و بهتر از دو روش نمونه‌برداری دیگر تراکم درختان زوال یافته را نشان داد. در نتایج تحقیقات آچاریا و همکاران (۱) ،یانگ (۲۱)، گاتون و دیباتیستا (۷) و گاتون و همکاران (۸) نیز کنترل حجم نمونه نهایی به منظور ارتقاء کارایی روش خوشه‌ای انطباقی پیشنهاد شده است. علاوه بر این مقایسه بین روش‌های خوشه‌ای انطباقی و منظم تصادفی می‌تواند بر اساس کارایی هزینه باشد. کارایی هزینه بر اساس زمانی که برای حرکت از یک قطعه نمونه به قطعه نمونه دیگر صرف می‌شود تشریح می‌شود، از طرف دیگر در آماربرداری و بررسی‌های در سطوح منطقه‌ای و ملی حرکات و جابجایی بین قطعات نمونه یکی از فاکتورهای هزینه‌بردار به شمار می‌رود، که در روش خوشه‌ای انطباقی به‌دلیل نزدیک بودن قطعات نمونه به یکدیگر، آماربرداری قطعات نمونه اضافی که به صورت انطباقی به قطعه نمونه اولیه اضافه می‌شوند با صرف هزینه کمتر همراه است (۲۱)، در نتیجه در حجم نمونه ثابت، روش نمونه‌برداری خوشه‌ای عملکرد بهتری نسبت به نمونه‌برداری تصادفی ساده دارد. بنابراین با نظر به اینکه، طرح‌های نمونه‌برداری مطلوب باید بتوانند بیشینه اطلاعات را از یک نقطه جمع‌آوری نمایند، روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی از سایر روش‌های غیر انطباقی بهتر و موفق‌تر است. بر اساس نتایج روش خوشه‌ای انطباقی علاوه بر برآورد میانگین دقیق‌تر برای تعداد در هکتار و سطح تاج پوشش، درصد خطای آماربرداری کمتری را نیز نشان داد. روش نمونه‌بردارای منظم تصادفی به دلیل اینکه در یک شبکه منظم طراحی شده و پراکنش قطعات نمونه درسطح منطقه یکنواخت می‌باشد، نسبت به روش تصادفی ساده درصد خطای آماربرداری کمتری داشت. هر چند به دلیل تعداد کم قطعات نمونه برداشت‌شده و ناهمگنی توده تعداد در هکتار برآوردشده با روش‌های نمونه‌برداری از نظر آماری با مقدار واقعی آماربرداری ۱۰۰ درصد اختلاف داشت. روش خوشه‌ای انطباقی به دلیل انتخاب غیر متوالی قطعات نمونه اولیه، انجام نمونه‌برداری در اطراف قطعه‌نمونه اولیه و اینکه همه قطعات نمونه دارای درخت خشکیده در خوشه حضور دارند، نتایج مطلوب‌تری داشت و به نتایج آماربرداری ۱۰۰ درصد نزدیک‌تر بود. از نظر مقدار کارایی واریانس نیز همانگونه که در نتایج مشخص شد مقدار نسبی کارایی واریانس برابر ۰/۰۰۰۱۶۰۶ به دست آمد که کمتر از یک بوده و نشان می‌دهد که کارایی بهتر روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی نسبت به روش تصادفی ساده و منظم تصادفی می‌باشد. براون و مانلی (۶) در مطالعه‌ای با بررسی روش نمونه‌برداری خوشه‌ای در جنگل‌های کانادا، بر کارایی واریانس در این روش تأکید کردند که با نتایج این تحقیق هم‌راستا می‌باشد. نتایج این مطالعه به شکل غیرمستقیم تبیین‌کننده الگوی کپه‌ای پراکنش درختان در این منطقه بود، زیرا روش خوشه‌ای انطباقی برای بررسی جمعیت‌هایی که پراکنش کپه‌ای دارند طراحی شده است و در جمعیت‌هایی با پراکنش کپه‌ای نتایج مطلوب‌تری دارد. درختان زوال‌یافته تحت تأثیر الگوی توزیع عامل زوال که می‌تواند آفت و یا بیماری قارچی باشد و همچنین خرد زیستگاه‌هایی که مستعد ابتلا به زوال هستند معمولا به صورت مجتمع در کنار هم قرار می گیرند و شکل توزیع کپه‌ای از خود نشان می دهند. علاوه بر موارد ذکر شده شرایط نامناسب استقرار، فقر خاک یا شرایط توپوگرافی و همچنین تراکم درختان و میزان آلودگی به آفت در یک توده نیز بر روند الگوی پراکنش مؤثر است (۱۷). در نهایت، باتوجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان داشت استفاده از روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی از نظر صحت، زمان و هزینه نسبت به سایر روش‌های نمونه‌برداری برتری دارد. همچنین از آنجایی که آماربرداری در جنگل‌های زوال‌یافته بلوط گامی نخست در جهت شناخت درختان زوال‌یافته، عوامل ایجاد زوال و برنامه‌ریزی جهت مقابله با این پدیده می باشد، روش نمونه‌برداری خوشه‌ای انطباقی می‌تواند بعنوان مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری در این مناطق معرفی گردد و در مناطق مشابه مورد استفاده قرار گیرد، با وجود این روش می‌توان با صرف زمان و هزینه کمتر، اطلاعات جامع و دقیق‌تری از درختان زوال‌یافته بدست آورد و در برنامه‌ریزی جهت انجام اقدامات مناسب احیایی در این جنگل‌ها به کار گرفت.

منابع

1. Acharya, B., G. Bhatpara, A. De Gier and A. Stein. 2000. Systematic adaptive cluster sampling for the assessment of rare tree species in Nepal. Forest Ecology And Management, 137: 65- 73.
2. Ahmadi, A., B. Zolfaghari, R and M.R. Mirzaei. 2015. Ecology of Iranian Forests. 3(6): 19-27 (In Persian).
3. Anonymous, A. 2009. Forestry and water management of the Republic Serbia. The national forest inventory of the Republic of Serbia. Ministry of Agriculture, 120pp.
4. Brassel, P. and H. Lischke. 2001. Swis national forest inventory: Method and modeles of the second assessment, WSL Swiss federal research Institute publication, 336pp.
5. Brown, J.A., M. Mohammad Salehi, M. Moradi, B. Panahbehaghd and D.R. Smithe. 2013. Adaptive survey designs for sampling rare and clustered populations. Mathematics and Computers in Simulation, 93: 108-116.
6. Brown, J.A. and B.F.J. Manly. 1988. Restricted adaptive cluster sampling. Environmental and Ecoligical Statistices, 5: 49- 63.
7. Gattone, S.A. and T. Di Battista. 2011. Adaptive cluster sampling with a data driven stopping rule. Statistical Methods and Application, 20: 1-21.
8. Gattone, S.A., E. Mohamed and J.W. M. Wangi. 2013. Application of adaptive cluster sampling with a data-driven stopping rule to plant disease incidence. Journal of Phytopathology, 161:632-641.
9. Gattone, S.A., E. Mohamed and T. Di Battista. 2016. Adaptive cluster sampling with clusters selected without replacement and stopping rule. Environmental and Ecoligical Statistices. 23:453-46.
10. Hamzehpour, M., H. Kia-daliri and K. Bordbar. 2011. Preliminary study of manna oak (Quercus brantii Lindl.) tree decline in Dashte-Barm of Kazeroon, Fars province. . Iranian Journal of Forest and Poplar Research .9(2): 352-363 (In Persian).
11. Haidari , R.H., Gholami, M and S.M. Masomei. 2016. Study of Distance Sampling Methods Accuracy to Estimation of MediterraneanStinkbush Species (Anagyris Foetida L.) Density (Case Study: Forests of Kasakaran, Gilanegharb). Ecology of Iranian Forests. 4 (7): 26-34 (In Persian).
12. Karimi, A. 2012. Dynarkoh protected area of 0.(1392). Journal of Environment and Wildlife (52) (3) Page 38 -39.
13. Mielikäinen, K. and J. Hynynen. 2003. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe- boreal zone: case Finland. Journal of Environmental Management 67(1): 47-54.
14. Nimvari, J.E., M. Zobeyri, H. Sobhani and H.P. Zanganeh. 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): 383-396 (In Persian).
15. Smith, D.R., R.F. Villella and D.P. Lemarie. 2003. Application of adaptive cluster sampling to low-density populations of freshwater mussels. .Environmental and Ecoligical Statistices, 10:7-5.
16. Southwood, T.R.E. and P.A. Henderson. 2000. Ecological methods. Blackwell scienc., 575 pp.
17. Shariati Najaf Abadi, H., A. Soltani, Z. Saeidi and S. Gorjestani Zadeh. 2016. Study of spatial distribution of the Hawthorn (Crataegus monogyna) treesattacked by orchard ermine(yponomeuta padella) in Bazoft forests of chaharmahal and Bakhtiari Province.Iranian journal of Applied Ecology, 4(14): 39-49 (In Persian).
18. Talvitie, M., O. Leino and M. Holopainen. 2006. Inventory of sparse forest populations using adaptive cluster sampling. Silva Fennica, 40: 101-108.
19. Thompson, S.K. 1990. Adaptive cluster sampling. Journal of the American Statistical, 10:50-59.
20. Wagner, D.L., M.W. Nelson and D.F. Schweitzer. 2011. Scrublands lepidopt of southern New England and southeastern New York": Ecology conservation and management, 185:95-112.
21. Yang, H. 2011. New adaptive plot designs for sampling rare and clustered populations. George-AugustUniverstiy Goettingen.
22. Zobeiri, M. 2002. Forest Biometry, Tehran University Press. 411 pp (In Persian).

The Appropriate Sampling Method for Estimating Density and Crown Canopy of Declined Oak Stands in Dinarkooh Protected Forest, Abdanan, Ilam

Zahra Esmaeeli[1], Babak Pilehvar[2], Abdolah Kaboodi[3] and Zahra Mirazadi[4]

1and 4- M.Sc. and Ph.D. of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and natural resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran
2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and natural resources, Lorestan University, Khorramabad (Corresponding author: pilehvar.b@lu.ac.ir)
3- Graduated M.Sc. of Land Use Planning, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: March 11, 2018 Accepted: May 8, 2018

Abstract

Oak decline as one of the most important environmental problems of Zagros forests, requires proper management to decrease trees dieback and mitigate its effects. This study aimed to find the best sampling method for estimating density and crown canopy of declined oak trees in Zagros Forests. All declined trees in an area of 100 ha of Dinarkooh protected forest were surveyed and trees density, geographical coordinates and their canopy covers were measured and recorded. Then digital map of all trees were made and in order to assess alternative sampling methods with a constant sampling intesity 3% three alternative adaptive cluster, systematic random and random sampling were mapped using 30 sampling 10 Ar plots and the above mentioned data on trees were measured on the map.Results of accuracy criterion, showed superiority of adaptive cluster sampling method to the other methods, for estimating the density and canopy cover of declined trees (5 and 4.76% error of estimate for density and crown canopy respectively). Since adaptive cluster sampling method is designed for sampling of the populations with clump distribution it can be concluded that declined oak trees follow cluster distribution and this sampling method can be recommended as a proper method for estimating declined oak trees in Zagros forest.

Keywords: Crown Canopy, Density, Efficiency, Oak Decline, Sampling