

## بررسی چهار روش نمونه برداری به منظور برآورد سطح تاج پوشش در جنگلهای بلوط زاگرس (مطالعه موردی جنگلهای مهران شهرستان یاسوج)

اصغر فلاح<sup>۱\*</sup>، محمود زبیری<sup>۲</sup>، امین رحیمی پور سی سخت<sup>۳</sup> و حامد نقوی<sup>۴</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. پست الکترونیکی: fallaha2007@yahoo.com

۲- استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم کشاورزی، دانشگاه مازندران، ساری

۴- دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۵

### چکیده

به منظور بررسی و تعیین روش نمونه برداری مناسب برای جنگلهای بلوط یاسوج با توجه به مشخصه دقت آماربرداری (مقدار خطای قابل قبول) و صحت برای مشخصه سطح تاج پوشش در هکتار، چهار روش آماربرداری منظم تصادفی با قطعات نمونه مستطیلی، خط نمونه، نواری و نمونه برداری با مونه بندی (استراتیفیکاسیون) انتخاب و عملکرد آنها در جنگل مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا یک آماربرداری صددرصد در منطقه ای به وسعت ۱۰۰ هکتار از جنگلهای منطقه مهران یاسوج انجام شد و مشخصات جغرافیایی تمامی درختان توسط دستگاه GPS ثبت گردید. سپس با انتقال اطلاعات حاصل از آماربرداری صددرصد به رایانه، جایگاه درختان در نقشه رقومی منطقه مشخص گردید و روشهای آماری مذکور به وسیله کامپیوتر در نرم افزارهای AutoCAD، ArcView و ArcInfo در ۳۰ تکرار اجرا و مقادیر بدست آمده با مقادیر بدست آمده از آماربرداری صددرصد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین واقعی سطح تاج پوشش (حاصل از آماربرداری صددرصد) برابر است با ۲۲۵۷ مترمربع در هکتار و در روشهای آماری منظم تصادفی، خط نمونه با طول ثابت، نواری و استراتیفیکاسیون این مقدار به ترتیب برابر با ۲۳۹۰، ۲۲۲۰، ۱۹۹۵ و ۲۳۴۱ مترمربع در هکتار می باشد. محاسبه حدود اعتماد در هر چهار روش نشان داد که حدود اعتماد محاسبه شده برای مشخصه سطح تاج پوشش در هکتار، میانگین واقعی جامعه را در برمی گیرد. با در نظر گرفتن مقدار درصد خطای آماربرداری مشخص شد این مقدار در روشهای منظم تصادفی، خط نمونه و مونه بندی به ترتیب برابر با ۱۸، ۴ و ۱۴ درصد می باشد، با توجه به این که در روش نواری، آماربرداری مبتنی بر اصول آماری نمی باشد، نمی توان درصد خطا و حدود اعتماد (E) را محاسبه نمود، بنابراین برای مقایسه این روش فقط میانگین سطح تاج پوشش بدست آمده در این روش با سایر روشها مقایسه شد. همچنین بررسی میزان صحت نتایج بدست آمده از روشهای مختلف نشان داد که نتایج بدست آمده از روش خط نمونه دارای بیشترین میزان صحت و نتایج بدست آمده از روش نواری دارای کمترین میزان صحت هستند. بنابراین روش خط نمونه به عنوان مناسبترین روش در اینگونه جنگلها معرفی می گردد.

**کلمات کلیدی:** نمونه برداری، تاج پوشش، منظم تصادفی، خط نمونه، نواری، مونه بندی.

### مقدمه

عرض متوسط ۲۰۰ کیلومتر از کشور ایران را می پوشاند. جنگلهای زاگرس تحت عنوان جنگلهای نیمه خشک طبقه بندی گردیده و با مساحتی بیش از ۵ میلیون هکتار

رویشگاه زاگرس بخش وسیعی از رشته کوههای زاگرس را شامل می گردد که منطقه ای با طول ۱۳۰۰ و

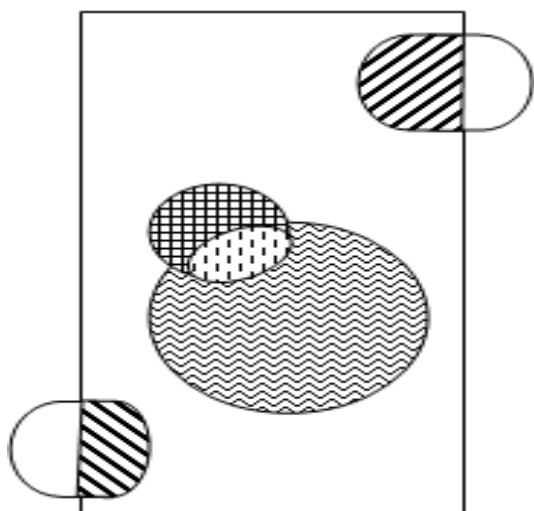
تمامی روشهای این مطالعه، روش دایره‌ای ده آری هم برای برآورد تعداد در هکتار و هم برای برآورد درصد تاج‌پوشش مناسبترین روش (با توجه به معیار  $T \times E^2$ ) می‌باشد. (Eshagh Nimvari et al., 2003) با مقایسه دو روش نمونه‌برداری سیستماتیک تصادفی با قطعات دایره‌ای و روش ترانسکت از نظر دقت و هزینه در جنگلهای بلوط غرب به این نتیجه رسیدند که بین نتایج بدست آمده از دو روش یاد شده در برآورد تعداد در هکتار و سطح تاج‌پوشش با نتایج آماربرداری صددرصد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد و روش ترانسکت با توجه به حاصل‌ضرب مجذور اشتباه آماربرداری در زمان کل مناسب‌تر است. Alijanpour (2000) با مقایسه سه روش آماربرداری با قطعات نمونه دایره‌ای، مستطیلی و خط نمونه در جنگلهای ارسباران، روش آماربرداری با بکارگیری خط نمونه را به‌عنوان روش آماربرداری بهینه در جنگلهای ارسباران معرفی نمود.

Lisa (2002) در شمال شرق اورگن برای ارزیابی کارایی دو روش نمونه‌برداری خطی و نمونه‌برداری نواری برای برآورد تراکم، درصد تاج‌پوشش، طول و وزن گرده-بینه‌ها ۱۷ توده سوزنی‌برگ را انتخاب کرد، نتایج او نشان داد که بین دو روش اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. Spark and Masters (2002) با مقایسه ۶ روش نمونه-برداری با قطعات با شعاع‌های ۳/۶۴ متر و ۵/۶۴ متر، قطعات مربعی با نقطه مرکزی، قطعات با شعاع متغیر، ترانسکت نواری و قطعات مربعی با ۱۰×۱۰ در سه توده جنگلی در مناطق جنوب شرقی اوکلاهما به این نتیجه رسیدند که قطعات با شعاع ثابت از نظر زمانی مناسبترین روش بوده و بیشترین دقت را بدون توجه به اندازه درخت دارند، البته برای درختان با قطر زیاد و در توده-های متراکم در عین حال که این روش دقت مناسبی دارد ولی زمان کارایی آن را محدود می‌نماید. بنابراین پیشنهاد دادند که از قطعات با شعاع ثابت برای درختان کوچک و از قطعات با شعاع متغیر برای درختان با قطر بیشتر استفاده گردد و در مناطقی با تراکم گوناگون و اندازه تنه‌های مختلف استفاده از روشهای قطعات ثابت و متغیر مناسبتر

سطحی معادل ۴۰ درصد از جنگلهای کشور ایران را به خود اختصاص داده و بیشترین تأثیر را در تأمین آب، حفظ خاک، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی منطقه دارند (Sagheb Talebi et al., 2005). امروزه به اثبات رسیده که لازمه هرگونه مدیریت و برنامه-ریزی اصولی داشتن اطلاعات کمی و کیفی مناسب از زیرمجموعه مدیریت است. به این دلیل آماربرداری جنگل به‌منظور برآورد وضعیت موجود و برنامه‌ریزی برای آینده نقش اساسی را بر عهده دارد (Eshagh Nimvari et al., 2003). از آنجایی که پوشش گیاهی در نواحی زاگرس قادر به تولید چوب قابل استفاده در صنایع نیست (Jazirehi and Ebrahimi Rostaghi, 2003)، بنابراین نمی‌توان حجم را به‌عنوان یک عامل بررسی و اندازه‌گیری مورد استفاده قرار داد. در نتیجه باید از مشخصه دیگری مانند میزان تاج‌پوشش برای اندازه‌گیری و کنترل تغییرات کمک گرفت. منظور از تاج‌پوشش سطحی از زمین است که بوسیله تاج درختان و درختچه‌های مختلف پوشیده می‌شود. از این شاخص برای قضاوت در مورد تراکم و غنای گیاهی، میزان رقابت در توده و یکی از مشخصه‌های برآورد حجم توده استفاده می‌شود (Rudnicki et al., 2004). در نیمه دوم قرن بیستم استفاده از ابزارهایی مانند تئوریهای آماری، رایانه، ابزارهای لیزری و GIS توانسته مشکلات زیادی را در زمینه اندازه‌گیری جنگل حل کند (Husch et al., 2003). بنابراین در این تحقیق سعی شد با استفاده از شبیه‌سازی جنگل به بررسی میزان کارایی داده-های بدست آمده از روشهای نمونه‌برداری سیستماتیک تصادفی، خط نمونه، نواری و مونه‌بندی در برآورد سطح تاج‌پوشش در جنگلهای زاگرس پرداخته شود.

Erfanifard et al. (2006) با استفاده از شبیه‌سازی جنگل به تعیین شکل و مساحت قطعه نمونه در برآورد سطح تاج‌پوشش در جنگلهای زاگرس پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که قطعه نمونه‌های دایره‌ای شکل با مساحت ۸ آر از سایر قطعات مناسب‌ترند. Heidary (2006) به بررسی روشهای مختلف آماربرداری فاصله‌ای، خطی و قطعات دایره‌ای ۱۰ آری در جنگلهای منطقه سرخه دیزه کرمانشاه پرداخت. نتایج بدست آمده نشان داد در بین

سپس جایگاه هر درخت در هر قطعه با استفاده از آزیموت و فاصله آن درخت از رأس جنوب غربی قطعات مشخص شد. برای مشخص کردن موقعیت تاج درختان بر روی نقشه از دایره‌هایی استفاده شد که شعاع آنها برابر با شعاع متوسط تاج درخت‌ها بود. با توجه به این که مشخصه مورد بررسی در این تحقیق سطح تاج پوشش در هکتار است، پس از پردازش اطلاعات در محیط برنامه ArcInfo لایه‌ای مربوط به تاج درختان دانه‌زاد و تاج درختان شاخه‌زاد بر روی هم قرار داده شده و در محیط ArcView به نمایش درآمد. سپس قسمتهایی از تاج درختان که پوشش مشترک داشتند حذف و در حقیقت فقط یکبار در محاسبات وارد شد (شکل ۱).



شکل ۱- نحوه اندازه‌گیری سطح تاج درختان درون قطعه نمونه و حذف تاج پوشش مشترک

### شبیه‌سازی روشهای مختلف نمونه‌برداری روش منظم تصادفی

در این روش با توجه به شرایط منطقه مطالعه از یک شبکه نمونه‌برداری با ابعاد  $80 \times 125$  متر و قطعات نمونه مستطیلی شکل با مساحت ۲۰ آر به ابعاد  $20 \times 100$  متر استفاده شد. این عملیات بر روی نقشه رقومی منطقه و در لایه‌ای جداگانه و در ۳۰ تکرار با نقطه شروع تصادفی انجام شد. تعداد کل قطعات در هر یک از تکرارها ۱۰۰ عدد بود که با توجه به جایگاه نقطه شروع تصادفی هر

است. (Paulo et al. (2005) با بررسی نتایج حاصل از سه روش نمونه‌برداری زیگزاگی، قطعات با شعاع ثابت و n درختی در توده‌های بلوط چوب پنبه (Cork oak) در کشور پرتغال به این نتیجه رسیدند که نتایج بدست آمده از روش قطعات با شعاع ثابت دارای کمترین میزان اریبی است.

### مواد و روشها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه این تحقیق به وسعت یکصد هکتار در شمال شهرستان یاسوج و در ضلع شمالی جاده یاسوج به اقلید انتخاب شد. طول و عرض جغرافیایی منطقه بین  $33^{\circ}9'48.88''$  تا  $33^{\circ}9'48.88''$  شمالی و  $55^{\circ}6'11.11''$  تا  $55^{\circ}7'11.11''$  شرقی براساس سیستم UTM قرار دارد. حداقل ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۹۲۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۲۰۰ متر می‌باشد. در منطقه مورد بررسی یک تیپ جنگلی (بلوط ایرانی) وجود دارد و وضعیت پوشش گیاهی منطقه که جزء جنگلهای زاگرس محسوب می‌شود، تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و همچنین جهات جغرافیایی است.

#### روش تحقیق

به‌منظور انجام این تحقیق ابتدا در منطقه یک آماربرداری صددرصد انجام شد. برای سهولت در اجرای آماربرداری صددرصد و جلوگیری از بروز اشتباه، کل عرصه به قطعاتی مربع شکل به مساحت ۴۰۰ مترمربع تقسیم شد. در این آماربرداری مشخصاتی مانند نوع گونه، قطر برابر سینه درختان دانه‌زاد، قطر کوچک و بزرگ تاج کلیه درختان (دانه‌زاد و شاخه‌زاد)، تعداد جست‌های موجود در یک جست‌گروه و فاصله افقی و آزیموت از شمال مغناطیسی کلیه درختان از یک نقطه مشخص (گوشه جنوب‌غربی قطعات مربعی شکل) در فرم‌های آماربرداری ثبت شد. سپس اطلاعات موجود در فرم‌های آماربرداری وارد محیط نرم‌افزار EXCEL شد.

در مرحله بعد با استفاده از نقشه رقومی منطقه و مختصات رأس جنوب غربی قطعات مربعی شکل، موقعیت هر قطعه در محیط AutoCAD مشخص شد.

### اجرای آماربرداری نواری

برای اجرای آماربرداری نواری ابتدا محور مرکزی نوارها با شروع تصادفی بر روی نقشه جنگل مشخص شد. در این تحقیق با توجه به این که برای سایر روشها (خط نمونه و منظم تصادفی) ۳۰ شبکه و در واقع ۳۰ تکرار آماربرداری داریم، در این روش نیز ۳۰ تکرار اجرا شد که تعداد نوارها در هر تکرار ۴ تا ۶ عدد، عرض نوارها ۱۰ متر و طول هر نوار ۱۰۰۰ متر (طول کل جنگل مورد مطالعه) بود. شبکه‌ای که با استفاده از آن جایگاه محور مرکزی نوارها مشخص شد همان شبکه استفاده شده در روشهای قبلی است. بنابراین در این روش نیز برای هر تکرار یک نقطه شروع بصورت تصادفی داریم که همان نقطه شروع در شبکه‌های قبلی است و تعداد نوارها با توجه به جایگاه نقطه تصادفی بین ۴ تا ۶ نوار در تکرارهای مختلف بوده است. با توجه به این که کلیه اطلاعات جنگل در نقشه رقومی منطقه موجود می‌باشد، در این روش نیز نیازی به مراجعه به جنگل و آماربرداری نیست و کلیه عملیات به‌وسیله رایانه انجام شد.

بدین منظور در محیط AutoCAD با توجه به شبکه‌های قبلی، ابتدا محور مرکزی نوارها از محل نقطه شروع تصادفی پیاده شد و سپس نوارهایی به عرض ۱۰ متر و طول ۱۰۰۰ متر (با توجه به شکل مربعی منطقه مورد مطالعه با اضلاع ۱۰۰۰ متری) ترسیم شد و در هر نوار اندازه‌گیری انجام شد (نوارها در ۳۰ تکرار و در لایه‌های جداگانه ترسیم می‌شوند که با نام Strip و اندیس ۱-۳۰ مشخص شده است).

### محاسبات لازم در روش نواری

سطح تاج‌پوشش در هکتار هر نوار با رابطه ۲ محاسبه شد (Zobeiri, 2002).

$$CC_i = \frac{CC}{S_i} \quad \text{رابطه ۲}$$

تکرار جایگاه قطعات نیز متفاوت بود و به همین علت در بعضی تکرارها که بخشی از قطعات بیرون از محدوده قرار گرفته بود به روش آینه‌ای آن بخش از قطعات درون محدوده بازسازی گردید و مجدداً اندازه‌گیری شد. سپس مساحت تاج درختان هر قطعه نمونه با استفاده از نرم‌افزارهای ArcInfo، ArcView و AutoCAD محاسبه شد.

### روش خط نمونه

طول خط نمونه‌ها در این روش ۱۰۰ متر و فاصله بین آنها ۵۰ متر می‌باشد. برای رسم خط نمونه‌ها بر روی نقشه در محل تلاقی اضلاع شبکه ۸۰×۱۲۵ متر در جهت ضلع ۱۲۵ متری شبکه پاره خط‌هایی به طول ۱۰۰ متر ترسیم شد. برای این منظور از دستور Line در محیط AutoCAD استفاده شد. تعداد خط نمونه‌ها با توجه به شبکه در هر یک از تکرارها ۱۰۰ عدد می‌باشد. این عملیات بر روی نقشه رقومی منطقه و در لایه‌ای مجزا ترسیم و ذخیره شد.

با توجه به این که ۳۰ شبکه به‌منظور داشتن ۳۰ تکرار داریم، در این قسمت نیز ۳۰ تکرار خط نمونه داریم که تحت عنوان Transect با اندیس ۱ تا ۳۰ نامگذاری شده است و تعداد خط نمونه‌ها در هر تکرار ۱۰۰ عدد بود. سپس مساحت تاج درختان که خط نمونه را قطع کردند با استفاده از نرم‌افزارهای ArcInfo، ArcView و AutoCAD محاسبه شد، و با استفاده از مساحت تاج هر درخت قطر متوسط تاج هر درخت محاسبه شد.

برای برآورد سطح تاج‌پوشش در هکتار هر خط نمونه از رابطه ۱ استفاده شد (Zobeiri, 2002).

$$CC_j = \frac{2500 * \pi * \sum_1^{n_{ij}} \overline{CD}_{ij}}{L} \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن  $CC_j$ : سطح تاج‌پوشش در هکتار هر خط نمونه،  $\overline{CD}_{ij}$ : متوسط قطر تاج درخت  $i$  در خط نمونه  $j$  به متر،  $n_{ij}$ : تعداد درختانی که تصویر تاج آنها خط نمونه  $j$  را قطع می‌کند و  $L$ : طول خط نمونه به متر است.

## محاسبات در روش نمونه‌بندی

محاسبه میانگین سطح تاج‌پوشش در هر نمونه  
(Zobeiri, 2002):

$$\overline{cc_j} = \frac{\sum cci}{ni(nj-1)} \quad \text{رابطه ۴}$$

محاسبه اشتباه معیار سطح تاج‌پوشش در هر نمونه به  
مترمربع (Zobeiri, 2002):

$$S_{\overline{cc_i}} = \sqrt{\frac{\sum cc_{ij}^2}{n_j(nj-1)}} \quad \text{رابطه ۵}$$

محاسبه میانگین سطح تاج پوشش در کل جنگل به  
مترمربع (Zobeiri, 2002):

$$\overline{cc} = \sum_{j=1}^M \left( \frac{N_j}{N} \times \overline{cc_i} \right) \quad \text{رابطه ۶}$$

محاسبه اشتباه معیار کل جنگل به مترمربع (Zobeiri, 2002):

$$S_{\overline{cc}} = \sqrt{\sum_{j=i}^M \left[ \left( \frac{N_j}{N} \right)^2 \times S_{\overline{cc_j}}^2 \right]} \quad \text{رابطه ۷}$$

محاسبه اشتباه آماربرداری به مترمربع (Zobeiri, 2002):

$$E = t \times \overline{S_{cc}} \quad \text{رابطه ۸}$$

درصد اشتباه آماربرداری (Zobeiri, 2002):

$$E\% = \frac{E}{\overline{cc}} \times 100 \quad \text{رابطه ۹}$$

که در آن  $CC$ : سطح تاج‌پوشش در هر نوار و  $S_i$ : مساحت هر نوار به هکتار می‌باشد.

برای محاسبه میانگین سطح تاج‌پوشش در هکتار برای تمام جنگل از رابطه ۳ استفاده می‌شود (Zobeiri, 2002).

$$\overline{CC} = \frac{\sum Si.CCi}{\sum Si} \quad \text{رابطه ۳}$$

که در آن  $\overline{CC}$ : میانگین سطح تاج‌پوشش در هر هکتار جنگل (مترمربع) و  $S_i$  = سطح هر نوار به هکتار است.

با توجه به این که این روش آماربرداری مبتنی بر اصول آماری نمی‌باشد، نمی‌توان درصد خطا و حدود اعتماد (E) را محاسبه نمود. بنابراین برای مقایسه، فقط میانگین به دست آمده از سطح تاج‌پوشش در این روش با سایر روش‌ها مقایسه می‌شود.

## روش نمونه‌بندی

به منظور نمونه‌بندی از روش تقسیم به نسبت (Proportional Allocation) استفاده شد. به این منظور با استفاده از نقشه رقومی تهیه شده از داده‌های آماربرداری صددرصد، منطقه تحقیق از نظر درصد تاج‌پوشش به سه طبقه ۰-۵، ۶-۲۵ و بالای ۲۵ درصد تقسیم شد. این روش آماری پس از نمونه‌برداری به روش منظم تصادفی اجرا شد. بنابراین سطح قطعه نمونه و شبکه آماربرداری در این روش نیز همانند روش منظم تصادفی است (سطح قطعه نمونه ۲۰۰۰ مترمربع و شبکه آماربرداری ۸۰×۱۲۵ متر). در این بخش فقط لازم است مشخص شود هر یک از قطعات نمونه برداشت شده در روش سیستماتیک تصادفی در کدام یک از نمونه‌ها واقع‌اند. بدین منظور در محیط AutoCAD محدوده هر نمونه با استفاده از دستور Poly line ترسیم شد. در محیط ArcView، با باز نمودن لایه مربوط به قطعات نمونه (سیستماتیک) لایه مربوط به نمونه‌ها نیز به ترتیب بروی این لایه قرار داده شد تا معلوم شود هر یک از قطعات نمونه در کدام یک از نمونه‌ها جای می‌گیرند. در این روش نیز با داشتن ۳۰ تکرار، محاسبات زیر برای هر یک از تکرارها انجام شد.

محدوده مورد مطالعه ۸۶/۲، میانگین تعداد در هکتار عناصر دانه‌زاد ۳۵/۲ و میانگین تعداد در هکتار عناصر شاخه‌زاد ۵۱ اصله می‌باشد.

با توجه به نتایج فوق مشاهده می‌شود که جنگل مورد بررسی یک جنگل شاخه و دانه‌زاد می‌باشد که درصد هر یک از فرمهای پرورشی به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱- تعداد و درصد عناصر دانه‌زاد و شاخه‌زاد جنگل مورد

بررسی		
فرم پرورشی	تعداد	درصد
دانه‌زاد	۳۵۲۰	۴۱
شاخه‌زاد	۵۱۰۰	۵۹
جمع	۸۶۲۰	۱۰۰

با بررسی نتایج آماربرداری صددرصد منطقه مشخص شد که ۹۷ درصد درختان منطقه بلوط ایرانی و ۳ درصد مربوط به سایر گونه‌ها می‌باشد (جدول ۲). همچنین با توجه به نتایج آماربرداری صورت گرفته مشخص شد که میانگین سطح تاج‌پوشش در هکتار درختان منطقه ۲۲۵۷ مترمربع در هکتار (۲۲/۵۷ درصد) می‌باشد.

جدول ۲- فراوانی و درصد درختان و جست گروه‌ها براساس نوع گونه

گونه	بلوط	بنه	زالزالک	کیکم	ارژن	جمع
تعداد درخت و جست گروه	۸۳۶۱	۱۲۹	۸۶	۲۶	۱۸	۸۶۲۰
درصد	۹۷	۱/۵	۱	۰/۳	۰/۲	۱۰۰

برآورد شده در روش ترانسکت دارای کمترین تفاوت با سطح تاج‌پوشش واقعی و سطح تاج‌پوشش در هکتار برآورد شده در روش نواری دارای بیشترین تفاوت با سطح تاج‌پوشش واقعی می‌باشد (شکل ۲).

اجزای روابط فوق عبارتند از  $\overline{CCj}$ : میانگین سطح تاج‌پوشش در مونه  $j$ ،  $N_j$ : تعداد مونه قابل برداشت در مونه  $j$  (از تقسیم سطح مونه  $j$  به سطح پلات (۲۰۰۰ مترمربع) حاصل می‌گردد)،  $CC_{ij}$ : سطح تاج‌پوشش درخت  $i$  در مونه  $j$ ،  $N$ : تعداد کل قطعات قابل برداشت (از تقسیم کل مساحت به مساحت یک پلات (۲۰۰۰ مترمربع) حاصل می‌گردد)،  $S_{ca}^-$ : اشتباه معیار سطح تاج‌پوشش در مونه  $j$ ،  $CC$ : میانگین سطح تاج‌پوشش جنگل،  $S_{cc}^-$ : اشتباه معیار سطح تاج‌پوشش در کل جنگل و  $M$ : تعداد مونه.

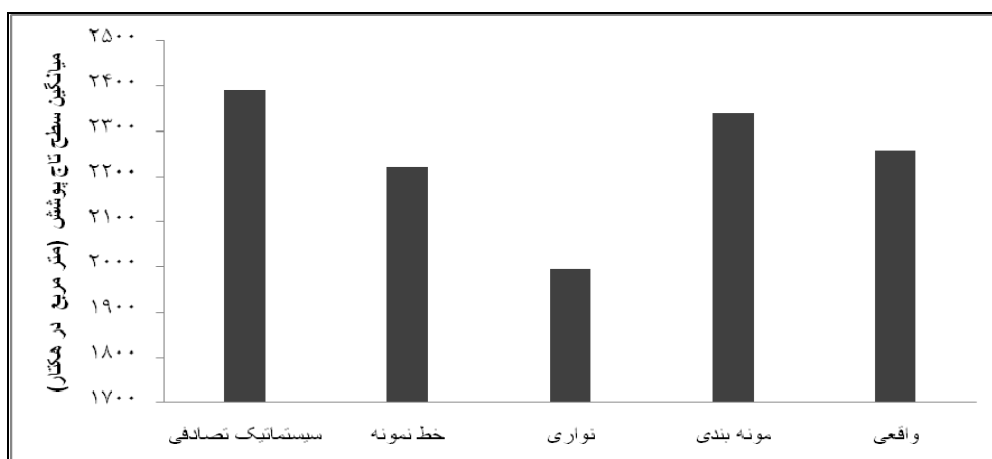
کلیه محاسبات برای سطح تاج‌پوشش در قطعات، به مترمربع است. با ضرب نتایج حاصل در عدد ۵، به مترمربع در هکتار تبدیل می‌شود.

## نتایج

نتایج آماربرداری صددرصد نشان داد که تعداد کل درختان و جست‌گروه‌های شمارش شده در سطح محدوده مورد بررسی (۱۰۰ هکتار) ۸۶۲۰ درخت و جست‌گروه می‌باشد که از این تعداد ۳۵۲۰ اصله مربوط به عناصر دانه‌زاد و ۵۱۰۰ اصله مربوط به عناصر شاخه‌زاد می‌باشد، بنابراین میانگین تعداد در هکتار درخت و جست‌گروه در

## مقایسه میانگین سطح تاج‌پوشش جنگل در روش‌های مختلف

مقایسه میانگین سطح تاج‌پوشش در هکتار برآورد شده در هر یک از روشهای نمونه‌برداری با نتایج آماربرداری صددرصد نشان داد که میانگین سطح تاج‌پوشش در هکتار



شکل ۲- میانگین سطح تاج پوشش در هکتار برآورد شده در روشهای مختلف

نتایج بدست آمده روش ترانسکت دارای کمترین میزان درصد اشتباه نمونه‌برداری (۴ درصد) و روش منظم تصادفی دارای بیشترین میزان درصد اشتباه نمونه‌برداری (۱۸ درصد) می‌باشند. همانگونه که در قسمت روش تحقیق بیان شد روش نواری به علت اینکه از قواعد آماری پیروی نمی‌کند، نمی‌توان درصد خطا و حدود اعتماد (E) را برای آن محاسبه نمود (جدول ۳).

### بررسی مشخصات آماری سطح تاج پوشش برآورد شده در روشهای مختلف نمونه‌برداری

بررسی مشخصات آماری میزان متوسط سطح تاج پوشش در هکتار برآورد شده در روشهای مختلف نمونه‌برداری نشان داد که حدود اعتماد محاسبه شده برای متوسط سطح تاج پوشش در هکتار برای کلیه تکرارها میانگین واقعی جامعه را دربرمی‌گیرد. همچنین با توجه به

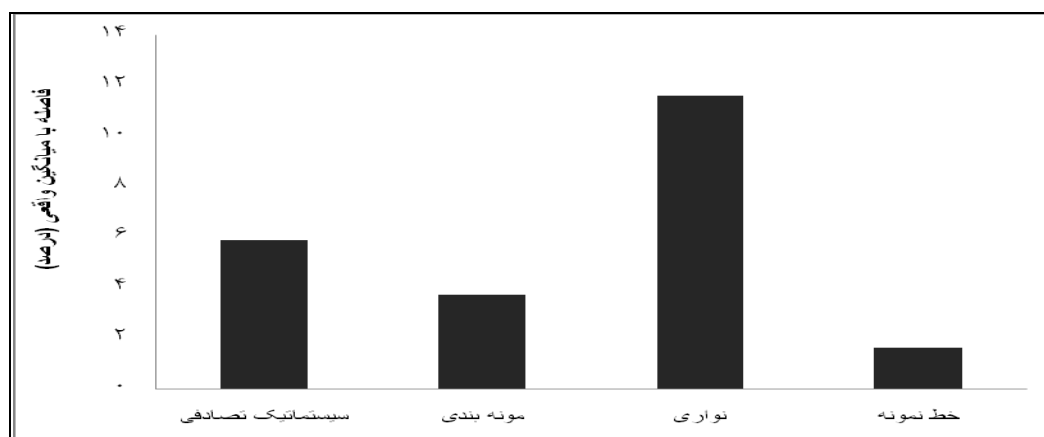
جدول ۳- مشخصات آماری سطح تاج پوشش در هکتار برآورد شده در روشهای مختلف نمونه‌برداری

روش نمونه‌برداری	میانگین سطح تاج پوشش (مترمربع در هکتار)	فاصله با میانگین واقعی	درصد اشتباه نمونه‌برداری
منظم تصادفی	۲۳۹۰	۱۳۳	۱□
ترانسکت	۲۲۲۰	۳۷	□
نواری	۱۹۹۵	۲۶۲	*
استراتیفیکاسیون	۲۳۴۱	۸۴	۱□

کمترین میزان فاصله با میانگین واقعی (۱/۱۶۴٪) و بیشترین میزان صحت و نتایج بدست آمده از روش نواری دارای بیشترین میزان فاصله با میانگین واقعی (۱۱/۶۱٪) و کمترین میزان صحت هستند (شکل ۳).

در نهایت میزان صحت نتایج بدست آمده از روشهای نمونه‌برداری از رابطه زیر محاسبه شد (Southwood and Henderson, 2000).

رابطه ۱۰  $100 \times [\text{واقعیت} / (\text{واقعیت} - \text{برآورد})]$   
 که نتایج بدست آمده از روش ترانسکت دارای



شکل ۳- میزان صحت نتایج بدست آمده از روشهای نمونه برداری در برآورد سطح تاج پوشش

سطح تاج پوشش در هکتار میانگین واقعی جامعه را در برمی گیرد. در این زمینه Eshagh Nimvari *et al.* (2003) و Naghavi (2009) نیز به نتایج مشابهی رسیدند. همچنین نتایج تحقیقات Eshagh Nimvari *et al.* (2003)، Nouki (2004)، Heidary (2006) و Naghavi *et al.* (2009) نشان دادند که بین نتایج بدست آمده از روش خط نمونه در برآورد سطح تاج پوشش و آماربرداری صد درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد. بررسی میزان درصد اشتباه آماربرداری نتایج بدست آمده از روشهای نمونه برداری در برآورد سطح تاج پوشش نشان داد که روش خط نمونه دارای کمترین اشتباه و روش منظم تصادفی با قطعات ۲۰ آری دارای بیشترین اشتباه هستند. با توجه به دستورالعمل تهیه طرحهای جنگل داری چند منظوره جنگلهای خارج از شمال حداکثر میزان خطای قابل قبول در آماربرداری این مناطق ۲۰ درصد می باشد که با توجه به این موضوع نتایج بدست آمده از روشهای مختلف در نمونه برداری از منطقه قابل قبول بوده و از این روشهای نمونه برداری در منطقه می توان استفاده نمود (Anonymous, 2003). Eshagh Nimvari *et al.* (2003) و Naghavi *et al.* (2009) میزان اشتباه نمونه برداری قطعات ۲۰ آری را در نمونه برداری از جنگلهای بلوط غرب را به ترتیب ۱۴/۱ و ۱۲/۲۸ درصد برای برآورد

### بررسی مسئله هزینه در روشهای نمونه برداری

با توجه به اینکه در این تحقیق بعد از انجام آماربرداری صد درصد و بازیابی اطلاعات در نرم افزارهای ذکر شده از روش شبیه سازی روشهای نمونه برداری استفاده شد، بنابراین محاسبه دقیق هزینه های مربوط به روشهای مورد نظر غیرممکن به نظر می رسد. ضمناً نتایج این تحقیق نشان داد که نتایج بدست آمده از روش خط نمونه دقیق تر از سایر روش هاست و با توجه به اینکه اجرا کردن روش خط نمونه در مقایسه با سایر روشها نیاز به زمان کمتری دارد؛ بنابراین میزان  $E\% \times T$  (حاصل ضرب مجذور درصد خطای آماربرداری در زمان روش نمونه برداری مورد نظر) در روش خط نمونه نیز کمتر از سایر روشهاست، در نتیجه این روش مناسبتر از سایر روشهاست.

### بحث

با توجه به نتایج بدست آمده، جنگل منطقه مطالعه یک توده خالص بلوط ایرانی با مبدأ زادآوری شاخه و دانه زاد می باشد. میانگین سطح تاج پوشش در هر هکتار ۲۲۵۷ مترمربع بوده و میانگین درصد تاج پوشش ۲۲/۵۷ درصد می باشد. نتایج این بررسی نشان داد که حدود اعتماد برآورد شده برای چهار روش نمونه برداری در محاسبه



نیز ذکر این نکته ضروریست که مشخص شدن میزان صحت یک روش نمونه‌برداری تنها زمانی میسر است که میانگین واقعی مشخصه‌های مورد بررسی در جامعه آماری تعیین شود یا به عبارت دیگر تعیین میزان صحت نیاز به آماربرداری صددرصد جامعه آماری دارد و تعیین میزان صحت قبل از آماربرداری صددرصد یک منطقه امری غیرممکن می‌باشد. بنابراین برای انتخاب یک روش نمونه‌برداری با صحت زیاد باید از نتایج کارهای تحقیقاتی که قبلاً میزان صحت را تعیین کرده‌اند استفاده نمود.

سطح تاج‌پوشش در هکتار محاسبه نمودند، که میزان اشتباه نمونه‌برداری این تحقیق در برآورد سطح تاج پوشش در هکتار اندکی بیشتر از تحقیق ایشان برآورد شده است که به نظر می‌رسد این میزان تفاوت به علت تفاوت در ماهیت جنگلهای سه منطقه باشد. البته بررسی میزان صحت نتایج بدست آمده از روشهای مختلف نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین میزان صحت مربوط به روش ترانسکت و کمترین میزان صحت مربوط به روش نواری است. در مورد تعیین صحت روشهای نمونه‌برداری

## منابع مورد استفاده

### References

- Alijanpour, A., 2000. An investigation of the best statistic sampling method in forests of Arasbaran. Thesis submitted for the degree of MSc. in forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 160 p.
- Anonymous, 2003. Manual of forestry plan preparation for out of north forests. 12 p.
- Eshagh Nimvari, J., Zobeiri, M., Sobhani, H. and Zangeneh, H.P., 2003. 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.
- Erfanifard, S.Y., Fegghi, J., Zobeiri, M. and Namiranian, M. 2006. Determining suitable area and shape of sample plot for crown cover estimation using forest simulation in Zagros Region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14 (4): 360-370.
- Jazirehi, M.H. and Ebrahimi Rostaghi, M., Silviculture in Zagros. University of Tehran Press, 560 p.
- Heidary, R.H., 2006. Study the Different Distance Sampling Methods in the Zagross Forest (Case Study: Sorkhehdizeh at Kermanshah Province), Thesis Submitted For The Degree of MSc. in Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 116 p.
- Husch, B., Beers, T. and Kershaw, J., 2003. Forest Mensuration. Published by John Wiley and Sons, 443 p.
- Lisa, J.B., 2002. Accuracy and efficiency of methods to sample logs wildlife research and management. USDA forest Gen. Tech., PSW-GTR: 181-185.
- Naghavi, H., 2008. Comparison the Accuracy of Fixed Plot and Transect Sampling Methods in Zagros Forests Inventory (Case study: khoramabad, Kakareza Region Forests), Thesis Submitted for MSc Degree in Forestry, University of Mazandaran, 72 p.
- Naghavi, H., Fallah, A., Jalilvand, H., Soosani, J. and Kooch, Y., 2009. Investigation of Sampling Method Application with Fixed Plot in Sampling of Coppice Forests. Journal of Applied Science, 9 (5): 997-1000.
- Nouki, Y., 2004. Comparison the Precision and Cost Between Line Transect Sampling Method Based on Distance Between Trees and Probability Theory in Khalkhal Forests. Thesis Submitted For MSc Degree in Forestry, University of Tehran, 88 p.
- Paulo, M.J., Tomé, M., Otten, A. and Stein, A., 2005. Comparison of three sampling methods in the characterization of cork oak stand for management purposes. Canadian Journal of Forest Research, 35 (10): 2295-2303.
- Rudnicki, M., Silins, U. and Lieffers, V., 2004. Crown Cover is Correlated with Relative Density, Tree Slenderness and Tree Height in Logepole Pine. Journal of Forest Science, 50 (3): 356-363.
- Sagheb Talebi, K., Sajedi, T. and Yazdian, F., 2005. Forests of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands. 54 p.
- Spark, J. and Masters, R., 2002. Comparative evaluation of accuracy and efficiency of six Forest Sampling Methods. Proc. Okla. Sci., 82: 49-56.
- Southwood, T.R.E. and Henderson, P.A., 2000. Ecological Methods, Blackwell science, 575 p.
- Zobeiri, M., 2002. Forest Biometry. Tehran University Press, 411 p.

## Investigation on Four Sampling Methods for Canopy Cover Estimation in Zagros Oak Forests (Case study: Mehrian Forests of Yasuj City)

A. Fallah<sup>1\*</sup>, M. Zobeiri<sup>2</sup>, A. Rahimipour Sisakht<sup>3</sup> and H. Naghavi<sup>4</sup>

1\*- Corresponding author, Associate Professor, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Sari, Iran.

Email: Fallaha2007@yahoo.com

2- Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran.

3. M.Sc. Student in Forestry, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Mazandaran University, Sari, I.R. Iran.

4. Ph.D Student in Forestry, Faculty of Natural Resources, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Sari, I.R. Iran.

### Abstract

In order to investigate and determine an appropriate inventory method for Yasuj Oak forests, considering inventory precision (confidence limit) and accuracy for canopy cover parameter per hectare, four methods consisting of: systematic-random (rectangular plots), transect, strip and stratification were selected and their efficiency in the forest was evaluated. For this purpose, at first 100% inventory was applied in 100 hectare area of Yasuj Mehrian Forests, then geographical characteristics of the total trees were recorded, using GPS apparatus. The geographical data were transmitted to computer and the trees positions were identified on the area's digital map. The data which had been recorded at 30 replicates by the four inventory methods, were analyzed by AutoCAD, Arc View and Arc Info software's and the outputs were compared with the results of 100% inventory method. The results showed that the real average canopy cover (recorded from 100% inventory) was equal to 2257 m<sup>2</sup>/ha whereas for the inventory methods of: systematic-random, transect, strip and stratification, was equal to 2390, 2220, 1995 and 2341 m<sup>2</sup>/ha respectively. The statistical errors for systematic-random, transect and stratification inventory methods were 18, 4 and 14 percent, respectively. Although the strip method is lack of statistical basis, and calculation of sampling error and confidence limit is impossible, but comparing the average canopy cover of this method with the other inventory methods was possible. Overall, the greatest and the lowest accuracy rate belonged to transect and strip methods, respectively. It can be concluded that the transect is the most appropriate inventory method for these forests.

**Keywords:** sampling, canopy cover, systematic-random, transect, strip, stratification.