دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

# بررسی دقت و صحت برآورد میانگین تعداد، سطح مقطع و حجم درختان در هکتار با برخی روش‌های نمونه‌برداری در جنگل‌های ناو اسالم

ایرج حسن‌زاد ناورودی[۱]، حمیرا احمدزاده[۲] و امیراسلام بنیاد[۳]

۱- دانشیار، دانشگاه گیلان، (نویسنده مسوول: iraj.hassanzad@gmail.com)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان
۳- استاد، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۹
صفحه: ۱ تا ۱۰

**چکیده**

**در این تحقیق دقت برآورد مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و حجم سرپای درختان در روش‌های نمونه‌برداری تصادفی ساده و منظم تصادفی همراه با مونه‌بندی، با در نظر گرفتن هزینه یا زمان آماربرداری و با استفاده از معیار ($E\%^2 \times T$) بررسی شد. برای این منظور، ۵۲ هکتار از جنگل‌های پارسل ۱۱ سری ۲ اسالم غرب گیلان، به‌صورت صددرصد آماربرداری شد. برای آماربرداری، منطقه مورد مطالعه به ۵۲۰ قطعه مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰ ×۲۰ متر تقسیم و در هر کدام از قطعات، نوع گونه تعیین و قطر برابر سینه و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شد. پس از اجرای آماربرداری صددرصد، با توجه به موجودی جنگل، منطقه مورد مطالعه مونه‌بندی شد. در هر مونه، نمونه‌برداری به روش‌های تصادفی ساده و منظم تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که اجرای روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی برای برآورد مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع برابر سینه و موجودی حجمی سرپای درختان در هکتار در جنگل‌های منطقه مورد مطالعه، موجب کاهش خطای آماربرداری و افزایش زمان آماربرداری شده است. مقدار معیار ($E\%^2 \times T$)، در روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی، کمتر از روش‌های بدون مونه‌بندی و در روش‌های با مونه‌بندی، روش منظم تصادفی با مونه‌بندی دارای کمترین مقدار بود؛ بنابراین از بین روش‌های مورد بررسی، روش منظم تصادفی با مونه‌بندی، به دلیل دقت بالا و کمترین مقدار معیار ($E\%^2 \times T$)، روشی مناسب‌تر برای برآورد مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و موجودی حجمی سرپای درختان در منطقه مورد مطالعه، می‌باشد.**

**واژه‌های کلیدی: دقت، هزینه، مونه‌بندی، نمونه‌برداری، ناو اسالم**

## مقدمه

دستیابی به مقدار مشخصه‌های مختلف یک توده جنگلی، تنها به کمک آماربرداری و اندازه‌گیری مشخصه‌های توده، امکان‌پذیر است (۱۷،۱۰). اطلاعات حاصله برای اهداف متعددی، از جمله مدیریت جنگل، پایش سلامت، تنوع زیستی، اثر تغییرات آب و هوا و عوامل محیطی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۴،۱۳). این اطلاعات از طریق آماربرداری صددرصد یا نمونه‌برداری در عرصه جنگلی به‌دست می‌آید. اجرای آماربرداری صددرصد، مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی است، بنابراین در بیشتر موارد، از روش‌های نمونه‌برداری استفاده می‌شود (۲۶). انتخاب یک روش نمونه‌برداری متناسب با نوع جنگل و هماهنگ با اهداف مدیریت جنگل، به مراتب قابل استفاده‌تر از آماربرداری صددرصد بوده و موجب افزایش دقت، سرعت و کاهش هزینه‌های آماربرداری می‌شود (۱۹،۴). یکی از روش‌های مناسب، روش نمونه‌برداری با مونه‌بندی[1] است. روشی که بهره‌وری ثابت دارد و اغلب در دهه‌های اخیر به‌کار گرفته شده است (۲۳،۲۲،۱۸،۹،۶). از طرفی مونه‌بندی، زیر جامعه همگن‌تر ایجاد می‌کند و در مقایسه با روش‌های دیگر، هزینه‌های این روش معمولا کمتر است (۲۰). نتیجه تحقیقات اخوان و همکاران (۲) در جنگل خیرودکنار نوشهر، نشان داد که روش نمونه‌برداری با مونه‌بندی نسبت به نمونه‌برداری منظم تصادفی، از دقت بالاتری برخوردار است. فلاح و همکاران (۸) چهار روش آماربرداری منظم تصادفی با قطعات نمونه مستطیلی، خط نمونه، نواری و نمونه‌برداری با مونه‌بندی را برای برآورد سطح تاج‌پوشش در جنگل‌های بلوط یاسوج، بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که روش خط نمونه دارای بیشترین میزان صحت و روش نواری دارای کمترین میزان صحت است. در مطالعه دیگری، طبقه‌بندی زمین بر اساس تیپ‌بندی زیستگاه بوم‌شناسی جنگل بررسی شده و مشخص شد که استفاده از روش مونه‌بندی موجب کاهش انحراف معیار می‌شود (۵). یک تیم تحقیقاتی، با مقایسه شش روش نمونه‌برداری شامل قطعات نمونه ثابت با شعاع‌های ۳/۶۴ و ۵/۶۴ متر، قطعات نمونه مربعی با نقطه مرکزی، قطعات نمونه متغیر، ترانسکت نواری و قطعات نمونه مربعی ۱۰×۱۰ متر در سه توده جنگلی در مناطق جنوب شرقی ایالت اوکلاهما، به این نتیجه رسیدند که روش‌های قطعات نمونه ثابت و متغیر مناسب‌ترند در حالی که روش قطعات نمونه با شعاع ثابت از نظر دقت و زمان آماربرداری مناسب‌ترین روش است (۲۵). نتایج مطالعه دیگری در جنگل‌های زاگرس، نشان داد که با در نظر گرفتن معیار دقت و هزینه، روش نمونه‌برداری با مونه‌بندی نسبت به نمونه‌برداری به روش منظم تصادفی مناسب‌تر است (۱۹). استهمن و همکاران (۲۷) نیز در بررسی تغییرات پوشش جنگلی به این نتیجه رسیدند که اشتباه معیار در حالت مونه‌بندی کوچکتر از روش‌های تصادفی ساده و منظم می‌باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داده‌اند که به‌طور مداوم، روش نمونه‌گیری طبقه‌ای (مونه‌بندی)، بهترین نتایج خوشه‌بندی یا دسته‌بندی را در تمامی مجموعه داده‌ها ارائه نموده است (۱۶). در مطالعه دیگری دقت آماربرداری در نمونه‌برداری تصادفی در مقایسه با مونه‌بندی، بشدت افزایش یافت (۲۸). سایر مطالعات مربوط به مونه‌بندی در زمینه‌های مختلف از جمله، استفاده از روش

1- Stratification

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

مونه‌بندی در طبقه‌بندی ترکیب ژنی در جنگل (۲۹)، بررسی تغییرات ذخیره کربن خاک جنگلی (۲۱) نیز حاکی از تاثیر مثبت مونه‌بندی در دقت و صحت نتایج حاصله می‌باشد.

هدف از این تحقیق، تعیین دقت برآورد مشخصه‌های تعداد در هکتار، سطح مقطع برابر سینه و حجم، با در نظر گرفتن هزینه یا زمان آماربرداری و با استفاده از معیار ($E\%^2 \times T$)، بین سه روش نمونه‌برداری تصادفی ساده، منظم تصادفی و مونه‌بندی (تصادفی ساده با مونه‌بندی و منظم تصادفی با مونه‌بندی) در جنگل‌های ناو اسالم بوده است. از نکات قابل توجه در این تحقیق، مقایسه مقادیر حاصله از روش‌های نمونه‌برداری مورد بررسی با مقادیر واقعی پارامترهای آماری بدست آمده از آماربرداری صددرصد (به‌عنوان شاخص مقایسه) می‌باشد. در سایر تحقیقات، معیار مقایسه، براساس نتایج حاصل از آماربرداری صددرصد نبوده است. بلکه صرفا براساس میانگین برآورد شده، انحراف معیار و حدود اعتماد محاسبه شده، محدوده واقع شدن میانگین واقعی برآورد شده است. حال آنکه در این تحقیق، میانگین واقعی در آماربرداری صددرصد، محاسبه شده و نتایج مربوطه، با آن مقایسه شده است. این موضوعی است که در هیچ‌یک از تحقیقات موجود، انجام نشده و در این تحقیق تلاش بر این است که دقت برآورد مشخصه‌های کمی، به این طریق نیز مورد آزمون واقع شود که به نظر می‌رسد نتیجه حاصله در این حالت نیز از دقت مناسبی برخوردار خواهد بود. بعلاوه در تحقیق حاضر، روش نمونه‌برداری تصادفی نیز بررسی شده است. همچنین علاوه بر موجودی حجمی سرپای درختان، مشخصه‌های تعداد و سطح مقطع درختان در هکتار نیز که در سایر تحقیقات به آن پرداخته نشده، مورد مطالعه قرار گرفته است. در ضمن، روش تحقیق در مطالعه حاضر، کاملا با روش‌های مورد استفاده در سایر تحقیقات انجام شده، متفاوت است که می‌تواند مقایسه‌ای بین نتیجه این تحقیق با تحقیقات دیگر باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، پارسل ۱۱ سری دو حوزه ۷ ناو به مساحت ۵۲ هکتار بود. پارسل مورد مطالعه دارای جهت دامنه جنوب غربی بوده و ارتفاع آن بین ۸۰۰ و ۱۰۵۰ متر متغیر است. میانگین شیب منطقه مورد مطالعه (پارسل ۱۱) حدود ۴۰ درصد و در قسمت شمالی سری واقع بوده و توسط پارسل‌های ۲۰۷، ۲۱۰، ۲۱۲ و ۲۱۸ محدود شده است (شکل ۱). میانگین موجودی حجمی سرپای درختان در هکتار، ۳۱۰ سیلو و تعداد درختان در هکتار ۲۹۵ اصله است. جنگل مورد مطالعه دارای ساختار ناهمسال بوده و ترکیب گونه‌های درختی آن شامل راش (۴۴/۱۴٪)، ممرز (۲۷/۶۰٪)، توسکا (۶/۲۵٪)، بلوط (۰/۹۴٪) و سایر گونه‌ها (۲۱/۰۸٪) است. تیپ خاک منطقه مورد مطالعه (پارسل ۱۱) قهوه‌ای جنگلی است (۱).

سطح سری دو معادل ۳۵۵۹ هکتار بوده که در محدوده حوزه جنگل‌داری شهرستان تالش تحت نظر اداره کل منابع طبیعی استان گیلان قرار گرفته است. سری دو بین "۳۶ ′۴۴ °۴۸ – "۵۸ ′۴۹ °۴۸ طول شرقی و "۲۳ ′۳۷ °۳۷ – "۳۱ ′۴۲ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع سری از سطح دریا ۲۸۰ تا ۲۱۲۰ متر می‌باشد. براساس آمار آب و هوایی ایستگاه‌های نزدیک به سری یک ناو اسالم، میانگین بارندگی سالانه و متوسط درجه حرارت ماهانه به ترتیب ۸۴۸ میلی‌متر و ۱۰/۹ درجه سانتی‌گراد و نوع اقلیم منطقه نیز در سیستم دومارتن و آمبرژه به ترتیب خیلی مرطوب و مرطوب سرد است (۱).

### روش بررسی

### آماربرداری صد در صد

پس از جنگل گردشی و شناسایی وضعیت منطقه مورد نظر برای تحقیق، نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه شد. برای جلوگیری از اشتباهات و اجرای آسان‌تر آماربرداری صددرصد، منطقه جنگلی مشخص شده (۵۲ هکتار)، به قطعات مستطیلی شکل به ابعاد ۵۰ ×۲۰ متر تبدیل و در عرصه مشخص شد (شکل ۱). هر کدام از این قطعات (۵۲۰ قطعه) به طور جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ضلع بزرگتر قطعه نمونه در جهت خطوط میزان و ضلع کوچکتر در جهت شیب انتخاب شد. به‌طور قراردادی، با توجه به شکل نامنظم هندسی پارسل مورد بررسی، در اندازه‌گیری قطعات نمونه‌ای که در مرز پارسل واقع شده بودند، چنانچه بیشترین قسمت قطعه نمونه در داخل پارسل قرار داشت، برداشت می‌شد و اگر بیشترین قسمت قطعه نمونه خارج از پارسل قرار داشت، از محاسبات حذف می‌شد. در مورد قطعات نمونه‌ای که درست در روی مرز قرار داشتند، یک در میان برداشت می‌شد. مشخصه‌های درختان موجود در هر قطعه شامل نوع گونه، قطر برابر سینه (با خط‌کش دو بازو یا کالی‌پر تا دقت سانتی‌متر) و ارتفاع (با دستگاه شیب سنج تا دقت دسی‌متر) اندازه‌گیری و ثبت شد. آنگاه محاسبات مربوط به مشخصه‌های کمی برای هر قطعه نمونه به‌طور جداگانه انجام شد (جدول‌های ۱ الی ۳).

### روش نمونه‌بردای تصادفی ساده

در این روش، از بین ۵۲۰ قطعه مستطیلی شکل برداشت شده در آماربرداری صددرصد، ابتدا با استفاده از جدول اعداد تصادفی، مختصات تعداد قطعات نمونه‌ای که می‌بایست در این روش بررسی شود، مشخص شد. آنگاه براساس مختصات مذکور، موقعیت تمامی قطعات نمونه در روی نقشه مشخص شده و اطلاعات هر قطعه نمونه ثبت شد. در مجموع ۸۷ قطعه نمونه به صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شد. برای تعیین تعداد قطعات نمونه، از رابطه ۱ استفاده شد. لازم به ذکر است که برای محاسبه انحراف معیار توده، از کل قطعات نمونه اندازه‌گیری شده در آماربرداری صددرصد، تعداد ۳۰ قطعه نمونه بصورت تصادفی انتخاب و پس از محاسبه انحراف معیار توده، در رابطه ۱ جای‌گذاری شد.

$$n = \frac{t^2.(\%sx)^2}{\%E^2}$$ رابطه (۱)

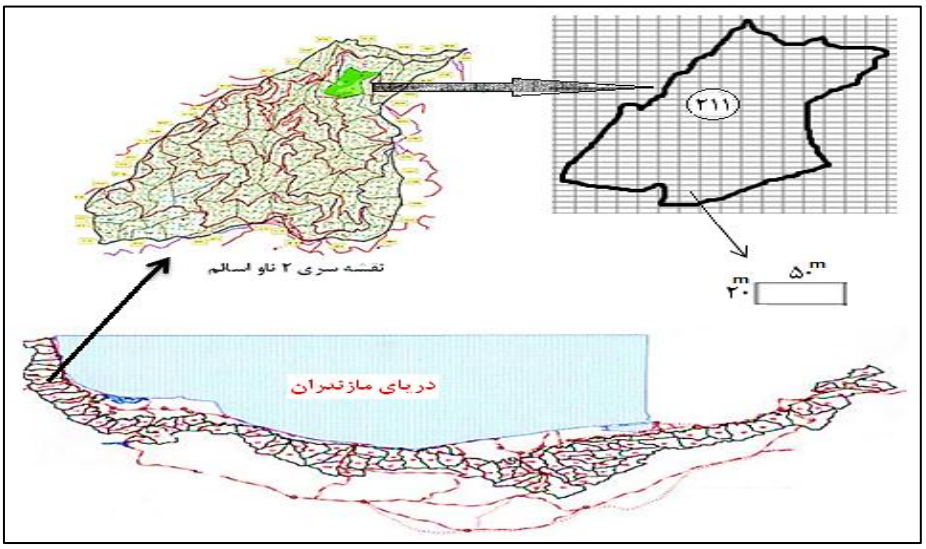
در این رابطه $n$ تعداد قطعات نمونه، $sx$ انحراف معیار توده و $\%E$ درصد اشتباه معیار یا خطای آماربرداری است و t مقدار

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

ثابتی است که براساس درجه آزادی از جدول t-student استخراج می‌شود (۳۱).

**روش نمونه‌برداری منظم تصادفی**

در این روش از تقسیم تعداد کل قطعات نمونه قابل برداشت (۵۲۰ قطعه نمونه) به تعداد قطعات نمونه مورد نیاز (۸۷ قطعه نمونه)، تعداد قطعات نمونه‌ای که به ازای آن باید یک قطعه نمونه برداشت شود، به‌دست آمد (شش قطعه نمونه). برای برداشت یک قطعه نمونه از بین شش قطعه نمونه، ابعاد شبکه به‌صورت "۲ قطعه نمونه × ۳ قطعه نمونه" می‌باشد. در نتیجه ابعاد شبکه می‌تواند به دو حالت "۱۰۰ × ۶۰ متر" و "۱۵۰×۴۰ متر" انتخاب شود. در این مطالعه از شبکه نمونه‌برداری با ابعاد ۱۰۰ × ۶۰ متر استفاده شد و اطلاعات مربوط به قطعات نمونه انتخابی از آماربرداری صددرصد (۵۲۰ قطعه نمونه)، استخراج شد. برای برآورد موجودی حجمی درختان سرپا از جدول تاریف چوکا استفاده شد. دلیل استفاده از قطعات نمونه مستطیلی شکل (به جای قطعات نمونه دایره‌ای) و تفاوت ابعاد شبکه با ابعاد مورد استفاده در جنگل‌های هیرکانی، انتخاب قطعات نمونه از بین قطعات مستطیلی شکل کل منطقه مورد مطالعه، بود که جهت آماربرداری صددرصد به ۵۲۰ قطعه مستطیلی تقسیم شده بود. همچنین با توجه به مساحت مورد مطالعه و رابطه مورد استفاده برای تعیین تعداد قطعات نمونه، ابعاد شبکه آماربرداری بدست آمد.




شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (به همراه تقسیم‌بندی منطقه مورد مطالعه به قطعات نمونه)

Figure 1. The location of the study area (along with the division of the study area into sample plots

**روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با مونه‌بندی**

مونه‌بندی، روشی است که در دهه‌های اخیر کارایی و دقت آن بهبود یافته است. این روش در مواردی که قسمت‌های مختلف منطقه مورد آماربرداری، تفاوت‌هایی را با یکدیگر نشان دهند، کاربرد دارد (۳۰). در این بررسی نیز، پس از آماربرداری مشخص شد که منطقه از نظر موجودی حجمی دارای تفاوت می‌باشد. به‌منظور افزایش دقت نمونه‌برداری، با استفاده از روش نی‌من[1]، منطقه مورد مطالعه به دو تیپ یا مونه (شامل "موجودی حجمی کمتر از ۳۰ سیلو در قطعه نمونه" و "موجودی حجمی بیشتر یا مساوی ۳۰ سیلو در قطعه نمونه") تقسیم شد. در روش تخصیص نی‌من، ابتدا تعداد کل قطعات نمونه محاسبه و سپس به نسبت وسعت و همچنین همگنی (واریانس در تخصیص نمونه) بین مونه‌ها تقسیم می‌شود. در این روش ابتدا محاسبات به‌طور جداگانه برای مونه‌ها و سپس برای کل منطقه انجام شد. پس از آماربرداری به روش تصادفی ساده و منظم تصادفی، منطقه مورد مطالعه مونه‌بندی شد. سطح قطعه نمونه و شبکه آماربرداری در روش مونه‌بندی نیز همانند روش منظم تصادفی است. در این بخش فقط لازم است که مشخص شود هر یک از قطعات نمونه برداشت شده در روش منظم‌تصادفی در کدام یک از مونه‌ها قرار گرفتند.

**مطالعات زمانی**

یکی از عوامل مؤثر در انتخاب روش آماربرداری هزینه می‌باشد، چرا که باید روش آماربرداری به نوعی انتخاب شود تا برای رسیدن به دقت قابل قبول کمترین هزینه را داشته باشد؛ بنابراین برای مقایسه دو روش آماربرداری علاوه بر دقت آماربرداری، هزینه آماربرداری نیز عامل بسیار مؤثری است. از آنجا که 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 (۱۲). نتایج حاصل از نمونه‌برداری با استفاده از معیار ($E\%^2 \times T$) (مجذور درصد اشتباه آماربرداری در زمان کل) با هم مقایسه شد (۱۵،۱۶). شایان ذکر است که هر چه نتیجه به‌دست آمده از حاصلضرب مجذور درصد اشتباه نمونه‌برداری در زمان کل روش نمونه‌برداری مورد نظر کمتر باشد، روش مورد نظر مناسب‌تر است. لازم به ذکر است که برای محاسبه زمان آماربرداری در هر حالت، با توجه به زمان لازم برای اندازه‌گیری یک درخت داخل قطعه نمونه (۱/۰۹

1- Nyman Allocation Method

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

دقیقه) و همچنین زمان لازم برای طی مسافت یک متر بین قطعات نمونه (۰/۱۶۳ دقیقه)، زمان آماربرداری برای هر یک از حالت‌های مختلف، محاسبه شد (۱۲). بر این اساس، برای هر روش (بدون توجه به نوع صفات مورد اندازه‌گیری)، زمان آماربرداری یکسان است. بدین ترتیب زمان آماربرداری برای هر روش، از مجموع زمان آماربرداری درختان داخل قطعه نمونه (برای هر درخت ۱/۰۹ دقیقه) باضافه زمان لازم برای طی مسافت بین قطعات نمونه (برای طی مسافت هر متر ۰/۱۶۳ دقیقه) بدست آمد.

جدول ۱- تعداد درختان در قطعات نمونه مورد بررسی

Table 1. Number of trees in the studied sample plots

| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۷ | ۱۴ | ۲۵ | ۲۳ | ۱۴ | ۱۰ | ۱۱ | ۲۷ | ۲۰ | ۱۷ | ۲۵ | ۲۵ | ۱۹ | ۲۷ | ۳۳ | ۳۷ | ۵۴ | ۴۰ | ۴۰ | ۳۲ |
| ۲ | ۱۰ | ۱۷ | ۱۶ | ۱۳ | ۲۰ | ۲۸ | ۲۵ | ۱۲ | ۲۰ | ۲۰ | ۱۹ | ۲۱ | ۲۱ | ۲۱ | ۱۸ | ۳۵ | ۴۵ | ۴۰ | ۵۴ | ۳۲ |
| ۳ | ۱۸ | ۲۲ | ۲۸ | ۲۶ | ۲۱ | ۲۶ | ۱۲ | ۲۰ | ۱۵ | ۲۱ | ۱۹ | ۱۷ | ۱۳ | ۲۱ | ۱۷ | ۵۶ | ۴۸ | ۳۴ | ۴۹ | ۴۰ |
| ۴ | ۱۸ | ۱۸ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۴ | ۲۱ | ۲۹ | ۱۷ | ۲۴ | ۲۴ | ۱۹ | ۱۴ | ۲۶ | ۴۸ | ۵۶ | ۳۵ | ۵۷ | ۵۸ |
| ۵ | ۱۶ | ۱۹ | ۲۱ | ۲۷ | ۲۰ | ۲۹ | ۱۵ | ۲۲ | ۱۳ | ۲۰ | ۱۸ | ۲۰ | ۱۳ | ۱۹ | ۲۰ | ۱۳ | ۴۱ | ۵۵ | ۴۱ | ۴۶ |
| ۶ | ۲۳ | ۱۸ | ۲۵ | ۲۱ | ۲۹ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۳ | ۱۷ | ۲۲ | ۲۴ | ۲۳ | ۲۷ | ۲۴ | ۲۰ | ۲۲ | ۴۳ | ۵۷ | ۳۴ | ۴۷ |
| ۷ | ۱۶ | ۲۰ | ۱۸ | ۱۷ | ۱۲ | ۱۹ | ۹ | ۱۶ | ۱۴ | ۱۰ | ۲۵ | ۲۳ | ۲۵ | ۲۶ | ۳۷ | ۳۶ | ۴۰ | ۳۳ | ۴۵ | ۵۱ |
| ۸ | ۱۲ | ۲۸ | ۲۵ | ۲۳ | ۱۶ | ۹ | ۱۶ | ۱۸ | ۲۳ | ۱۳ | ۹ | ۱۸ | ۲۱ | ۲۴ | ۵۳ | ۴۴ | ۴۳ | ۳۲ | ۳۳ | ۳۰ |
| ۹ | ۱۴ | ۲۸ | ۱۹ | ۲۳ | ۲۴ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۱ | ۲۶ | ۲۴ | ۱۴ | ۲۱ | ۳۱ | ۳۳ | ۴۵ | ۳۸ | ۴۵ | ۴۸ |
| ۱۰ | ۱۴ | ۲۲ | ۲۶ | ۱۶ | ۲۸ | ۲۴ | ۱۹ | ۲۹ | ۲۹ | ۱۱ | ۲۶ | ۲۴ | ۲۳ | ۲۱ | ۲۷ | ۲۰ | ۳۲ | ۵۰ | ۳۲ | ۳۳ |
| ۱۱ | ۱۸ | ۲۰ | ۲۴ | ۲۰ | ۲۳ | ۲۴ | ۱۱ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۱ | ۱۹ | ۲۶ | ۲۴ | ۲۷ | ۲۲ | ۲۹ | ۳۴ | ۳۱ | ۵۳ | ۳۵ |
| ۱۲ | ۱۵ | ۱۳ | ۱۸ | ۱۸ | ۲۳ | ۲۸ | ۲۵ | ۲۵ | ۱۷ | ۱۶ | ۱۸ | ۱۴ | ۲۱ | ۱۴ | ۱۵ | ۲۰ | ۵۵ | ۴۴ | ۵۳ | ۳۶ |
| ۱۳ | ۱۳ | ۲۷ | ۲۰ | ۱۸ | ۱۲ | ۲۸ | ۲۹ | ۲۵ | ۲۳ | ۱۴ | ۲۹ | ۲۳ | ۱۴ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۶ | ۴۴ | ۳۶ | ۳۲ | ۳۸ |
| ۱۴ | ۱۶ | ۲۰ | ۹ | ۱۸ | ۱۵ | ۲۹ | ۲۸ | ۱۸ | ۱۴ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۹ | ۱۷ | ۲۱ | ۲۱ | ۱۷ | ۶۰ | ۴۴ | ۳۷ | ۴۵ |
| ۱۵ | ۱۳ | ۱۹ | ۲۱ | ۲۹ | ۲۶ | ۱۸ | ۲۳ | ۱۲ | ۲۸ | ۲۰ | ۲۳ | ۲۱ | ۲۲ | ۳۳ | ۵۱ | ۴۳ | ۵۶ | ۳۱ | ۳۸ | ۳۲ |
| ۱۶ | ۱۰ | ۲۵ | ۲۹ | ۲۱ | ۲۴ | ۲۷ | ۲۳ | ۱۶ | ۲۶ | ۲۶ | ۲۷ | ۱۲ | ۱۷ | ۴۱ | ۳۶ | ۳۴ | ۳۲ | ۳۳ | ۳۵ | ۳۹ |
| ۱۷ | ۲۸ | ۱۶ | ۲۶ | ۲۲ | ۱۸ | ۲۳ | ۲۴ | ۱۸ | ۱۶ | ۲۱ | ۲۵ | ۱۸ | ۲۴ | ۴۹ | ۴۷ | ۳۶ | ۳۸ | ۳۹ | ۳۱ | ۳۲ |
| ۱۸ | ۲۰ | ۲۱ | ۱۸ | ۲۰ | ۱۲ | ۱۷ | ۵۲ | ۲۳ | ۲۹ | ۲۶ | ۱۲ | ۲۵ | ۳۴ | ۳۶ | ۳۶ | ۴۰ | ۵۴ | ۴۷ | ۴۱ | ۴۸ |
| ۱۹ | ۱۹ | ۲۰ | ۱۵ | ۲۷ | ۲۷ | ۳۵ | ۳۴ | ۵۶ | ۴۶ | ۳۶ | ۴۷ | ۴۵ | ۴۳ | ۴۵ | ۳۲ | ۵۸ | ۶۰ | ۵۸ | ۴۰ | ۴۶ |
| ۲۰ | ۲۷ | ۲۱ | ۲۴ | ۱۲ | ۲۱ | ۳۳ | ۳۱ | ۳۰ | ۳۹ | ۳۷ | ۴۰ | ۴۰ | ۳۸ | ۵۰ | ۳۲ | ۵۱ | ۳۹ | ۳۲ | ۵۷ | ۵۲ |
| ۲۱ | ۲۲ | ۲۶ | ۱۷ | ۱۳ | ۲۹ | ۳۹ | ۳۵ | ۵۷ | ۵۳ | ۵۹ | ۳۰ | ۴۲ | ۳۱ | ۵۸ | ۵۵ | ۵۴ | ۵۵ | ۶۰ | ۵۷ | ۳۶ |
| ۲۲ | ۲۶ | ۲۷ | ۲۶ | ۲۰ | ۱۶ | ۴۴ | ۳۵ | ۳۰ | ۳۱ | ۳۸ | ۵۸ | ۵۵ | ۳۲ | ۳۳ | ۴۰ | ۳۵ | ۳۴ | ۴۲ | ۳۸ | ۵۹ |
| ۲۳ | ۲۷ | ۲۰ | ۱۶ | ۱۴ | ۱۹ | ۴۲ | ۵۴ | ۵۸ | ۵۹ | ۴۵ | ۳۴ | ۳۱ | ۴۴ | ۶۰ | ۵۳ | ۳۹ | ۳۵ | ۳۸ | ۳۰ | ۵۰ |
| ۲۴ | ۲۴ | ۲۷ | ۲۷ | ۲۲ | ۱۷ | ۴۰ | ۳۸ | ۴۳ | ۴۵ | ۴۵ | ۳۵ | ۳۸ | ۴۴ | ۳۳ | ۳۰ | ۴۹ | ۵۶ | ۵۹ | ۳۷ | ۳۴ |
| ۲۵ | ۱۷ | ۲۳ | ۲۵ | ۱۷ | ۱۹ | ۵۹ | ۵۴ | ۴۲ | ۵۴ | ۴۰ | ۵۶ | ۴۴ | ۶۰ | ۴۸ | ۳۴ | ۳۰ | ۶۰ | ۵۲ | ۴۲ | ۳۴ |
| ۲۶ | ۲۶ | ۲۴ | ۲۰ | ۱۷ | ۱۸ | ۳۶ | ۳۹ | ۳۶ | ۳۴ | ۴۵ | ۳۸ | ۳۳ | ۵۱ | ۴۲ | ۳۷ | ۳۴ | ۳۴ | ۵۵ | ۳۲ | ۳۹ |

جدول ۲- سطح مقطع (مترمربع) در قطعات نمونه

Table 2. Basal area of trees ($m^2$) in sample plots

| | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ | ٥ | ٦ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱٤ | ۱٥ | ۱٦ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **۱** | ۴/۰۵ | ۳/۵۵ | ۳/۵۵ | ۳/۵۵ | ۲/۷۹ | ۳/۷۱ | ۲/۸۱ | ۴/۷۳ | ۳/۲۱ | ۲/۸۹ | ۲/۹۹ | ۳/۳۷ | ۲/۸۷ | ۴/۷۰ | ۲/۸۷ | ۳/۵۸ | ۳/۸۶ | ۳/۶۷ | ۲/۹۲ | ۴/۶۸ |
| **۲** | ۳/۸۳ | ۳/۳۲ | ۳/۵۵ | ۳/۸۵ | ۲/۷۱ | ۴/۴۷ | ۳/۳۷ | ۳/۵۳ | ۳/۶۳ | ۴/۹۷ | ۳/۵۶ | ۳/۱۱ | ۲/۶۲ | ۴/۳۵ | ۲/۶۶ | ۲/۶۴ | ۲/۷۰ | ۳/۲۶ | ۴/۵۱ | ۳/۴۸ |
| **۳** | ۴/۶۸ | ۲/۹۴ | ۳/۵۵ | ۳/۰۸ | ۲/۷۵ | ۳/۰۲ | ۳/۱۷ | ۳/۷۱ | ۳/۱۷ | ۴/۳۲ | ۳/۶۲ | ۳/۷۵ | ۳/۳۶ | ۳/۰۱ | ۲/۸۸ | ۳/۸۶ | ۳/۱۹ | ۳/۵۹ | ۳/۳۱ | ۲/۷۲ |
| **٤** | ۲/۷۷ | ۳/۴۷ | ۳/۶۴ | ۵/۸۵ | ۴/۲۱ | ۲/۹۲ | ۳/۳۸ | ۳/۱۵ | ۳/۰۵ | ۲/۸۶ | ۲/۶۵ | ۳/۰۲ | ۳/۱۲ | ۴/۰۵ | ۳/۲۲ | ۳/۱۶ | ۳/۶۴ | ۳/۷۲ | ۴/۷۶ | ۴/۶۹ |
| **٥** | ۳/۶۱ | ۳/۲۹ | ۳/۸۰ | ۴/۶۷ | ۳/۲۶ | ۳/۷۴ | ۲/۶۵ | ۵/۷۳ | ۳/۵۲ | ۳/۹۹ | ۳/۰۶ | ۳/۴۰ | ۳/۲۸ | ۲/۹۰ | ۳/۲۹ | ۳/۵۳ | ۳/۳۵ | ۳/۶۱ | ۲/۶۸ | ۳/۵۷ |
| **٦** | ۲/۶۵ | ۳/۰۹ | ۲/۸۷ | ۲/۸۵ | ۳/۸۲ | ۳/۸۹ | ۴/۲۴ | ۳/۷۱ | ۳/۳۸ | ۳/۲۰ | ۲/۷۵ | ۳/۳۷ | ۲/۶۹ | ۳/۵۹ | ۴/۳۲ | ۳/۵۳ | ۳/۵۶ | ۳/۴۹ | ۳/۹۵ | ۳/۱۱ |
| **۷** | ۴/۱۷ | ۳/۴۰ | ۲/۶۷ | ۳/۵۵ | ۳/۵۲ | ۳/۶۷ | ۳/۲۲ | ۲/۸۳ | ۲/۹۴ | ۳/۶۷ | ۳/۲۲ | ۲/۶۶ | ۳/۳۱ | ۳/۲۳ | ۳/۱۰ | ۳/۶۷ | ۳/۳۳ | ۳/۶۲ | ۲/۷۱ | ۴/۳۲ |
| **۸** | ۳/۰۸ | ۴/۵۸ | ۲/۸۵ | ۲/۸۲ | ۲/۶۷ | ۲/۷۷ | ۲/۸۹ | ۳/۰۱ | ۲/۸۷ | ۲/۸۰ | ۳/۳۳ | ۳/۱۴ | ۳/۸۵ | ۲/۶۳ | ۳/۷۲ | ۳/۲۸ | ۳/۳۴ | ۳/۱۵ | ۳/۱۸ | ۲/۸۲ |
| **۹** | ۳/۸۷ | ۴/۳۴ | ۲/۹۴ | ۳/۷۵ | ۳/۸۳ | ۲/۶۹ | ۲/۹۸ | ۳/۴۱ | ۵/۰۱ | ۲/۶۹ | ۳/۶۵ | ۴/۰۲ | ۴/۴۴ | ۳/۲۴ | ۲/۷۸ | ۴/۰۴ | ۲/۸۴ | ۴/۲۲ | ۲/۶۵ | ۳/۰۱ |
| **۱۰** | ۲/۹۴ | ۳/۱۹ | ۳/۹۸ | ۳/۴۵ | ۲/۸۸ | ۴/۶۲ | ۲/۷۸ | ۳/۰۰ | ۴/۷۱ | ۲/۶۹ | ۳/۲۹ | ۳/۶۴ | ۲/۶۸ | ۳/۰۶ | ۳/۱۱ | ۴/۳۰ | ۳/۴۰ | ۳/۰۶ | ۳/۶۸ | ۳/۸۳ |
| **۱۱** | ۲/۷۴ | ۳/۱۹ | ۲/۹۱ | ۲/۹۰ | ۴/۰۰ | ۳/۶۵ | ۳/۳۱ | ۲/۹۴ | ۲/۶۵ | ۳/۳۷ | ۳/۱۷ | ۲/۶۱ | ۳/۱۱ | ۳/۲۹ | ۴/۲۳ | ۳/۸۶ | ۲/۷۴ | ۳/۶۵ | ۵/۴۶ | ۲/۹۵ |
| **۱۲** | ۲/۸۶ | ۳/۰۵ | ۲/۹۷ | ۲/۸۴ | ۲/۶۴ | ۳/۱۹ | ۳/۳۰ | ۳/۶۶ | ۲/۶۷ | ۳/۰۳ | ۲/۳۳ | ۱/۸۱ | ۳/۴۴ | ۴/۳۵ | ۲/۶۴ | ۳/۴۷ | ۳/۳۲ | ۳/۶۳ | ۲/۶۷ | ۸/۰۸ |
| **۱۳** | ۲/۷۲ | ۲/۶۹ | ۳/۵۱ | ۲/۹۰ | ۲/۶۷ | ۱/۶۷ | ۱/۷۹ | ۱/۳۴ | ۱/۸۶ | ۲/۶۰ | ۲/۳۰ | ۰/۸۳ | ۴/۲۱ | ۳/۵۵ | ۱/۸۰ | ۳/۵۸ | ۳/۵۷ | ۲/۸۵ | ۳/۱۵ | ۳/۱۶ |
| **۱٤** | ۴/۴۹ | ۲/۸۵ | ۳/۴۵ | ۱/۹۷ | ۲/۹۱ | ۱/۹۹ | ۱/۶۹ | ۱/۸۷ | ۰/۶۹ | ۱/۹۰ | ۱/۲۵ | ۲/۳۹ | ۲/۱۵ | ۲/۱۱ | ۲/۰۰ | ۳/۷۶ | ۳/۴۲ | ۲/۷۰ | ۲/۷۵ | ۲/۹۳ |
| **۱٦** | ۰/۸۹ | ۱/۲۶ | ۲/۰۴ | ۲/۲۲ | ۲/۴۰ | ۲/۱۳ | ۱/۱۲ | ۱/۸۴ | ۱/۷۰ | ۱/۸۰ | ۱/۶۹ | ۱/۸۲ | ۲/۱۴ | ۱/۹۷ | ۱/۶۹ | ۲/۴۱ | ۲/۹۹ | ۳/۳۷ | ۴/۰۰ | ۳/۱۵ |
| **۱۷** | ۱/۲۲ | ۲/۰۲ | ۲/۳۰ | ۲/۵۸ | ۱/۹۲ | ۱/۳۲ | ۱/۲۰ | ۲/۴۸ | ۱/۴۵ | ۱/۶۸ | ۱/۶۱ | ۱/۰۰ | ۱/۴۳ | ۲/۵۲ | ۲/۵۰ | ۱/۹۹ | ۳/۱۶ | ۲/۷۰ | ۲/۷۹ | ۳/۱۵ |
| **۱۸** | ۱/۲۹ | ۱/۵۳ | ۱/۷۷ | ۲/۱۵ | ۲/۵۷ | ۲/۳۴ | ۱/۷۶ | ۲/۵۰ | ۱/۸۳ | ۲/۳۹ | ۱/۶۹ | ۲/۳۹ | ۲/۱۱ | ۲/۰۳ | ۱/۷۳ | ۲/۲۰ | ۳/۲۸ | ۲/۷۴ | ۳/۰۹ | ۳/۲۷ |
| **۱۹** | ۱/۳۱ | ۲/۳۴ | ۱/۸۱ | ۱/۸۶ | ۲/۴۴ | ۱/۶۷ | ۲/۳۲ | ۲/۰۷ | ۲/۲۱ | ۱/۹۴ | ۱/۸۹ | ۲/۰۶ | ۲/۳۰ | ۲/۵۷ | ۲/۴۹ | ۲/۵۰ | ۵/۷۹ | ۲/۸۴ | ۲/۸۲ | ۲/۸۱ |
| **۲۰** | ۱/۷۴ | ۲/۰۶ | ۲/۳۷ | ۱/۰۵ | ۲/۳۶ | ۲/۳۰ | ۲/۲۵ | ۲/۱۶ | ۲/۵۶ | ۲/۱۴ | ۱/۹۰ | ۱/۷۴ | ۲/۳۸ | ۲/۳۱ | ۱/۹۵ | ۲/۶۳ | ۲/۹۸ | ۳/۲۴ | ۳/۳۱ | ۲/۸۲ |
| **۲۱** | ۲/۰۶ | ۲/۳۴ | ۱/۹۸ | ۱/۶۵ | ۲/۳۶ | ۲/۵۹ | ۲/۲۷ | ۲/۵۷ | ۲/۳۸ | ۲/۴۶ | ۲/۵۰ | ۲/۵۵ | ۱/۹۶ | ۱/۴۱ | ۱/۱۶ | ۳/۰۰ | ۳/۱۳ | ۳/۶۶ | ۴/۰۸ | ۲/۷۵ |
| **۲۲** | ۲/۱۵ | ۲/۱۲ | ۲/۶۰ | ۲/۳۲ | ۲/۴۵ | ۲/۳۹ | ۲/۰۱ | ۲/۴۴ | ۱/۷۵ | ۱/۶۰ | ۴/۴۲ | ۳/۲۴ | ۴/۰۵ | ۳/۶۸ | ۳/۴۱ | ۲/۹۶ | ۴/۶۶ | ۳/۵۷ | ۲/۷۴ | ۲/۸۴ |
| **۲۳** | ۱/۹۰ | ۱/۷۱ | ۱/۹۶ | ۲/۳۱ | ۲/۵۹ | ۰/۹۰ | ۲/۱۳ | ۰/۷۰ | ۲/۰۹ | ۲/۳۴ | ۲/۷۶ | ۳/۰۲ | ۲/۸۲ | ۳/۶۲ | ۳/۴۰ | ۳/۳۴ | ۲/۹۴ | ۲/۹۱ | ۳/۱۰ | ۳/۵۲ |
| **۲٤** | ۱/۸۳ | ۲/۱۰ | ۲/۰۶ | ۲/۱۵ | ۲/۳۱ | ۱/۷۹ | ۲/۵۰ | ۱/۸۸ | ۱/۴۳ | ۲/۱۸ | ۳/۵۲ | ۴/۲۶ | ۲/۷۱ | ۴/۱۶ | ۳/۳۴ | ۲/۸۵ | ۹/۷۳ | ۴/۴۹ | ۳/۲۲ | ۲/۶۹ |
| **۲٥** | ۲/۰۹ | ۲/۳۴ | ۱/۳۲ | ۲/۶۰ | ۲/۰۷ | ۱/۶۵ | ۲/۲۹ | ۰/۹۹ | ۱/۷۳ | ۱/۷۷ | ۳/۴۲ | ۲/۸۴ | ۲/۹۴ | ۳/۴۶ | ۲/۸۹ | ۲/۷۷ | ۲/۶۴ | ۲/۶۶ | ۲/۶۲ | ۲/۷۶ |
| **۲٦** | ۲/۱۲ | ۲/۵۷ | ۲/۱۸ | ۱/۹۹ | ۲/۱۰ | ۲/۳۴ | ۱/۸۸ | ۲/۴۶ | ۲/۵۸ | ۲/۱۰ | ۳/۰۰ | ۲/۷۴ | ۲/۷۹ | ۳/۳۰ | ۳/۷۷ | ۲/۷۴ | ۲/۷۴ | ۲/۹۶ | ۲/۷۴ | ۳/۶۷ |

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]

[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

جدول ۳- حجم سرپای درختان (سیلو) در قطعات نمونه

Table 3. Standing trees volume (silve) in sample plots

| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۷/۷۱ | ۴۰/۶۰ | ۴۶/۳۵ | ۴۳/۰۱ | ۳۷/۹۴ | ۳۷/۷۱ | ۳۸/۵۹ | ۵۲/۴۸ | ۵۴/۶۷ | ۴۰/۳۱ | ۵۳/۷۰ | ۳۸/۳۰ | ۴۵/۴۰ | ۳۶/۵۳ | ۳۶/۱۴ | ۳۵/۵۴ | ۳۵/۵۹ | ۳۵/۸۸ | ۳۶/۶۳ | ۳۵/۴۱ |
| ۲ | ۴۳/۸۰ | ۴۹/۵۴ | ۳۸/۵۸ | ۴۹/۷۸ | ۴۱/۰۱ | ۴۷/۶۷ | ۳۷/۰۹ | ۳۷/۷۱ | ۴۱/۴۴ | ۶۵/۳۲ | ۳۷/۹۴ | ۵۲/۹۶ | ۳۸/۸۸ | ۳۶/۲۴ | ۳۵/۶۷ | ۳۶/۶۰ | ۳۵/۵۶ | ۳۵/۶۸ | ۳۶/۰۰ | ۳۵/۵۱ |
| ۳ | ۵۸/۳۱ | ۳۷/۲۰ | ۶۰/۰۰ | ۴۵/۸۶ | ۳۹/۶۴ | ۳۸/۳۰ | ۴۷/۱۲ | ۳۷/۲۴ | ۴۲/۶۶ | ۴۳/۹۸ | ۳۷/۰۴ | ۳۹/۷۵ | ۳۸/۶۹ | ۳۵/۶۳ | ۳۵/۲۵ | ۳۵/۱۱ | ۳۶/۲۱ | ۲۷/۰۲ | ۳۰/۶۴ | ۲۵/۰۳ |
| ۴ | ۷۰/۰۰ | ۶۱/۱۳ | ۳۸/۶۸ | ۴۱/۵۹ | ۴۷/۹۱ | ۳۹/۰۰ | ۳۸/۶۴ | ۴۰/۲۱ | ۳۷/۵۷ | ۵۷/۷۱ | ۴۳/۱۴ | ۵۰/۲۱ | ۴۰/۵۳ | ۳۵/۳۴ | ۳۵/۵۲ | ۳۵/۹۵ | ۲۷/۴۳ | ۳۱/۷۲ | ۳۲/۷۸ | ۳۱/۳۵ |
| ۵ | ۶۰/۹۵ | ۵۴/۷۷ | ۳۷/۴۵ | ۵۳/۱۹ | ۳۸/۵۷ | ۴۳/۷۷ | ۶۲/۵۳ | ۶۸/۱۳ | ۴۲/۵۰ | ۴۵/۷۶ | ۴۶/۹۴ | ۶۶/۰۰ | ۳۹/۶۸ | ۳۶/۷۸ | ۳۵/۹۹ | ۳۴/۱۲ | ۳۱/۸۹ | ۲۸/۴۱ | ۲۹/۸۹ | ۲۵/۰۴ |
| ۶ | ۴۵/۰۱ | ۴۰/۳۴ | ۴۸/۹۸ | ۴۰/۶۲ | ۵۰/۲۳ | ۴۱/۲۳ | ۳۸/۷۵ | ۳۹/۸۸ | ۴۸/۹۰ | ۴۳/۹۱ | ۳۹/۷۲ | ۵۰/۵۵ | ۳۹/۰۲ | ۳۵/۳۷ | ۳۶/۹۷ | ۲۵/۴۸ | ۳۱/۰۲ | ۳۱/۹۴ | ۳۱/۶۴ | ۲۷/۸۰ |
| ۷ | ۵۵/۶۲ | ۵۹/۵۵ | ۶۱/۹۳ | ۴۰/۵۴ | ۴۵/۷۷ | ۵۱/۱۸ | ۳۷/۰۵ | ۴۷/۰۴ | ۳۸/۵۵ | ۳۹/۰۱ | ۴۲/۴۳ | ۴۰/۴۲ | ۳۸/۱۹ | ۳۶/۸۳ | ۳۶/۸۰ | ۲۷/۱۱ | ۳۳/۱۷ | ۲۷/۹۶ | ۳۳/۲۷ | ۳۴/۳۲ |
| ۸ | ۴۲/۳۱ | ۵۲/۷۹ | ۳۷/۳۵ | ۴۴/۱۷ | ۴۴/۷۹ | ۵۱/۳۷ | ۳۹/۴۵ | ۵۰/۸۱ | ۳۷/۱۳ | ۴۳/۷۴ | ۶۴/۱۲ | ۴۲/۳۴ | ۵۰/۳۴ | ۳۵/۵۹ | ۳۵/۳۶ | ۳۴/۳۱ | ۲۷/۴۷ | ۳۲/۹۳ | ۳۲/۷۵ | ۳۰/۱۵ |
| ۹ | ۴۲/۰۰ | ۵۵/۹۸ | ۳۸/۰۸ | ۵۱/۰۱ | ۴۷/۰۸ | ۳۸/۱۰ | ۳۸/۱۸ | ۵۰/۱۴ | ۵۸/۸۸ | ۶۰/۴۰ | ۴۶/۴۲ | ۵۳/۷۳ | ۶۰/۹۷ | ۴۳/۶۱ | ۳۶/۸۴ | ۳۴/۸۰ | ۲۹/۱۸ | ۲۷/۷۲ | ۳۲/۶۹ | ۳۳/۱۰ |
| ۱۰ | ۵۲/۴۰ | ۴۵/۰۳ | ۴۵/۰۶ | ۵۳/۶۷ | ۴۷/۲۴ | ۶۴/۲۹ | ۴۲/۱۳ | ۴۰/۸۱ | ۵۸/۲۹ | ۴۰/۱۱ | ۴۰/۳۱ | ۴۳/۴۳ | ۵۵/۳۳ | ۴۶/۷۹ | ۲۴/۲۵ | ۳۴/۵۸ | ۳۴/۹۰ | ۲۷/۹۱ | ۳۲/۵۸ | ۲۷/۶۴ |
| ۱۱ | ۵۰/۶۹ | ۴۰/۱۴ | ۳۷/۵۵ | ۳۸/۸۱ | ۴۴/۸۶ | ۴۲/۳۶ | ۴۵/۹۳ | ۴۶/۷۲ | ۴۵/۷۴ | ۴۵/۴۳ | ۴۵/۶۹ | ۵۶/۰۹ | ۳۸/۹۹ | ۳۹/۳۹ | ۲۴/۶۴ | ۲۴/۰۱ | ۳۰/۸۹ | ۲۷/۷۳ | ۲۹/۴۶ | ۳۴/۳۷ |
| ۱۲ | ۴۰/۰۰ | ۳۷/۰۲ | ۵۷/۰۷ | ۳۸/۵۰ | ۱۵/۰۸ | ۵۱/۹۰ | ۳۷/۶۶ | ۴۵/۱۴ | ۳۸/۶۲ | ۴۰/۹۵ | ۲۳/۹۲ | ۲۰/۶۱ | ۲۲/۸۵ | ۲۴/۰۳ | ۲۴/۸۰ | ۲۰/۹۳ | ۳۲/۴۹ | ۳۳/۷۲ | ۲۷/۹۹ | ۳۳/۳۳ |
| ۱۳ | ۴۳/۳۵ | ۳۹/۶۰ | ۴۷/۳۶ | ۱۸/۴۹ | ۱۵/۹۸ | ۲۰/۲۰ | ۲۰/۷۲ | ۱۵/۱۹ | ۲۱/۴۸ | ۲۰/۱۱ | ۲۴/۸۶ | ۱۱/۵۳ | ۱۱/۳۶ | ۱۷/۰۵ | ۱۸/۸۲ | ۲۴/۷۵ | ۲۶/۵۲ | ۳۳/۵۵ | ۳۴/۳۴ | ۳۱/۷۸ |
| ۱۴ | ۴۴/۲۰ | ۴۳/۸۲ | ۴۲/۱۳ | ۱۷/۰۳ | ۲۲/۷۲ | ۱۶/۸۶ | ۱۵/۰۰ | ۱۶/۲۵ | ۱۰/۳۹ | ۲۴/۶۹ | ۱۲/۳۸ | ۲۲/۱۴ | ۳۸/۲۴ | ۲۱/۹۰ | ۲۳/۸۵ | ۲۲/۵۰ | ۲۲/۰۹ | ۱۰/۳۰ | ۲۶/۲۳ | ۲۷/۰۰ |
| ۱۵ | ۴۲/۳۴ | ۲۰/۰۱ | ۲۲/۲۷ | ۲۴/۴۲ | ۲۳/۰۶ | ۲۴/۷۱ | ۲۲/۷۸ | ۲۴/۱۶ | ۲۳/۳۷ | ۱۹/۱۳ | ۲۳/۸۶ | ۱۷/۸۰ | ۱۶/۷۸ | ۱۴/۷۴ | ۲۱/۶۹ | ۱۲/۵۸ | ۲۴/۱۴ | ۲۰/۹۱ | ۲۸/۸۰ | ۳۰/۵۷ |
| ۱۶ | ۲۰/۳۲ | ۱۱/۲۶ | ۲۰/۲۸ | ۲۴/۴۵ | ۱۳/۱۷ | ۹/۱۵ | ۲۲/۳۴ | ۲۱/۸۷ | ۲۲/۴۷ | ۲۲/۵۸ | ۱۲/۹۳ | ۱۵/۳۸ | ۱۹/۷۴ | ۱۷/۴۴ | ۱۵/۳۵ | ۲۱/۴۷ | ۱۸/۸۰ | ۱۰/۴۵ | ۳۴/۰۹ | ۲۵/۲۲ |
| ۱۷ | ۹/۱۳ | ۱۷/۰۰ | ۲۰/۴۶ | ۲۴/۴۳ | ۲۳/۸۷ | ۲۰/۴۶ | ۱۰/۵۴ | ۲۲/۲۷ | ۱۲/۷۵ | ۱۸/۳۰ | ۱۸/۱۷ | ۱۲/۰۲ | ۱۳/۸۳ | ۲۳/۳۳ | ۲۳/۱۸ | ۲۰/۰۰ | ۲۲/۸۰ | ۲۰/۲۶ | ۳۰/۹۳ | ۲۵/۵۹ |
| ۱۸ | ۱۳/۵۰ | ۱۴/۴۹ | ۲۰/۴۱ | ۱۷/۰۹ | ۲۲/۸۵ | ۲۰/۳۳ | ۱۶/۳۴ | ۲۴/۵۶ | ۱۶/۹۶ | ۲۲/۳۷ | ۱۵/۳۵ | ۲۳/۳۵ | ۲۲/۶۸ | ۱۹/۳۴ | ۱۵/۳۲ | ۱۶/۱۲ | ۲۲/۸۷ | ۱۹/۱۴ | ۳۱/۵۷ | ۲۷/۶۸ |
| ۱۹ | ۱۲/۷۲ | ۲۴/۳۰ | ۲۳/۰۰ | ۱۴/۳۶ | ۲۲/۵۷ | ۱۶/۳۰ | ۲۴/۱۰ | ۱۹/۷۲ | ۱۹/۶۲ | ۲۱/۰۰ | ۱۸/۲۰ | ۲۳/۴۷ | ۲۴/۸۵ | ۱۹/۳۰ | ۲۲/۱۵ | ۲۲/۱۶ | ۱۷/۷۳ | ۱۶/۱۵ | ۲۷/۹۵ | ۲۵/۹۲ |
| ۲۰ | ۲۱/۲۴ | ۲۰/۱۷ | ۱۹/۳۸ | ۱۴/۱۹ | ۲۳/۹۶ | ۳۱/۰۳ | ۲۸/۴۳ | ۱۸/۴۳ | ۲۲/۸۹ | ۲۴/۸۰ | ۱۵/۷۰ | ۱۹/۱۶ | ۲۳/۰۶ | ۱۶/۶۶ | ۱۸/۲۱ | ۲۶/۰۰ | ۲۸/۶۱ | ۳۴/۰۵ | ۳۰/۸۷ | ۳۱/۱۴ |
| ۲۱ | ۱۴/۴۸ | ۱۱/۹۴ | ۲۴/۲۴ | ۱۳/۱۵ | ۳۲/۹۱ | ۳۱/۰۶ | ۲۹/۸۳ | ۲۸/۹۳ | ۳۰/۱۶ | ۳۲/۸۹ | ۳۲/۳۰ | ۲۶/۰۱ | ۲۷/۰۷ | ۳۲/۶۷ | ۲۵/۹۸ | ۲۶/۰۰ | ۲۸/۱۸ | ۳۳/۲۷ | ۲۵/۵۵ | ۳۳/۴۵ |
| ۲۲ | ۲۰/۴۰ | ۲۰/۸۵ | ۱۷/۱۴ | ۸/۹۱ | ۲۵/۰۹ | ۳۳/۱۰ | ۳۳/۸۱ | ۲۷/۴۴ | ۲۵/۶۵ | ۲۷/۶۵ | ۲۸/۷۴ | ۲۸/۸۲ | ۲۹/۱۸ | ۲۷/۳۴ | ۲۶/۷۵ | ۳۰/۸۸ | ۳۴/۳۷ | ۳۰/۲۹ | ۳۰/۴۷ | ۲۷/۶۴ |
| ۲۳ | ۳۰/۳۸ | ۳۱/۹۳ | ۲۳/۷۰ | ۲۲/۳۲ | ۲۵/۶۳ | ۳۳/۰۴ | ۳۴/۸۵ | ۳۱/۸۵ | ۲۶/۴۴ | ۲۵/۳۸ | ۳۰/۸۴ | ۲۸/۴۶ | ۲۵/۰۱ | ۳۰/۱۲ | ۳۱/۱۲ | ۳۳/۵۲ | ۲۸/۸۹ | ۳۱/۸۳ | ۳۲/۷۷ | ۲۸/۱۳ |
| ۲۴ | ۲۷/۳۴ | ۲۹/۱۸ | ۲۸/۰۲ | ۳۱/۰۸ | ۲۵/۸۱ | ۳۱/۳۵ | ۳۲/۸۸ | ۳۲/۲۸ | ۳۰/۹۰ | ۲۸/۱۶ | ۳۱/۲۲ | ۲۸/۷۸ | ۲۸/۷۸ | ۲۹/۷۹ | ۳۱/۹۴ | ۳۰/۳۹ | ۳۰/۹۱ | ۳۰/۶۲ | ۲۶/۸۸ | ۲۵/۷۱ |
| ۲۵ | ۲۷/۲۵ | ۳۴/۹۸ | ۲۷/۹۴ | ۲۶/۰۶ | ۲۷/۸۷ | ۲۶/۰۱ | ۲۵/۹۹ | ۳۰/۰۲ | ۳۰/۵۸ | ۳۳/۲۵ | ۲۹/۸۷ | ۲۷/۳۵ | ۲۸/۳۹ | ۲۸/۱۰ | ۲۹/۲۸ | ۲۸/۶۱ | ۲۵/۷۰ | ۳۰/۶۲ | ۲۹/۳۲ | ۲۸/۵۹ |
| ۲۶ | ۲۷/۸۲ | ۳۱/۸۷ | ۳۲/۵۰ | ۲۶/۱۶ | ۳۰/۷۷ | ۳۰/۰۸ | ۳۳/۳۳ | ۲۶/۸۱ | ۳۴/۹۲ | ۳۳/۴۳ | ۲۷/۹۸ | ۳۴/۹۲ | ۳۰/۳۳ | ۲۹/۶۷ | ۲۹/۰۱ | ۳۴/۹۲ | ۳۴/۹۲ | ۳۲/۱۶ | ۳۴/۹۲ | ۳۴/۹۲ |

## تجزیه و تحلیل اطلاعات

پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. میانگین سطح مقطع درختان از رابطه $BA = \frac{\pi}{4} \times d^2$ بدست آمد. در این رابطه BA سطح مقطع درختان در هکتار به مترمربع و d قطر درخت به سانتی‌متر است. برای برآورد حجم تک‌تک درختان و نیز موجودی حجمی سرپای درختان در هکتار به سیلو از جدول تاریف چوکا استفاده شد. برای مقایسه بین میانگین مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و حجم بدست آمده از روش‌های مختلف نمونه‌برداری با میانگین بدست آمده از آماربرداری صددرصد از آزمون t تک‌نمونه، استفاده شد.

## نتایج و بحث

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که داده‌های حاصله، از توزیع نرمال پیروی می‌کنند (جدول ۴). نتایج آماربرداری صد در صد نشان داد که میانگین واقعی مشخصه تعداد درختان برابر با ۳۲۰/۲ اصله در هکتار، میانگین واقعی سطح مقطع برابر سینه برابر با ۲۹/۲۴ متر مربع در هکتار و میانگین واقعی حجم برابر با ۳۲۳/۳۱ متر مکعب در هکتار است. سایر پارامترهای واقعی شامل انحراف معیار و درصد ضریب تغییرات برای متغیرهای مورد اندازه‌گیری در آماربرداری صد در صد در جدول ۵ نشان داده شده است.

نتایج نمونه‌برداری به روش تصادفی ساده با مونه بندی و بدون مونه‌بندی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که روش نمونه‌برداری تصادفی ساده همراه با مونه‌بندی از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد. سایر آماره‌های توصیفی در جدول ۶ نشان داده شده است.

نتایج روش نمونه‌برداری منظم تصادفی نشان داد که اجرای این روش همراه با روش مونه‌بندی، همانند روش تصادفی ساده با مونه‌بندی، بدلیل افزایش همگنی و کاهش انحراف معیار، موجب کاهش درصد خطای آماربرداری و افزایش دقت آماربرداری می‌گردد. سایر آماره‌های توصیفی محاسبه شده در جدول ۷ نشان داده شده است.

علاوه بر مقایسه میانگین روش‌های نمونه‌برداری با میانگین واقعی (آماربرداری صد در صد)، در این بررسی از معیار ($E\%^2 \times T$) نیز برای مقایسه نتایج استفاده شد که در آن E% دقت نمونه‌برداری و T زمان کل روش‌های نمونه‌برداری به ساعت است. نتایج مقایسه روش نمونه‌برداری تصادفی ساده برای مشخصه‌های مورد بررسی در جدول ۸ آورده شده است. نتایج نشان داد که روش نمونه‌برداری تصادفی ساده همراه با مونه بندی مقدار ($E\%^2 \times T$) کمتری نسبت به روش نمونه‌برداری تصادفی ساده بدون مونه‌بندی دارد.

مقایسه روش‌های نمونه‌برداری منظم تصادفی همراه با مونه‌بندی و بدون مونه‌بندی براساس معیار ($E\%^2 \times T$) نیز نشان داد که مونه‌بندی دقت روش منظم تصادفی را نیز افزایش داده است. نتایج این مقایسه در جدول ۹ ارائه شده است. همچنین روش منظم تصادفی در حالت‌های مونه‌بندی

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

شده و بدون مونه‌بندی نسبت به روش تصادفی در حالت‌های مشابه، دارای خطای کمتری بوده و از نظر معیار مورد بررسی نیز، ارجحت دارد.

نتایج حاصل از آزمون t تک نمونه نشان داد که بین میانگین مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و حجم بدست آمده از روش‌های نمونه‌برداری تصادفی بدون مونه‌بندی با میانگین بدست آمده از آماربرداری صددرصد در سطح ۰/۰۱، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بین میانگین مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و حجم بدست آمده از روش‌های نمونه‌برداری تصادفی با مونه‌بندی و منظم تصادفی بدون مونه‌بندی با میانگین بدست آمده از آماربرداری صددرصد نیز در سطح ۰/۰۵، اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ اما در مورد روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با مونه‌بندی، اختلافی با میانگین بدست آمده از آماربرداری صددرصد، وجود نداشت (جدول ۱۰).

نتایج نشان داد که جنگل مورد مطالعه دارای سطح مقطع و حجم در هکتار متوسط تا خوب می‌باشد (۱۱). علی‌رغم ناهمسال بودن جنگل مورد مطالعه، داده‌های مربوط به روش‌های نمونه‌برداری مورد بررسی، دارای توزیع نرمال هستند. همچنین حدود اعتماد محاسبه شده برای روش‌های نمونه‌برداری مورد بررسی، میانگین واقعی جامعه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. نتایج حاصله از آزمون t تک‌نمونه نشان داد که به استثنای روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با مونه‌بندی، بین میانگین مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و حجم بدست آمده از سایر روش‌های نمونه‌برداری با میانگین بدست آمده از آماربرداری صددرصد، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۴- نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها برای مشخصه‌های مورد مطالعه

Table 4. Results for normal data test

| | P – value | | |
|---|---|---|---|
| روش‌ها | تعداد (اصله) | سطح مقطع ($m^2$) | حجم ($m^3$) |
| تصادفی ساده | ۰/۴۲۵ | ۰/۰۹۷ | ۰/۳۰۵ |
| منظم تصادفی | ۰/۳۵۱ | ۰/۸۰۶ | ۰/۸۴۱ |
| تصادفی ساده با مونه‌بندی | ۰/۱۷۰ | ۰/۳۳۸ | ۰/۶۰۳ |
| منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۰/۳۸۱ | ۰/۴۷۷ | ۰/۶۱۶ |

جدول ۵- نتایج مربوط به برآورد تعداد، سطح مقطع و حجم در هکتار در آماربرداری صددرصد

Table 5. Results of estimating the number, basal area and standing trees volume per hectare in census method

| مشخصه | میانگین واقعی | ضریب تغییرات (٪) |
|---|---|---|
| تعداد (اصله در هکتار) | ۳۲۰/۲±۱۵۰/۱ | ۴۶/۸۷ |
| سطح مقطع (مترمربع در هکتار) | ۲۹/۲۴±۹/۳۱ | ۳۱/۶۳ |
| حجم (سیلو در هکتار) | ۳۲۳/۳۱±۱۲۰/۵۲ | ۳۷/۲۷ |

جدول ۶- نتایج مربوط به برآورد تعداد، سطح مقطع و حجم در هکتار در نمونه‌برداری تصادفی ساده و مونه‌بندی

Table 6. Results of estimating the number, basal area and standing trees volume per hectare in simple random and stratified sampling

| مشخصه | روش | میانگین | انحراف معیار | درصد خطای آماری | درصد ضریب تغییرات |
|---|---|---|---|---|---|
| تعداد در هکتار | تصادفی بدون مونه‌بندی | ۲۹۸/۱ | ۱۵۶/۸۲ | ۱۱/۳۲ | ۵۲/۶۱ |
| (اصله) | تصادفی با مونه‌بندی | ۳۰۷/۸ | ۵۴/۳۸ | ۴ | ۱۷/۶۶ |
| سطح مقطع برابر سینه | تصادفی بدون مونه‌بندی | ۳۰/۹۴ | ۱۱/۶۵ | ۸/۴۰ | ۳۷/۶۵ |
| (مترمربع در هکتار) | تصادفی با مونه‌بندی | ۲۸/۴۴ | ۴/۴۰ | ۳/۵۰ | ۱۵/۴۷ |
| حجم | تصادفی بدون مونه‌بندی | ۳۰۸/۶۶ | ۱۳۸/۹۴ | ۱۲/۲۰ | ۴۵/۰۱ |
| (سیلو در هکتار) | تصادفی با مونه‌بندی | ۳۲۰/۷۷ | ۴۹/۹۹ | ۳/۶۰ | ۱۵/۵۸ |

جدول ۷- نتایج مربوط به برآورد تعداد، سطح مقطع و حجم در هکتار در نمونه‌برداری منظم تصادفی و مونه‌بندی

Table 7. Results of estimating the number, basal area and standing trees volume per hectare in systematic random and stratified sampling

| مشخصه | روش | میانگین | انحراف معیار | درصد خطای آماری | درصد ضریب تغییرات |
|---|---|---|---|---|---|
| تعداد در هکتار | منظم تصادفی بدون مونه‌بندی | ۳۱۳/۳ | ۱۴۵/۱۲ | ۱۰/۵ | ۴۶/۳۱ |
| (اصله) | منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۳۰۰/۲ | ۴۶/۳۱ | ۳/۵ | ۱۵/۴۲ |
| سطح مقطع برابر سینه | منظم تصادفی بدون مونه‌بندی | ۳۱/۴۶ | ۹/۹ | ۷ | ۳۱/۴۶ |
| (مترمربع در هکتار) | منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۲۸/۱۴ | ۳/۵ | ۲/۸ | ۱۲/۴۳ |
| حجم | منظم تصادفی بدون مونه‌بندی | ۳۲۰/۳۲ | ۱۱۹/۲۴ | ۸/۵ | ۳۷/۲۲ |
| (سیلو در هکتار) | منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۳۳۷/۲۷ | ۴۸/۴۷ | ۳/۳ | ۱۴/۳۷ |

جدول ۸- مقایسه روش نمونه‌برداری تصادفی ساده براساس معیار ($E\%^2 \times T$)

Table 8. Comparison of simple random sampling on the base of "$E\%^2 \times T$" criteria

| مشخصه | روش | $(E\%)^2$ | T | $(E\%)^2 \times T$ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد در هکتار | تصادفی بدون مونه‌بندی | ۱۲۸/۱۴ | ۲۵/۴ | ۳۲۵۴/۸۱ |
| | تصادفی با مونه‌بندی | ۱۴/۴۴ | ۲۸/۱ | ۴۰۵/۷۶ |
| سطح مقطع برابر سینه در هکتار | تصادفی بدون مونه‌بندی | ۶۵/۶۱ | ۲۵/۴ | ۱۶۶۶/۵۰ |
| | تصادفی با مونه‌بندی | ۱۱/۰۲ | ۲۸/۱ | ۳۰۹/۶۶ |
| حجم در هکتار | تصادفی بدون مونه‌بندی | ۹۳/۷۰ | ۲۵/۴ | ۲۳۷۹/۹۸ |
| | تصادفی با مونه‌بندی | ۱۱/۲۲ | ۲۸/۱ | ۳۱۵/۲۸ |

– E% دقت نمونه‌برداری و T زمان کل روش‌های نمونه‌برداری به ساعت است.

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

جدول ۹- مقایسه روش نمونه‌برداری منظم تصادفی براساس معیار ($E\%^2 \times T$)

Table 9. Comparison of systematic random sampling on the base of "$E\%^2 \times T$" criteria

| مشخصه | روش | $E\%^2$ | T | $(E\%^2 \times T)$ |
|---|---|---|---|---|
| تعداد در هکتار | منظم تصادفی بدون مونه‌بندی | ۹۹/۲ | ۲۶/۷ | ۲۶۴۸/۶۸ |
| | منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۱۰/۹۵ | ۲۹/۳ | ۳۲۱/۰۱ |
| سطح مقطع برابر سینه در هکتار | منظم تصادفی بدون مونه‌بندی | ۴۵/۸۳ | ۲۶/۷ | ۱۲۲۳/۶۶ |
| | منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۷/۱۲ | ۲۹/۳ | ۲۰۸/۶۲ |
| حجم در هکتار | منظم تصادفی بدون مونه‌بندی | ۶۴/۱۴ | ۲۶/۷ | ۱۷۱۲/۵۴ |
| | منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۹/۵۴ | ۲۹/۳ | ۲۷۹/۵۲ |

- E% دقت نمونه‌برداری و T زمان کل روش‌های نمونه‌برداری به ساعت است.

جدول ۱۰- نتایج آزمون t تک نمونه برای مقایسه روش‌های نمونه‌برداری با آماربرداری صددرصد

Table 10. Results of one-sample t-test for comparison of sampling methods and census method

| | P – value | | |
|---|---|---|---|
| روش‌ها | تعداد (اصله) | سطح مقطع ($m^2$) | حجم ($m^3$) |
| تصادفی ساده | ۰/۰۰۹** | ۰/۰۰۵** | ۰/۰۰۴** |
| منظم تصادفی | ۰/۰۳۸* | ۰/۰۲۶* | ۰/۰۱۲* |
| تصادفی ساده با مونه‌بندی | ۰/۰۱۷* | ۰/۰۱۴* | ۰/۰۱۶* |
| منظم تصادفی با مونه‌بندی | ۰/۰۵۹ns | ۰/۰۵۷ns | ۰/۰۶۱ns |

*: معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد، ns: عدم معنی‌داری

بطور کلی، مونه‌بندی باعث کاهش خطای آماربرداری شده است که دلیل آن قرار گرفتن قطعات همگن در کنار هم و به دنبال آن کاهش انحراف معیار و افزایش دقت آماربرداری است؛ بنابراین اگر معیار مقایسه روش‌های نمونه‌برداری، صرفا براساس دقت آماربرداری باشد، روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی دارای دقت بیشتری است. بالعکس چنانچه ملاک مقایسه روش‌ها، زمان نمونه‌برداری (هزینه آماربرداری) باشد، روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی زمان بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج ارزیابی روش‌های نمونه‌برداری مورد بررسی با استفاده از معیار ($E\%^2 \times T$) (۱۲)، نشان داد که مقدار این معیار، در روش‌های نمونه‌برداری تصادفی ساده و منظم تصادفی همراه با مونه‌بندی برای مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری کمتر از روش‌های نمونه‌برداری بدون مونه‌بندی و در مونه‌بندی بین روش‌های تصادفی ساده و منظم تصادفی، روش منظم تصادفی با مونه‌بندی دارای کمترین مقدار معیار مورد بررسی در برآورد مشخصه‌های تعداد درختان، سطح مقطع و حجم می‌باشد. اخوان و همکاران (۲) نیز نشان دادند که به‌کارگیری روش منظم تصادفی همراه با مونه‌بندی نسبت به روش منظم تصادفی مناسب‌تر است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین فلاح و همکاران (۸) نشان دادند که برای برآورد مشخصه‌های سطح تاج پوشش جنگل‌های زاگرس، روش خط نمونه نسبت به روش مونه‌بندی مناسب‌تر است که با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد. دلایل اختلاف نتایج می‌تواند مربوط به نوع مشخصه مورد بررسی، تفاوت در منطقه مورد مطالعه و نوع جنگل و تراکم توده‌های مورد بررسی باشد. در ضمن کاربرد اصلی روش خط نمونه در داخل کشور در زمینهٔ برآورد درصد تاج پوشش برای بررسی صحت طبقه‌بندی تراکمی جنگل بوده است (۲۴). البته لازم به ذکر است که بین میانگین‌های برآورد شده در مطالعه فلاح و همکاران (۸) در هر چهار روش نمونه‌برداری، تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و نتیجه میانگین بدست آمده در هر چهار روش مورد بررسی، برای برآورد تاج پوشش، قابل قبول بوده است.

تحقیقات دیگر نیز نشان داده‌اند که بین روش‌های منظم تصادفی و خط نمونه در برآورد میانگین مشخصه‌های کمی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۷،۳). همسویی کامل نتیجه تحقیقات اخوان و همکاران (۲) با تحقیق حاضر نیز مربوط به مشابهت نوع مشخصه توده‌های مورد بررسی است که در هر دو مورد، درباره موجودی توده‌های جنگلی بررسی شده است. همچنین مطالعات انجام شده نیز نشان داده است که با توجه به معیار ($E\%^2 \times T$)، روش منظم تصادفی همراه با مونه‌بندی، در برآورد مشخصه‌های تعداد در هکتار جنگل‌های زاگرس نتایج مناسبی دارد (۱۹) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین در تحقیقات بسیاری از محققین، دقت و صحت بالایی از نتایج مربوط به روش مونه‌بندی در مقایسه با روش‌های بدون مونه‌بندی، مشاهده شده است (۱۶،۲۹،۲۸،۲۷،۲۱) که با نتایج این تحقیق، همسو است.

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که مونه‌بندی خطای آماربرداری را کاهش داده و روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی دارای دقت بیشتری است. در حالی که روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی زمان بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج ارزیابی همچنین نشان داد که مقدار معیار ($E\%^2 \times T$)، در روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه‌بندی برای مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری، کمتر از روش‌های نمونه‌برداری بدون مونه‌بندی و در روش‌های با مونه‌بندی، روش منظم تصادفی با مونه‌بندی دارای کمترین مقدار معیار مورد بررسی است. همچنین حدود اعتماد محاسبه شده برای روش‌های نمونه‌برداری مورد بررسی، میانگین واقعی جامعه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. به استثنای روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با مونه‌بندی، بین میانگین مشخصه‌های مورد بررسی با میانگین بدست آمده از آماربرداری صددرصد، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بدین ترتیب، اجرای روش‌های نمونه‌برداری همراه با مونه بندی، باعث افزایش دقت برآورد مشخصه‌های مورد بررسی و کاهش مقدار معیار ($E\%^2 \times T$)، شده است؛ بنابراین از بین روش‌های مورد بررسی، روش منظم تصادفی با مونه‌بندی،

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

روشی مناسب‌تر برای برآورد مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و موجودی حجمی سرپای درختان در جنگل‌های منطقه مورد مطالعه، می‌باشد.

## منابع


1. Ahmadzadeh kishdareh, H. 2014. Estimation The effect of classification forest on the sampling accuracy (Case Study: Guilan forests, Iran), MSc thesis, Natural Resources faculty of the University of Guilan, 82 pp (In Persian).
2. Akhavan, R., M. Zobeiry and M. Namiranian. 2002. A study of stratification method for volume estimation in Kheyroodkenar Forest, Iranian Journal of Natural Resources, 54(3): 235-245 (In Persian).
3. Alijanpour, A., M. Zobeiry, M.R. Mavi Mohajer and N. Zargham. 2004. An investigation of the best statistic sapling method in forests of Aras-baran, Iranian Journal of Natural Resources, 56(4): 397-406 (In Persian).
4. Amini, M., H. Habashi and R. Amini. 2007. A survey on the accuracy of the inventory method of sample plots with $1000m^2$under random-systematic network for estimation of amount and distribution of stand volume, basal area and tree number in diameter classes, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 195-206 (In Persian).
5. Barnes, B.V., K.S. Pregitzer, T.A. Spies and V.H. Spooner. 1982. Ecological forest site classification, Journal of Forestry, 80(8): 493-498.
6. Cochran W.G. 1977. Sampling Techniques, Third edition, John Wiley, New York, 448 pp.
7. Eshagh Nimvari, J., M. Zobeiry, H. Sobhani and H. Pourshafie Zanganeh. 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 (In Persian).
8. Fallah, A., M. Zobeiry, A. Rahimpour Sisakht and H. Naghavi. 2012. Investigation on Four Sampling Methods for Canopy Cover Estimation in Zagros OakForests (Case study: Mehrian Forests of Yasuj City), Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(2): 194-203 (In Persian).
9. Gregoire, T. and H. Valentine. 2008. Sampling Strategies for Natural Resources and the Environment, Chapman and Hall, 494 pp.
10. Hamidi, S.K., A. Fallah, M. Bayat and S.A. Hosseini Yekani. 2017. Determining the Forest Volume Growth using Permanent Sample Plots (Case Study: Farim Forest, Jojadeh District). Ecology of Iranian Forest, 4(8): 1-8 (In Persian).
11. Hassanzad Navroodi, I., M. Namiranian, M.R. Mavi Mohajer and P. Azizi. 2000. An investigation of the effect of slope and altitude on the extent of growing stock of natural beech (Fagus orientalis) in Asalem, Iranian Journal of Natural Resources, 53(3): 201-215 (In Persian).
12. Hassanzad Navroodi, I. 2002. Determining the most adequate inventory network dimensions and sample plot area for inventory of forest stands of Iran northern, Natural Resources Conference, Chalus Islamic Azad University: 171-182 (In Persian).
13. Hassanzad Navroodi, I. and H. Seyedzadeh. 2013. Effects of Shelterwood Method on Some Important Forest Stands Features in Shafarood District Nine of Guilan. Ecology of Iranian Forest, 1(2): 41-56 (In Persian).
14. Holopainen, M. 1998. Forest habitat mapping by means of digitized aerial photographs and multi spectral airborne measurements, Publication of the Department of Forest Resource Management, University of Helsinki, 48 pp.
15. Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beers. 1982. Forest Mensuration, Roland Press Company, Third edition New York, 402 pp.
16. Jing, L., K. Tian and J.Z. Huang. 2015. Stratified feature sampling method for ensemble clustering of high dimensional data, Pattern Recognition, 48(11): 3688-3702.
17. Loetsch, F., F. Zohrer and K.E. Haller. 1973. Forest inventory, Second edition, Munchen: BLV Verlagsgesellschaft, 905 pp.
18. Mahdavi, A., M. Zobeiry and M. Namiranian. 2002. Trends of quantitative and qualitative alterations of Mangrove forests in GHeshm area using 1967 and 1994 aerial photos, Iranian Journal of Natural Resources, 55(3): 377-486 (In Persian).
19. Mandallaz, D. 2008. Sampling Techniques for Forest Inventories, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, 256 pp.
20. Mirzaei, M., A.E. Bonyad, M. Mohebi Bijarpas and F. Golmohammadi. 2015. Easy and quick survey method to estimate quantitative characteristics in the thin forests, Journal of Forest and Environmental Science, 31(2): 73-77 (In Persian).
21. Peltoniemi, M., J. Heikkinen and R. Mäkipää. 2007. Stratification of regional sampling by model-predicted changes of carbon stocks in forested mineral soils. Silva Fennica 41(3): 527-539.
22. Saborowski J., A. Marx, J. Nagel and T. Beckmann. 2010. Double sampling for stratification in periodic inventories-Infinite population approach, Forest Ecology and Management, 260: 1886-1895.


[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]

[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

23. Sarndal, C.E., B. Swensson and J. Wretman. 2003. Model Assisted Survey Sampling, Springer, Berlin.
24. Schreuder, H.T., T.G. Gregoire and G.B. Wood. 1993. Sampling Methods for Multi-resource Forest Inventory, Wiley, New York.
25. Sohrabi, H., Y. Askari and M. Zobeiry. 2013. Accuracy of Line Sampling Method for Estimating Canopy Cover and Density of Zagros Forests in Chartagh, Ardal, Journal of Forest and Wood Products (Iranian Journal of Natural Resources), 66(3): 267-276 (In Persian).
26. Sparks, J. and R. Masters. 2002. Comparative evaluation of accuracy and efficiency of six forest sampling methods, Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, 82: 49-56.
27. Stehman, S.V., M.C. Hansen, M. Broich and P.V. Potapov. 2011. Adapting a global stratified random sample for regional estimation of forest cover change derived from satellite imagery, Remote Sensing of Environment, 115: 650-658.
28. Wallenius, K., R.M. Niemi and H. Rita. 2011. Using stratified sampling based on pre-characterisation of samples in soil microbiological studies, Applied Soil Ecology, 51: 111-113.
29. Ye, Y., Q. Wua, J.Z. Huang, M.K. Ng and X. Li. 2013. Stratified sampling for feature subspace selection in random forests for high dimensional data, Pattern Recognition, 46: 769-787.
30. Zobeiry, M. 1994. Forest Inventory (measurement of tree and stand). Tehran University Publications, 401 pp (In Persian).
31. Zobeiry, M. 2002. Forest Biometry. Tehran University Press, 411 pp (In Persian).

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]
[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]

# A Study on the Accuracy and Precision of Estimation of the Number, Basal Area and Standing Trees Volume per Hectare Using of some Sampling Methods in Forests of NavAsalem

**Iraj Hassanzad Navroodi[1], Homeyra Ahmadzadeh[2] and Amir Eslam Bonyad[3]**

1- Associate Professor, University of Guilan, (Corresponding author: iraj.hassanzad@gmail.com)
2- Graduated student, University of Guilan
3- Professor, University of Guilan
Receive: November 20, 2016 Accepted: January 8, 2017

## Abstract

The present study aimed to investigate the accuracy and precision estimation of the number, basal area and volume of the standing trees by methods of random and systematic random sampling in the forests of West Guilan. The cost or inventory time was determined using the criteria ($E\%^2 \times T$). Inventory was carried out by complete sampling (census) in an area of 52 hectares. The study area (section 11, district 2, Nav forests, Asalem) was divided into 520 rectangular plots (50m×20m) and each plot was measured separately. Measured characteristics were the kind of tree species, diameter at breast height and height. After inventory operation, the study area was stratified based on forest density. In each stratum, sampling was carried out by simple random sampling and systematic random sampling. The results showed that implementation of stratified sampling has reduced the sampling error and increased the sampling time for estimating the characteristics of abundance, basal area and standing volume of trees per ha in the study area. Amount of criterion ($E\%^2 \times T$) in stratified sampling was less than sampling without stratification and between stratified samplings; stratified random systematic sampling had the lowest value. Therefore, among the studied methods, stratified random systematic sampling, due to high precision and minimum criteria of ($E\%^2 \times T$), was a suitable method for evaluation of the number, Basal area and volume of standing trees in the study area.

**Keywords:** Cost and Precision, Stratification, Nav Asalem, Sampling

[ Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.1.3 ]

[ DOI: 10.29252/ifej.7.13.1 ]