دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

برآورد ضایعات چوبی در جنگل فندقلوی اردبیل با استفاده از نمونه‌برداری خطی

فرشاد کیوان‌بهجو[۱] و سعید نبوی[۲]

۱- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسوول: farshad.keivan@gmail.com)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۶

چکیده

ضایعات چوبی یک جز ساختاری و عملکردی مهم از اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشند و نقش مهمی را در چرخش مواد غذایی، خیره کربن در بلندمدت، زادآوری درخت و حفظ تنوع زیستی ایفا می‌نماید. بدین لحاظ، مطالعات در جهت بررسی و تعیین میزان، نحوه اندازه‌گیری و توزیع مکانی ضایعات چوبی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. برای برنامه‌ریزی صحیح در مورد ضایعات چوبی در جنگل‌های فندقلو نخست باید بتوان به اندازه‌گیری صحیح این ضایعات با یک روش آماری مناسب پرداخت. این تحقیق با هدف ارزیابی کارایی روش نمونه‌برداری خطی به‌منظور برآورد ضایعات چوبی در این جنگل‌ها و تعیین مناسب‌ترین روش اندازه‌گیری در نمونه‌برداری خطی انجام شد. بدین منظور، روش خط‌نمونه با روش‌های محاسبه بر اساس تئوری احتمالات، فرمول هوبر و فرمول اسمالیان به کار گرفته شد و در انتها با مقایسه آن با روش آماربرداری صد در صد با استفاده از تجزیه واریانس و روش دانکن، نتیجه‌گیری گردید که روش خط‌نمونه بر اساس تئوری احتمالات بهترین روش اندازه‌گیری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ضایعات چوبی، نمونه‌برداری خطی، مدل‌سازی، جنگل فندقلو

مقدمه

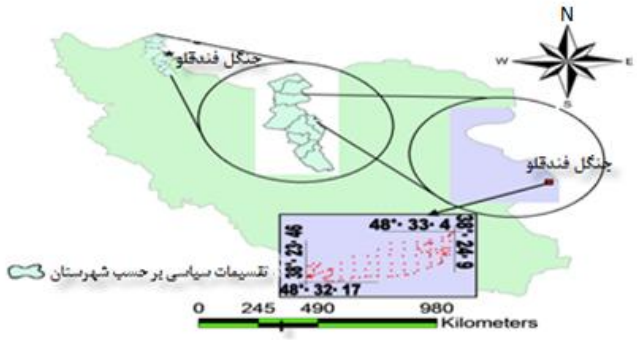
در سال‌های اخیر بر روی کره زمین ، مساحت جنگل‌ها در گذر زمان کاهش‌یافته است. این در حالی است که تقاضا برای محصولات جنگلی افزایش‌یافته است. این شرایط معضل بزرگی برای مدیریت پایدار جنگل می‌باشد (۵). در عرصه‌های جنگلی، در اثر عوامل طبیعی مانند وزش بادهای تند یا جاری شدن سیلاب‌ها و همچنین عوامل غیرطبیعی مانند فعالیت‌های انسانی، از قبیل فعالیت‌های تخریب گرانه تفرج گران و برداشت غیراصولی محصولات چوبی و غیرچوبی از جنگل و دیگر عواملی از این دست، باعث حضور ضایعات چوبی درشت در کف جنگل و باقی ماندن آن‌ها در سطح می‌گردد. امروزه در کشور ایران به دلیل افزایش نیاز چوبی و کمبود منابع چوب، از این ضایعات چوبی به‌عنوان منبعی مناسب در جهت رفع بخشی از نیاز چوبی استفاده می‌شود. در جنگل‌های پرشیب شمال ایران شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی و روش بهره‌برداری گرده‌بینه کوتاه و بلند اعمال می‌شود. در شیوه تک‌گزینی درختان نشانه‌گذاری شده در سطح جنگل پراکنده هستند. همچنین در روش گرده‌بینه، تنه و شاخه‌های قطورتر از ۲۰ سانتی‌متر درختان انداخته‌شده با برش‌های عرضی تبدیل به قطعات استوانه‌ای به طول‌های موردنیاز صنایع مصرف‌کننده می‌شوند، این قطعات گرده‌بینه نامیده می‌شود(۱۲). بر اساس آمار ارائه‌شده حدود ۵۲ درصد از چوب‌های برداشت‌شده از جنگل‌های شمال هیزمی بوده و قابل‌استفاده در صنایع نامبرده هستند، اما این مقدار کمتر از میزان موردنیاز این صنایع است (۳). ضایعات چوبی در یک توده جنگلی به چوب‌های در حال پوسیده شدن، نظیر خشکه‌دارهای سرپا، یا افتاده یا شاخه‌های افتاده شده در کف جنگل با قطر میانی بیشتر از چهار سانتی‌متر اطلاق می‌گردد. ضایعات چوبی یک جز ساختاری و عملکردی مهم از اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشند و نقش مهمی را در چرخش مواد غذایی، ذخیره کربن در بلندمدت، زادآوری درخت و حفظ تنوع زیستی ایفا می‌کند. بدین لحاظ مطالعات در جهت بررسی میزان و توزیع مکانی ضایعات چوبی درشت از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (۴). برای برنامه‌ریزی صحیح در مورد ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های فندقلو، نخست باید بتوان به اندازه‌گیری این ضایعات پرداخت و به چگونگی ارتباط میزان این مازاد مقطوعات با عوامل و فاکتورهایی مثل شیب زمین و فاصله از مناطق تفرجی دست‌یافت. با توجه به کاربردهای زیادی که ضایعات چوبی درشت می‌توانند در اکوسیستم داشته باشند ارائه روشی علمی و دقیق و کم‌هزینه برای برآورد این ضایعات ضروری می‌باشد. کیوان بهجو و همکاران (۴)، اقدام به برآورد حجمی و وزنی مازاد مقطوعات عملیات قطع با استفاده از روش خط نمونه در حوزه آبخیز چفرود شاندرمن نمودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش نمونه‌برداری خطی بهترین روش برای برآورد مازاد مقطوعات در جنگل‌های شمال ایران می‌باشد. علیجانپور (۱)، در مطالعه خود در جنگل‌های ارسباران بیان داشت که میانگین تعداد در هکتار درختان و سطح مقطع برابر با سینه در هکتار، به‌طور معنی‌داری در منطقه حفاظت‌شده بیش‌تر از منطقه غیر حفاظتی است. توانکار و بنیاد (۱۰)، به ارزیابی حجم و مشخصات مازاد ضایعات چوبی در بهره‌برداری پارسلی به مساحت ۴۱ هکتار از جنگل‌های کوهستانی راشستان ناو اسالم پرداختند. ایشان بیان داشتند که حجم، وزن و تعداد مازاد مقطوعات باقی‌مانده در عرصه پارسل بعد از عملیات بهره‌برداری به ترتیب ۳/۶ مترمکعب، ۲/۵ تن و ۲۳۳ قطعه چوب در هکتار بوده است. ماساهیکو (۷)، در مطالعه خود بیان

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

داشت که در بهره‌برداری از جنگل‌های ژاپن ۱۶/۷ درصد از حجم کل قطع را مازاد مقطوعات تشکیل دادند. ون وگنر و ویلسون (۱۳)، سه روش اندازه‌گیری را در نمونه‌برداری خطی به کار بردند (اندازه‌گیری در محل قطع راستای خطنمونه و قطعه- اندازه‌گیری در دو سر قطعه- اندازه‌گیری در میانه قطعه). آزمون t نشان داد به‌احتمال ۹۵٪ اختلاف میانگین حجم در هکتار در روش قطر در دو انتها با دو روش دیگر معنی‌دار است ولی اختلاف میانگین حجم در دو روش اندازه‌گیری قطر در محل تقاطع با خطنمونه و اندازه‌گیری قطر در میانه قطعه معنی‌دار نیست. مارشال و همکاران (۶)، از روش خطنمونه برای برآورد ضایعات چوبی درشت در جنگل استفاده کردند. با استفاده از این روش پارامترهای حجم، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات در هکتار برآورد گردید. بریان و همکاران (۲)، به مطالعه تأثیر نوع جنگل و تخریب بر روی تنوع ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های سوزنی‌برگ پرداختند. ایشان نتیجه‌گیری نمودند که جنگل آمیخته، دارای تنوع در ضایعات چوبی بیشتری نسبت به توده‌های سوزنی‌برگ می‌باشد. ساتو (۹)، به مطالعه میزان موجودی ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های کهن‌سال جنوب‌غربی ژاپن پرداخت. او به این نتیجه رسید که با تغییر شرایط توپوگرافی میزان ضایعات چوبی درشت نیز تغییر می‌کند. حضور گردشگر در جنگل فندقلوی اردبیل موجب استفاده زیاد از ضایعات چوبی درشت به‌منظور فعالیت‌هایی مثل کباب زدن شده است که این مهم خود می‌تواند عاملی در جهت کاهش تنوع زیستی در این جنگل محسوب گردد از طرف دیگر تاکنون در هیچ‌یک از طرح‌های جنگلداری اجراشده یا در حال اجرا در جنگل‌های ارسباران، اقدام به محاسبه ضایعات چوبی نشده است لذا در این مطالعه، سعی بر آن است تا با این مهم، مقدمات رسیدن به مدیریت پایدار و استفاده بهینه از همه خدمات جنگل فراهم آید. برای انتخاب روش بهینه آماربرداری به‌منظور برآورد ضایعات چوبی در جنگل‌های فندقلو، روش خطنمونه (ترانسکت) با روش‌های محاسبه بر اساس تئوری احتمالات، فرمول هوبر و فرمول اسمالیان به کار گرفته می‌شود تا در انتها مناسب‌ترین روش از بین سه روش فوق انتخاب گردد تا در آینده در صورت مناسب بودن هر یک از این روش‌های اندازه‌گیری، مسئولان و مهندسان جنگلداری در طرح‌های اجرایی خود با استفاده از نتایج این تحقیق با دقت قابل قبول و حداقل هزینه (زمان) از روش مناسب استفاده نمایند. اهداف این تحقیق شامل الف- ارائه‌ی روشی برای محاسبه پارامترهایی از ضایعات چوبی درشت در جنگل فندقلو، ب- تعیین میزان ضایعات چوبی درشت در اکوسیستم جنگل در کلاسه‌های شیبی و تفرجی مختلف می‌باشد.

منطقه مورد بررسی

منطقه جنگلی فندقلو دارای مساحت کل ۴۳۷۸ هکتار است که ۹۱۳ هکتار آن را جنگل و ۳۲۳۳ هکتارش را مرتع و بقیه را اراضی کشاورزی و مستثنیات قانونی اشخاص و سازمان‌ها تشکیل می‌دهند که تحت مدیریت و حفاظت اداره کل منابع طبیعی استان اردبیل می باشد. این تحقیق در قسمتی از جنگل فندقلوی اردبیل به مساحت ۵۹ هکتار که تحت تأثیر فعالیت تفرجی بود، انجام شد (شکل ۱). منطقه مورد تحقیق از نظر فرم جنگل جزو جنگل‌های شاخه زاد و در فاصله‌ی ۲۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان اردبیل به‌طرف آستارا و در ۱۰ کیلومتری شهرستان نمین بین ´۲۳ و°۳۸ تا ´۲۴ و°۳۸ عرض شمالی و ´۳۲ و °۴۸ تا ´۳۳ و °۳۸ اردبیل واقع‌شده است. ارتفاع منطقه موردبررسی ۱۳۷۰ تا ۱۴۸۰ متر از سطح دریا است. بر اساس آمار ۲۵ ساله ایستگاه هواشناسی نمین که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه موردتحقیق است، میزان متوسط بارندگی سالیانه ۳۷۸/۹ میلی متر بوده که حداقل آن ۳۱۲/۵ میلی‌متر و حداکثر آن ۵۰۹ میلی‌متر است.



شکل ۱- موقعیت منطقه موردتحقیق
Figure 1. Location of the study area

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

مواد و روش‌ها

اجرای آماربرداری صد درصد

ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه و سپس طی جنگل گردشی نحوه پراکنش مازاد مقطوعات در جنگل موردبررسی مشخص می‌گردد. سپس اقدام به اندازه‌گیری مازاد مقطوعات می‌گردد. مساحت کل منطقه‌ی مورد آماربرداری حدود ۷۰ هکتار می‌باشد. در مورد نحوه اجرای کار باید ذکر گردد هر قطعه به دو روش اندازه‌گیری خواهد شد. در روش اول با استفاده از فرمول هوبر (رابطه ۱)، ابتدا طول قطعه و قطر میانه قطعه همچنین نوع گونه‌ای که قطعه متعلق به آن است و زمان لازم برای اندازه‌گیری محاسبه می‌گردد. در روش دوم ابتدا طول قطعه و قطر قطعه در دوسر (بزرگ و کوچک) قطعه همچنین نوع گونه‌ای که قطعه متعلق به آن است و زمان لازم برای اندازه‌گیری بر اساس فرمول اسمالیان (رابطه ۲) محاسبه می‌گردد.

$$V_h = \frac{® * d_m^2}{40000} * l \qquad \text{رابطه (۱)}$$
$$W_h = V_h * D$$

dm : قطر در میانه قطعات (سانتی‌متر)، D: وزن مخصوص هر قطعه با توجه به نوع گونه (گرم بر سانتیمتر مکعب)، W_h , V_h: حجم و وزن بدست آمده با استفاده از فرمول هوبر (تن–مترمکعب).

در روش دوم ابتدا طول قطعه و قطر قطعه در دوسر (بزرگ و کوچک) قطعه همچنین نوع گونه‌ای که قطعه متعلق به آن است و زمان لازم برای اندازه‌گیری بر اساس فرمول اسمالیان (رابطه ۲) محاسبه می‌گردد.

$$V_s = \frac{® * (\frac{d_1 + d_2}{2})^2}{40000} * l \qquad \text{رابطه (۲)}$$
$$W_s = V_s * D$$

l: طول قطعه (متر)، d_1: قطر قطعه در سر نازک (سانتی‌متر)، D: وزن مخصوص هر قطعه با توجه به نوع گونه (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، d_2:قطر در سر کلفت (سانتی‌متر)، W_s , V_s: وزن و حجم بدست آمده با استفاده از فرمول اسمالیان
(تن–مترمکعب).

اجرای نمونه‌برداری خطی

در این روش مساحت وجود ندارد. در این روش نمونه‌برداری در راستای یک خط حرکت نموده و مقطوعاتی که محور مرکزی آن‌ها با راستای خط برخورد داشته باشند، اندازه‌گیری می‌شوند (۶). نحوه کار بدین طریق است که ابتدا شبکه‌ای طراحی می‌گردد که محل برخورد اضلاع شبکه‌ها به‌عنوان نقطه شروع خطنمونه‌ها انتخاب می‌گردد. سپس خطوط با طول مشخصی و با زاویه‌ای که به‌طور تصادفی انتخاب می‌گردد، پیاده می‌شود.

محاسبات لازم در نمونه‌برداری خطی

پارامترهایی که با استفاده از روش نمونه‌برداری خطی در مورد مازاد مقطوعات برآورد می‌باشند شامل حجم در هکتار، وزن در هکتار، سطح تحت پوش مازاد مقطوعات در هکتار و تعداد قطعه در هکتار می‌باشند.

حجم به ازای واحد سطح به‌وسیله قطعاتی که محور مرکزی آن‌ها باراستای خطنمونه برخورد کرده‌اند با استفاده از رابطه ۳ قابل‌محاسبه می‌باشد (۶).

$$Y_i(m^3/ha) = \frac{®^2}{8L} \times \sum_{j=1}^{m_j} \frac{d_{ij}^2}{\cos^a{}_{ij}} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

dij: قطر قطعه j در خطنمونه i به سانتی‌متر، L: طول خطنمونه به متر، $Cos^a{}_{ij}$: زاویه بین قطعه j با راستای خطنمونه i: Y_i میزان حجم در هکتار برآورد شده در این روش در خطنمونه i به مترمکعب در هکتار.

در این بررسی از تعیین میزان زاویه افقی قطعه (زاویه‌ای که راستای خطنمونه و راستای قطعه‌ی موردبررسی در جهت افقی باهم می‌سازند) صرف‌نظر شده است (در اکثر مطالعات در نظر گرفته نمی‌شود) زیرا زاویه افقی در اکثر موارد کمتر از ۱۰ درجه می‌باشد و درنتیجه نهائی تأثیر زیادی نخواهد گذاشت.

برای برآورد میزان وزن در هکتار به تن مقدار حجم در هکتار بدست آمده در هر خطنمونه در میزان وزن مخصوص مقطوعاتی که با راستای خطنمونه برخورد داشته‌اند ضرب می‌گردد که با استفاده از رابطه ۴ قابل برآورد می‌باشد (۶).

$$W_i(ton/ha) = Y_i(m^3/ha) \times D \qquad \text{رابطه (۴)}$$

برای برآورد سطح تحت پوشش مازاد مقطوعات در خطنمونه از رابطه ۵ استفاده شد (۶):

$$Y_i(m^2/ha) = \frac{50 \times ®}{L} \times \sum_{j=1}^{m_j} \frac{d_{ij}}{\cos^a{}_{ii}} \qquad \text{رابطه (۵)}$$

d_{ij}: قطر قطعه i در خطنمونه j به سانتی‌متر، Л: مقدار ثابت (۳/۱۴)، L : طول خطنمونه به متر، Cosλij: زاویه بین قطعه با راستای خطنمونه، Yi: سطح پوشیده شده توسط مازاد مقطوعات به مترمکعب (۶).

جهت برآورد تعداد قطعه در هکتار در یک خطنمونه نیز از رابطه ۶ استفاده گردید:

$$Y_i(\text{قطعه} \quad /ha) = \frac{10000®}{2 \times L} \times \sum_{i=1}^{m_j} \frac{1}{(l_{ii} \times \cos^a{}_{ii})} \qquad \text{رابطه (۶)}$$

l_{ij} : طول قطعه i در خطنمونه j به متر، Л: مقدار ثابت (۳/۱۴)، L: طول خطنمونه به متر، $Cos^a{}_{ij}$: زاویه بین قطعه i با راستای خطنمونه j به درجه، Yi: تعداد قطعه در هکتار در خطنمونه.

مقایسه نتایج حاصل از آماربرداری صد درصد و نمونه‌برداری

میانگین حجم، وزن، سطح پوشیده شده و تعداد ضایعات چوبی درشت به‌دست آمده از آماربرداری صد درصد با میانگین‌های حجم، وزن، سطح پوشیده شده و تعداد ضایعات چوبی درشت حاصل از نمونه‌برداری خطی (هوبر، اسمالیان و احتمالات) بعد از انجام تجزیه واریانس، بعد از آزمون همگنی واریانس‌ها و در صورت دارا بودن شرایط استفاده از آمار

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

پارامتری با استفاده از آزمون آماری دانکن مقایسه انجام می‌گردد تا مشخص گردد کدام روش یا روش‌ها با میانگین حاصل از آماربرداری صد درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

مطالعات زمانی در نمونه‌برداری خطی

زمان لازم برای اندازه‌گیری در هر خطنمونه شامل زمان اندازه‌گیری مشخصه‌های موردنظر از مازاد مقطوعات و زمان لازم برای رفتن از نقطه شروع یک خطنمونه تا نقطه شروع خطنمونه بعدی بعلاوه زمان لازم جهت پیاده نمودن خطنمونه می‌باشد. در این بررسی زمان لازم جهت پیاده کردن خطنمونه‌های و زمان لازم جهت اندازه‌گیری مشخصه‌های موردبررسی تعیین می‌شود. باید ذکر گردد که زمان لازم جهت رفتن از نقطه شروع یک خطنمونه به نقطه شروع خطنمونه بعدی در زمانی که برای پیاده کردن خطنمونه بعدی صرف می‌شد، مستتر می‌باشد. این کار به‌منظور تعیین کارایی دقت–هزینه‌ای روش‌های به کار گرفته‌شده در نمونه‌برداری خطی می‌باشد، که بدین منظور از حاصل‌ضرب توان دو اشتباه آماربرداری در زمان لازم جهت نمونه‌برداری ($E\%^2*T$) استفاده می‌گردد (۴).

اندازه‌گیری اثر شیب و فاصله از مناطق تفرجی و نقش آن‌ها در میزان ضایعات چوبی

در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بر اساس فاکتورهای شیب و فاصله از مراکز تفرجی استفاده شد. در مرحله بعد از فاکتور یا فاکتورهایی که در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار شده است به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل رگرسیونی و مدل‌سازی با استفاده از روش‌های رگرسیونی چند متغیره و لجستیک استفاده شد. توضیح این‌که در روش رگرسیون لجستیک فاکتورهایی نظیر شیب یا فاصله از مراکز تفرجی به‌عنوان متغیر یا متغیرهای مستقل و وجود یا عدم وجود ضایعات چوبی به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود.

مطالعات زمانی در نمونه‌برداری خطی

زمان لازم برای اندازه‌گیری در هر خطنمونه شامل زمان اندازه‌گیری مشخصه‌های موردنظر از مازاد مقطوعات و زمان لازم برای رفتن از نقطه شروع یک خطنمونه تا نقطه شروع خطنمونه بعدی بعلاوه زمان لازم جهت پیاده نمودن خطنمونه می‌باشد. در این بررسی زمان لازم جهت پیاده کردن خطنمونه‌های و زمان لازم جهت اندازه‌گیری مشخصه‌های موردبررسی تعیین می‌شود. باید ذکر گردد که زمان لازم جهت رفتن از نقطه شروع یک خطنمونه به نقطه شروع خطنمونه بعدی در زمانی که برای پیاده کردن خطنمونه بعدی صرف می‌شد، مستتر می‌باشد. این کار به‌منظور تعیین کارایی دقت– هزینه‌ای روش‌های به کار گرفته‌شده در نمونه‌برداری خطی می‌باشد، که بدین منظور از حاصل‌ضرب توان دو اشتباه آماربرداری در زمان لازم جهت نمونه‌برداری ($E\%^2*T$) استفاده می‌گردد (۴).

اندازه‌گیری اثر شیب و فاصله از مناطق تفرجی و نقش آن‌ها در میزان ضایعات چوبی

در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی بر اساس فاکتورهای شیب و فاصله از مراکز تفرجی استفاده خواهد شد. در مرحله بعد از فاکتور یا فاکتورهایی که در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار شده است به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل رگرسیونی و مدل‌سازی با استفاده از روش‌های رگرسیونی چند متغیره و لجستیک استفاده خواهد شد. توضیح این‌که در روش رگرسیون لجستیک فاکتورهایی نظیر شیب یا فاصله از مراکز تفرجی به‌عنوان متغیر یا متغیرهای مستقل و وجود یا عدم وجود ضایعات چوبی به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود.

نتایج و بحث

نتایج اجرای آماربرداری صد در صد

قبل از اینکه به بررسی شاخص‌های آماری برای هر یک از مشخصه‌ها در آماربرداری صد درصد پرداخته شود، وضعیت پراکنش ضایعات چوبی درشت در منطقه موردمطالعه تشریح می‌گردد. ضایعات چوبی حاصل از عملیات برداشت محصولات غیرچوبی (فندق) و فعالیت‌های مخرب تفرج گران در منطقه مورد مطالعه، نشان داد که اکثر درختان قطع‌شده شامل درختچه‌های فندق می‌باشند. در مورد وضعیت پراکنش ضایعات چوبی در منطقه موردمطالعه، مشخص شد. در بعضی از قسمت‌های منطقه، پراکنش مازاد چوبی درشت بیشتر و در بعضی قسمت‌های دیگر این پراکنش کمتر می‌باشد. در جداول ۱ تا ۶ آمار توصیفی مربوط به نتایج بدست آمده در آماربرداری صد درصد در منطقه و همچنین مشخصه‌های موردبررسی در منطقه موردمطالعه در فواصل و شیب‌های مختلف نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشهود است با افزایش فاصله از حاشیه جنگل و افزایش شیب زمین میزان حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش مازاد مقطوعات زیاد می‌شود.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

جدول ۱- آمار توصیفی مربوط به پارامترهای موردمطالعه حاصل از آماربرداری صد در صد

Table 1. Descriptive statistics of studied parameters related to 100% inventory

متغیر	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار	کمینه	بیشینه	چارک اول	چارک سوم
حجم	۰/۸۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۵۹	۱/۲۵	۰/۷۴	۰/۹۳
وزن	۰/۵۶	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۳۸	۰/۸۱	۰/۴۸	۰/۶۰
تعداد	۳۲۵/۹	۴۶/۶	۲۱/۵	۲۳۱/۲	۴۱۲/۱	۲۷۱/۷	۳۸۸/۷
سطح	۲۲۳/۲	۶۲/۷	۲۰/۹	۱۲۲/۴	۳۱۴/۲	۱۷۵/۷	۲۸۰/۹

جدول ۲- نتایج مربوط به آماربرداری صد در صد در سه شیب مورد مطالعه

Table 2. Results related to 100% inventory in 3 different slopes

شاخص آماری	شیب ۱	شیب ۲	شیب ۳	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳
حجم	۰/۷۲	۰/۸۳	۱/۰۳	۰/۷۳	۰/۸۸	۰/۹۸
وزن	۰/۴۷	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۶۴
تعداد	۲۶۱/۱۵	۳۲۰/۰۱	۳۹۶/۴۸	۲۹۹/۳۳	۳۲۱/۰۴	۳۵۷/۲۸
سطح تحت پوشش	۱۵۷/۹۶	۲۳۳/۲۸	۲۷۸/۴۵	۱۸۷/۴۷	۲۱۸/۲۶	۲۶۳/۹۵

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به فواصل و شیب‌ها در مورد حجم قطعات

Table 3. ANOVA related to intervals and slopes in volumes

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی‌داری (P)
فواصل	۲	۸۸۸۴/۸	۴۴۴۲/۴	۶۱/۷۴	۰/۰۰۱
شیب	۲	۲۲۲۳۲/۲	۱۱۱۱۶/۱	۱۵۴/۴۹	۰/۰۰۰
اشتباه	۴	۲۸۸/۸	۷۲/۰		
کل	۸	۳۱۴۰۴/۸			

جدول ۴- تجزیه واریانس مربوط به فواصل و شیب‌ها در مورد وزن قطعات

Table 4. ANOVA related to intervals and slopes in weights

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی‌داری (P)
فواصل	۲	۰/۰۹۹۸	۰/۰۴۹۹	۸/۳۹	۰/۰۳۷
شیب‌ها	۲	۰/۱۴۸۸	۰/۷۴۴۱	۱۲/۵۲	۰/۰۱۹
اشتباه	۴	۰/۰۲۳۸	۰/۰۰۵۹		
کل	۸	۰/۲۷۲۴			

*:معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۵- تجزیه واریانس مربوط به فواصل و شیب‌ها در مورد تعداد قطعات

Table 5. ANOVA related to intervals and slopes in number of peaces

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی‌داری (P)
فواصل	۲	۵۱۴۲/۸	۲۵۷۱/۴	۱۷/۴۱	۰/۰۱۱
شیب	۲	۲۷۶۲۵/۱	۱۳۸۱۲/۵	۹۳/۵۲	۰/۰۰۰
اشتباه	۴	۵۹۰/۸	۱۴۷/۷		
کل	۸	۳۳۳۵۸/۶			

*:معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۶- تجزیه واریانس مربوط به فواصل و شیب‌ها در مورد سطح تحت پوشش قطعات

Table 6. ANOVA related to intervals and slopes in projected areas

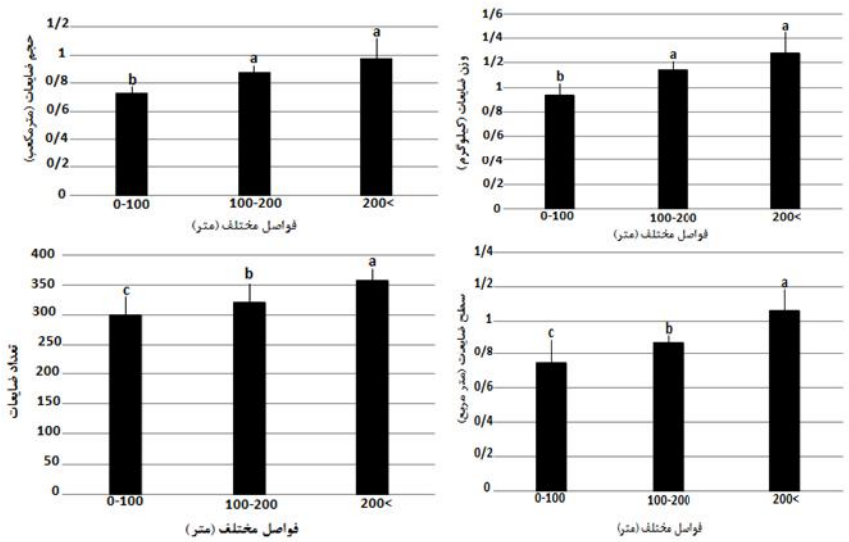
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی‌داری (P)
فواصل	۲	۰/۰۴۲۱	۰/۰۲۱۱	۸/۳۹	۰/۰۳۷
شیب	۲	۰/۰۶۲۹	۰/۰۳۱۴	۱۲/۵۲	۰/۰۱۹
اشتباه	۴	۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۲۵		
کل	۸	۰/۱۱۵۱			

*:معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

شکل ۲ نشان می‌دهد که حجم ضایعات چوبی و وزن ضایعات چوبی در فواصل ۲۰۰-۱۰۰ متر و بیشتر از ۲۰۰ متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از فاصله ۱۰۰-۰ متراست. همچنین، تعداد ضایعات چوبی و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی در فاصله بیشتر از ۲۰۰ متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از فواصل ۱۰۰-۰ متر و ۲۰۰-۱۰۰ متر است. نتایج تجزیه واریانس فواصل و شیب حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین طبقات فاصله و شیب است.

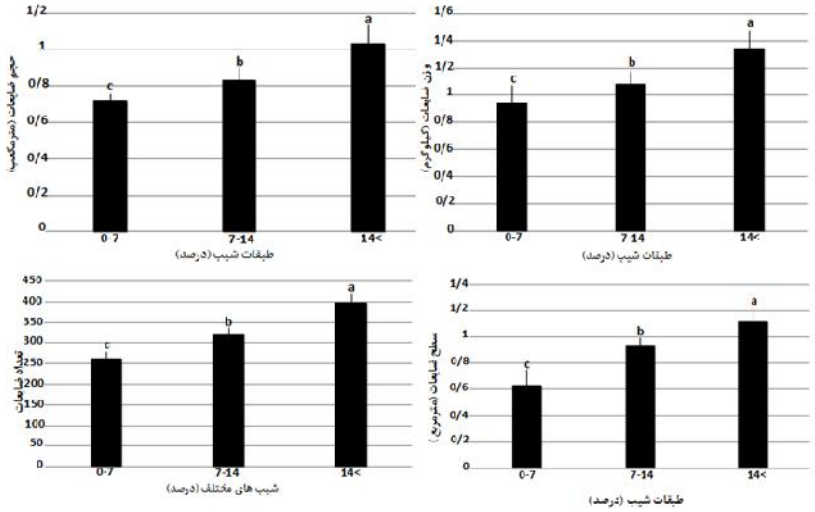
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]



شکل ۲- میزان حجم، وزن، تعداد و سطح پوشش ضایعات چوبی در فواصل مختلف
Figure 2. The amount of volume, weight, number and projected area of coarse woody debris in different intervals

شکل ۳ نشان می‌دهد که حجم ضایعات چوبی، تعداد ضایعات چوبی و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی در شیب ۷-۰ درصد، ۱۴-۷ درصد و بیشتر از ۱۴ درصد با یکدیگر متفاوت است. از طرفی وزن ضایعات چوبی در طبقه شیب بیشتر از ۱۴ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از طبقات شیب ۷-۰ درصد و ۱۴-۷ درصد می‌باشد.



شکل ۳- میزان حجم،وزن، تعداد و سطح ضایعات چوبی در شیب‌های مختلف
Figure 3. The amount of volume, weight, number and projected area of coarse woody debris in different slopes

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نتایج آماربرداری صد درصد و نمونه‌برداری خطی

جهت مقایسه‌ی میزان واقعی پارامترهای حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی در منطقه موردمطالعه با

تعداد برآورد شده حاصل از اجرای روش‌های اندازه‌گیری در نمونه‌برداری خطی، بعد از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، از آزمون‌های پارامتری استفاده گردید و بدین ترتیب آنالیز واریانس انجام شد. از طرف دیگر ازآنجایی‌که در این مطالعه مقایسه میانگین‌های واقعی حاصل از آماربرداری صد در صد مازاد مقطوعات و میانگین‌های بدست آمده از سه روش اندازه‌گیری در نمونه‌برداری خطی (احتمالات، هوبر و اسمالیان) مدنظر بود، بنابراین در این بررسی از آزمون دانکن، استفاده شد. نتایج آنالیز واریانس که در جداول ۷ تا ۱۰ آورده شده است بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد بین روش‌های اندازه‌گیری مختلف می‌باشد ($p<0.01$). از طرف دیگر نتایج آزمون دانکن در جدول ۱۱ آمده است. نتایج نشان داد در حالتی که میانگین‌های حقیقی حاصل از آماربرداری صد در صد با میانگین‌های برآورد شده حاصل از نمونه‌برداری خطی مقایسه شود، در همه موارد یعنی در مورد کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده (حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش) بین میانگین‌های برآورد شده حاصل از نمونه‌برداری بر اساس روش احتمالات با میانگین حقیقی جامعه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۷- تجزیه واریانس مربوط روش‌ها در مورد حجم قطعات

Table 7. ANOVA related to methods in volumes

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری (P)
روش اندازه‌گیری	۲	۱/۶۳	۰/۸۲	۲۰/۵۰	۰/۰۰۰
خطا	۳۲	۱/۸۹	۰/۰۴		
کل	۳۴	۳/۴۵			

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۸- تجزیه واریانس مربوط روش‌ها در مورد وزن قطعات

Table 8. ANOVA related to methods in weights

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری (P)
روش اندازه‌گیری	۲	۰/۶۹	۰/۳۳	۶/۸۰	۰/۰۰۰
خطا	۳۲	۰/۸۳	۰/۰۵		
کل	۳۴	۱/۴۹			

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۹- تجزیه واریانس مربوط روش‌ها در مورد تعداد قطعات

Table 9. ANOVA related to methods in number of peaces

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری (P)
روش اندازه‌گیری	۲	۸۱۲۹۳	۴۰۶۴۷	۷/۵۶	۰/۰۰۰
خطا	۳۲	۱۷۱۸۸۲	۵۳۷۱		
کل	۳۴	۲۵۳۱۷۴			

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۱۰- تجزیه واریانس مربوط روش‌ها در مورد سطح قطعات

Table 10. ANOVA related to methods in projected areas

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری (P)
روش اندازه‌گیری	۲	۶۵۰۹۰	۳۲۵۴۵	۷/۶۴	۰/۰۰۰
خطا	۳۲	۱۳۶۲۶۱	۴۲۵۸		
کل	۳۴	۲۰۱۳۵۰			

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

جدول ۱۱- نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (مقادیر انحراف معیار در پرانتز آورده شده است)
Table 11. The results of mean comparisons by Duncan method (the amounts of standard variations showed inparenthesis)

متغیر/ روش	احتمالات	هوبر	اسمالیان
حجم	۰/۹۴[a]	۱/۰۴[a]	۱/۴۳[b]
	(۰/۱۸)	(۰/۲۰)	(۰/۳۶)
وزن	۰/۶۱[a]	۰/۶۸[a]	۰/۹۳[b]
	(۰/۱۲)	(۰/۱۳)	(۰/۲۴)
تعداد	۳۲۵/۸۷[a]	۴۱۸/۵۸[b]	۴۲۳/۱۴[b]
	(۶۲/۸۰)	(۹۳/۲۹)	(۶۸/۳۲)
سطح تحت پوشش	۲۳۳/۹۵[a]	۳۱۱/۵۱[b]	۳۱۵/۰۱[b]
	(۶۴/۲۶)	(۶۳/۳۷)	(۷۰/۴۴)

نتایج مطالعات زمانی

به‌طورکلی، زمان لازم برای آماربرداری به ازای هر خطنمونه در روش احتمالات، هوبر و اسمالیان به ترتیب ۱۳/۷ دقیقه، ۱۹/۹ دقیقه و ۱۵/۶ دقیقه محاسبه شد که زمان موردنیاز برای اندازه‌گیری پارامترها در هر خطنمونه ۵۰ متری (در کل ۲۳۰ خطنمونه پیاده شد) و میانگین زمان لازم برای پیاده کردن ترانسکت می‌باشد. زمان کل آماربرداری برای سه روش مذکور به ترتیب ۳۱۵۱ دقیقه، ۴۵۷۷ دقیقه و ۳۵۸۸ دقیقه می‌باشد. با توجه به اینکه اکیپ آماربرداری متشکل از ۳ نفر بود زمان کل آماربرداری ۱۰۵۰/۳دقیقه، ۱۵۲۵/۷ دقیقه و ۱۱۹۶ دقیقه برحسب فرد دقیقه بدست آمد. مصرف بالا و فزاینده منابع کمیاب و تخریب‌های ایجادشده به سبب رشد جمعیت و رشد ناعادلانه توسعه در کشورهای مختلف، خطرات غیرقابل‌قبولی برای جوامع، ملل و درنهایت بشریت ایجاد کرده است. واضح است که اگر توسعه اقتصادی بدون توجه به تأثیرات محیط‌زیستی و اجتماعی باشد، می‌تواند منجر به نتایج نامطلوبی مثل تغییرات آب و هوا، کاهش تنوع زیستی و بروز نابرابری‌ها گردد. به‌عنوان یک راهکار در جهت برون‌رفت از ناملایمات محیط زیستی در جنگل، امروزه ثابت‌شده است که وجود ضایعات چوبی در جنگل عملکرد اکولوژیکی جنگل را بهبود بخشیده مقدمات بقای جنگل را تضمین می‌نماید (۲). همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد وقتی میانگین‌های حقیقی حاصل از آماربرداری صد درصد با میانگین‌های برآورد شده حاصل از نمونه‌برداری خطی مقایسه شود، در همه موارد یعنی در مورد کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده (حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش) بین میانگین‌های برآورد شده حاصل از نمونه‌برداری بر اساس روش احتمالات با میانگین حقیقی جامعه (حاصل از آماربرداری صد درصد) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همانطورکه ملاحظه می‌شود زمان موردنیاز برای اندازه‌گیری پارامترها در روش نمونه‌برداری خطی بر اساس تئوری احتمالات کمتر از دو روش دیگر (هوبر و اسمالیان) می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در این تحقیق، چنین نتیجه‌گیری می‌گردد که با وجود این‌که اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌های به‌دست‌آمده از دو روش اندازه‌گیری مختلف (صد در صد و نمونه‌برداری خطی بر اساس تئوری احتمالات) در سطح ۱ درصد وجود ندارد، اگر این دو روش را ازنظر دقت- هزینه باهم مقایسه کنیم، روش محاسبه با استفاده از تئوری احتمالات بهترین روش خواهد بود چراکه اجرای آماربرداری صد درصد بسیار زمان‌بر است و احتمال ارتکاب به‌اشتباه در این روش به دلیل خستگی محقق زیاد است. این نتیجه با نتایج بدست آمده در پژوهش زبیری (۱۴)، همخوانی دارد. با توجه به توضیحات ذکرشده در فوق می‌توان چنین بیان کرد که استفاده از روش نمونه‌برداری خطی برای برآورد حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش مازاد مقطوعات عملیات قطع در جنگل‌های فندقلوی اردبیل به‌عنوان یک روش کاربردی توصیه می‌گردد تا با این روش بتوان وضعیت پایداری در جنگل را پایش نمود. ساتو (۹)، به مطالعه میزان موجودی ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های کهن‌سال جنوب غربی ژاپن پرداخت. او به این نتیجه رسید که با تغییر شرایط توپوگرافی میزان ضایعات چوبی درشت نیز تغییر می‌کند که نتایج تحقیق حاضر این موضوع را تایید می‌نماید. ون وگنر و ویلسون (۱۳) به وجود اختلاف نتایج حاصل از روش اندازه‌گیری اسمالیان با روش احتمالات اشاره نموده است که نتایج تحقیق حاضر، این مهم را تایید می‌کند. الف- اجرای روش آماربرداری صد درصد به‌منظور تعیین پارامترهایی از ضایعات چوبی زمان‌بر و هزینه‌بر است. ب- با تغییر شیب و فاصله از حاشیه جنگل میزان مازاد مقطوعات بیشتر می‌گردد. ج- همبستگی مثبت و ارتباط خطی بین متغیرهای شیب و فاصله از حاشیه جنگل با متغیرهای حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش وجود دارد به‌طوری در همه موارد میزان ضریب تعیین بیشتر از ۸۵٪ به دست آمد. د- برای نزدیک‌تر شدن به جنگلداری پایدار، بایستی از خروج ضایعات چوبی جلوگیری شود از طرفی مدیران جنگل به‌منظور به پایدارتر کردن جنگل، بایستی نظارت بیشتری انجام دهند- با توجه به اینکه با افزایش شیب و افزایش فاصله از حاشیه جنگل بر میزان ضایعات چوبی افزوده می‌شود، لذا این موضوع در مدیریت توده‌های جنگل بسیار مهم می‌باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

منابع

1. Alijanpor, A. 2000. Review and determine the optimal inventory method and its application Arasbaran forests. Ph.D. Thesis. Faculty of Natural Resources Tehran Universitry, Tehran, Iran, 126 pp (In Persion).
2. Brian, W.B. and H.Y.H. Chen. 2008. Effects of forest type and disturbance on diversity of coarse woody debris in boreal forest, Ecosystems, 11: 1078-1090.
3. Espahbodi, K. and Y. Hosseinpour, 2001. Comparative study of wood production from northern forests of Iran and annual need of wood and paper industries (In resent 20 years). 2th International congress on forest and industry. Tehran, 1: 43-63 (In Persion).
4. Keivan Behjou, F., H. Sobhani and M. Zobeiri. 2009. Estimate the volume and weight cutoff of residuals using line intersect sampling (Case Study: Watershed Chafroud). Iranian Journal of Natural Resources, 6: 103-114 (In Persion).
5. McCarty, S.M. 2004. Evaluation of harvesting disturbance and establishment practices on early height growth of Loblolly Pine M.Sc. Thesis, Louisiana State University, pp: 1-60.
6. Marshall, P.L. and G. Davis. 2000. Using line intersect sampling for coarse woody debris. Technical report, Technical Reports of British Columbia, pp: 1-34.
7. Masahiko, N. 2006. Logging systems and amount of emergence of logging residues. J. Japan For. Engine. Soc. 21: 3. 205-210.
8. Parsapazhoh, D. 1988. Wood technology. 1st edn, Tehran University Press, 404 pp (In Persion).
9. Sato, T. 2010. Stocks of coarse woody debris in old-growth Lucidophyllus forests in southwestern Japan, Journal of Forest Research, 15: 152-161.
10. Tavankar, F. Bonyad, A.E. 2013. Assessment of logging residuals from single selection cuttingby Line Intersect method (Case Study: parcel 237 from district 2 Asalem-Nav forest). Journal of Wood & Forest Science and Technology, 20(2): 96-109 (In Persion).
11. Teimori, A. 2000. Comparison of methods of systematic random sampling method with circular plots transect in terms of accuracy and cost in oak forests in West. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran Universitry, Tehran, Iran, 142 pp (In Persion).
12. Sarikhani, N. 1991. Forest Utilization. Tehran University Press, 776 pp (In Persion).
13. Van Wagner, C.E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. Forest science, 14(1): 20-26.
14. Zobeiri, M. 2002. Forest Biometrics. Tehran University Press, 416 pp (In Persion).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]

Assessment of Woody Debris in Fandoghlou Forest using Line Intersect Sampling

Farshad Keivan Behjou[1] and Saeid Nabavi[2]

1- Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, (Corresponding Author: farshad.keivan@gmail.com)
2- Graduted M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University
Received: November 10, 2012 Accepted: November 16, 2016

Abstract

Woody Debris is structural and functional part on forest ecosystems and plays a key role in nutrition circulation and carbon storage in long time, tree regeneration and biodiversity conservation. For this reason, studies about investigation and determination of the amount, the method of measurement and spatial distribution of coarse woody are very important. To correct planning about coarse woody in Fandoghlou forests, at first febris we should measure the residues with a suitable statistical method. This study carried out with the aim of efficiency evaluation of line intersects sampling to estimate woody debris. To this, transect method applied based on probability, Huber, and Smalian approaches. Comparison the results of census and transect methods by using analysis of variance and Duncan test indicated that the transect method based on probability theory was the best.

Keywords: Woody debris, Modeling, Line intersect sampling, Fandoghlou forest

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1394.3.5.6.4]