

ارزیابی کارایی روش خط نمونه و مدل‌سازی رگرسیونی در برآورد و پیش‌بینی مشخصه

هایی از ضایعات چوبی در جنگل فندقلوی اردبیل

فرشاد کیوان بهجو

اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه منابع طبیعی

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۷



چکیده

معرفی روشی علمی جهت اندازه‌گیری صحیح ضایعات چوبی جنگل که از اجزای ساختاری مهم در این اکوسیستم‌های محسوب می‌شوند می‌تواند در برنامه‌ریزی جهت رسیدن به مدیریت پایدار جنگل کمک نماید. این تحقیق با هدف ارزیابی کارایی روش خط نمونه و مدل‌سازی ریاضی در برآورد و پیش‌بینی مشخصه‌هایی از ضایعات چوبی در جنگل فندقلوی اردبیل انجام شد. بدین منظور روش خط نمونه با روش‌های محاسبه بر اساس تئوری احتمالات، فرمول هوپر و فرمول اسمالیان برای برآورد مقادیر حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش به کار گرفته شد. نتایج مقایسه اندازه‌گیری به روش نمونه برداری و روش آماربرداری صد در صد با استفاده از آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دانکن، نشان داد که در مورد مشخصه‌های مورد بررسی، روش خط نمونه بر اساس تئوری احتمالات با توجه به نیاز کمتر جهت استقرار و اندازه‌گیری در خط نمونه‌ها (۱۱/۶ دقیقه)، کاراترین روش اندازه‌گیری می‌باشد. از طرف دیگر نتایج مدل‌سازی رگرسیونی ضایعات چوبی نشان داد که در مورد مشخصه‌های حجم و وزن دو متغیر مستقل شیب زمین و فاصله از محل تفرج با ضریب تعیین بالاتر از ۰/۸۵ و در مورد مشخصه‌های تعداد و سطح تحت پوشش دو متغیر مستقل شیب زمین و فاصله از محل تفرج با ضریب تعیین بالاتر از ۰/۹۶ مقادیر متغیرهای وابسته را قابل پیش‌بینی می‌نمایند.

واژه‌های کلیدی: ضایعات چوبی، نمونه برداری خطی، مدل‌سازی رگرسیونی، جنگل فندقلوی.

نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۴۵۹۵۲۰۳، پست الکترونیکی: farshad.keivan@gmail.com

مقدمه

غذایی، ذخیره کربن در بلند مدت، زادآوری درخت و حفظ تنوع زیستی ایفا می‌کند (۱۱)؛ بدین‌لحاظ مطالعات در جهت ارائه روشی کارا برای اندازه‌گیری دقیق این ضایعات از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. با توجه به بحث مدیریت پایدار جنگل‌ها که امروزه در سطح جهانی مطرح شده است؛ بایستی این ضایعات در جنگل باقی‌مانند تا زمینه‌ی افزایش تنوع زیستی در جنگل فراهم گردد. برای برنامه‌ریزی صحیح در مورد ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های فندقلوی، نخست باید بتوان به اندازه‌گیری این ضایعات پرداخت و به چگونگی ارتباط میزان

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 ۴ سانتی‌متر اطلاق می‌گردد (۱). عوامل طبیعی مانند وزش بادهای تند یا جاری شدن سیلاب‌ها و همچنین عوامل غیرطبیعی مانند فعالیت‌های انسانی، از قبیل فعالیت‌های مخرب تفرج‌گران و برداشت غیر اصولی محصولات چوبی و غیر چوبی از جنگل و دیگر عواملی از این دست، باعث انباشت ضایعات چوبی درشت در کف جنگل می‌گردد (۶). ضایعات چوبی نقش مهمی را در چرخش مواد

برآورد گردید (۱۲). (۹ و ۱۰) روش‌های مختلف برآورد ضایعات چوبی درشت را مورد مقایسه قرار دادند. این مقایسه‌ها از لحاظ کارایی، دقت و سادگی انجام شد. نتیجه این بررسی نشان داد که بهترین روش برای برآورد ضایعات چوبی درشت، روش نمونه‌برداری خطی (ترانسکت) می‌باشد (۸ و ۱۴). در تحقیقی نحوه اندازه‌گیری طول مازاد مقطوعات در جنگل را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی مشخص شد که برای اندازه‌گیری طول مازاد مقطوعات در جنگل، بایستی طول در امتداد محور مرکزی قطعه اندازه‌گیری گردد. به بررسی میزان ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های بکر و مدیریت شده پرداخت. او نتیجه‌گیری کرد که میزان ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های بکر و مدیریت شده با هم متفاوت است (۴). به مطالعه تاثیر نوع جنگل و تخریب بر روی تنوع ضایعات چوبی در جنگل‌های سوزنی‌برگ پرداختند. ایشان نتیجه‌گیری نمودند که جنگل آمیخته، دارای تنوع در ضایعات چوبی بیشتری نسبت به توده‌های سوزنی‌برگ می‌باشد (۳). 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 (۱۳). به مقایسه روش‌های نمونه‌برداری خطی و قطعات نمونه پرداختند. ایشان طی این بررسی به این نتیجه رسیدند که با در نظر گرفتن دو شاخص کارایی و صحت روش نمونه‌برداری خطی مناسب‌تر از روش قطعات نمونه است. حضور گردشگر در جنگل فندقلوی اردبیل موجب استفاده زیاد از ضایعات چوبی درشت بمنظور فعالیت‌هایی مانند کباب‌زدن شده است که این مهم خود می‌تواند عاملی در جهت کاهش تنوع زیستی در این جنگل محسوب گردد (۲)؛ از طرف دیگر تاکنون در هیچ یک از طرح‌های جنگلداری اجرا شده یا در حال اجرا در جنگل‌های ارسباران، اقدام به محاسبه میزان ضایعات چوبی نشده است لذا در این مطالعه، سعی بر آن است تا با این

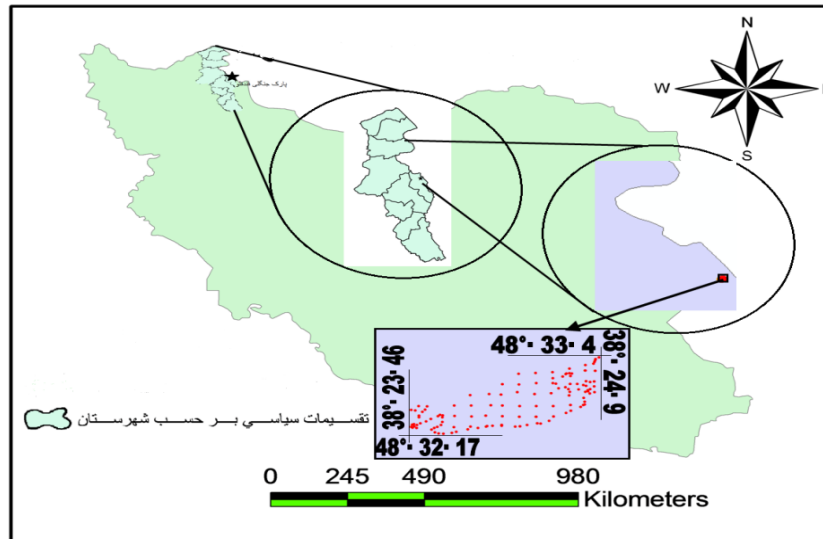
این مازاد مقطوعات با عوامل و فاکتورهایی از قبیل شیب زمین و فاصله از مناطق تفرجی دست‌یافت (۹). با توجه به کاربردهای زیادی که ضایعات چوبی درشت می‌تواند در اکوسیستم داشته باشند ارائه روشی علمی و دقیق برای برآورد این ضایعات ضروری می‌باشد. (۱) اقدام به برآورد حجمی و وزنی مازاد مقطوعات عملیات قطع با استفاده از روش خط‌نمونه در حوزه آبخیز چغفود شاندرمن نمودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش نمونه‌برداری خطی بهترین روش برای برآورد مازاد مقطوعات در جنگل‌های شمال ایران می‌باشد (۱). سه روش اندازه‌گیری را در نمونه‌برداری خطی بکار بردند (اندازه‌گیری در محل قطع راستای خط نمونه و قطعه - اندازه‌گیری در دو سر قطعه - اندازه‌گیری در میانه قطعه). آزمون t نشان داد به احتمال 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 خط نمونه و اندازه‌گیری قطر در میانه قطعه معنی‌دار نیست (۱۵). ارزیابی‌هایی را از ضایعات چوبی درشت توسط روش نمونه‌برداری خطی انجام دادند. توماس لاماس در سال ۱۹۹۸ روش‌های مختلف نمونه‌برداری برای برآورد ضایعات چوبی درشت را با هم مقایسه کرد. این روش‌ها شامل نمونه‌برداری به روش قطعه نمونه، آمار برداری نواری، نمونه‌برداری خطی و نمونه‌برداری خطی بارلاسکوپ بود. در این مطالعه روش‌های مذکور با توجه به عوامل هزینه - کارایی برای برآورد طول و حجم کل ضایعات چوبی در کف جنگل با هم مقایسه شدند. از لحاظ برآورد حجمی ضایعات چوبی آمار برداری نواری یک روش کارآمد در اکثر مقایسات تشخیص داده شد. در برآورد طول کل ضایعات چوبی روش نمونه‌برداری خطی بارلاسکوپ یک روش مناسب معرفی شد (۵ و ۱۰). از روش خط نمونه برای برآورد ضایعات چوبی درشت در جنگل استفاده کردند. با استفاده از این روش پارامترهای حجم، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات در هکتار

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در قسمتی از جنگل فندقلوی اردبیل به مساحت ۷۰ هکتار که تحت تاثیر فعالیت تفرجی بود؛ انجام شد (شکل ۱). منطقه مورد تحقیق از نظر فرم جنگل جزو جنگل‌های شاخه‌زاد و در فاصله‌ی ۲۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان اردبیل بطرف آستارا و در ۱۰ کیلومتری شهرستان نمین بین ۲۳' و ۳۸° تا ۲۴' و ۳۸° عرض شمالی و ۳۲' و ۴۸° تا ۳۳' و ۴۸° عرض غربی اردبیل واقع شده است. ارتفاع منطقه مورد بررسی ۱۳۷۰ تا ۱۴۸۰ متر از سطح دریا است. بر اساس آمار ۲۵ ساله ایستگاه هواشناسی نمین که نزدیکترین ایستگاه به منطقه مورد تحقیق است، میزان متوسط بارندگی سالانه ۳۷۸/۹ میلی‌متر بوده که حداقل آن ۳۱۲/۵ میلی‌متر و حداکثر آن ۵۰۹ میلی‌متر است (۲). از گونه‌های اصلی تشکیل‌دهنده این جنگل‌ها درختچه فندق است اما همراه با فندق، درختان بلوط، راش و افرا نیز در برخی موارد مشاهده می‌گردد.

مهم، مقدمات رسیدن به مدیریت پایدار و استفاده بهینه از همه خدمات جنگل فراهم آید. برای انتخاب روش بهینه آماربرداری بمنظور برآورد ضایعات چوبی در جنگل‌های فندقلو، روش خط نمونه (ترانسکت) با روش‌های محاسبه بر اساس تئوری احتمالات، فرمول هوبر و فرمول اسمالیان بکار 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 از روشی مناسب با دقت قابل قبول و حداقل هزینه استفاده نمایند. اهداف این تحقیق شامل ارائه‌ی روشی کارا برای محاسبه مشخصه‌های حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی درشت در جنگل تفرجی فندقلوی اردبیل و مدل‌سازی رگرسیونی جهت پیش‌بینی میزان ضایعات چوبی درشت می‌باشد.

مواد و روشها



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان اردبیل

اندازه‌گیری شد. در روش اول ابتدا طول قطعه و قطر میانه قطعه همچنین نوع گونه‌ای که قطعه متعلق به آن است (روش محاسبه بر اساس فرمول هوبر). در روش دوم ابتدا طول قطعه و قطر قطعه در دوسر (بزرگ و کوچک)،

روشها

آماربرداری صددرصد و نمونه برداری خطی: مساحت کل منطقه‌ی مورد بررسی حدود ۷۰ هکتار بود. در مورد نحوه اجرای کار لازم به ذکر است که هر قطعه به دو روش

برای برآورد میزان وزن در هکتار میزان حجم در هکتار بدست آمده در هر خط نمونه در میزان وزن مخصوص مقطوعاتی که با راستای خط نمونه برخورد داشتند؛ ضرب گردید (۱۲).

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

برای برآورد سطح تحت پوشش مازاد مقطوعات در خط نمونه از فرمول زیر استفاده شد.

$$Y_i(m^2/\text{ha}) = \frac{50 \times \pi}{L} \times \sum_{j=1}^{m_i} \frac{d_{ij}}{\cos \lambda_{ij}}$$

d_{ij} : قطر قطعه i در خط نمونه j به سانتیمتر

L : مقدار ثابت

L : طول خط نمونه به متر

$\cos \lambda_{ij}$: زاویه بین قطعه با راستای خط نمونه

Y_i : سطح پوشیده شده توسط مازاد مقطوعات در خط نمونه به متر مربع در هکتار

برای برآورد تعداد قطعه در هکتار در یک خط نمونه نیز از فرمول زیر استفاده شد.

$$Y_i(\text{قطعه}/\text{ha}) = \frac{10000\pi}{2 \times L} \times \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{(l_{ij} \times \cos \lambda_{ij})}$$

l_{ij} : طول قطعه به متر i در خط نمونه j

L : طول خط نمونه به متر

$\cos \lambda_{ij}$: زاویه بین قطعه به درجه i با راستای خط نمونه j

Y_i : تعداد قطعه در هکتار در خط نمونه

تجزیه و تحلیل های آماری

مقایسه میانگین حجم، وزن، سطح پوشیده شده و تعداد ضایعات چوبی درشت به دست آمده از آماربرداری صددرصد با نمونه برداری خطی (هوبر، اسمالین و احتمالات) بعد از انجام تجزیه واریانس، آزمون همگنی واریانس‌ها و در صورت دارا بودن شرایط استفاده از آمار پارامتری با استفاده از آزمون آماری دانکن انجام شد تا

همچنین نوع گونه ای که قطعه متعلق به آن است محاسبه گردید (روش محاسبه بر اساس فرمول اسمالین). سپس اقدام به نمونه برداری خطی شد. در نمونه برداری خطی مساحت وجود ندارد و باید در راستای یک خط حرکت نموده و مقطوعاتی که محور مرکزی آنها با راستای خط برخورد داشته باشند، اندازه گیری شوند (۷). نحوه کار بدین طریق است که ابتدا شبکه ای طراحی شد که محل برخورد اضلاع شبکه ها بعنوان نقطه شروع خط نمونه ها انتخاب شدند. سپس خطوطی با طول مشخص و با زاویه ای که بطور تصادفی انتخاب شدند؛ پیاده گردید.

محاسبات در نمونه برداری خطی: مشخصه هایی که با استفاده از روش نمونه برداری خطی در مورد مازاد مقطوعات برآورد شدند عبارت بودند از؛ حجم، وزن، سطح تحت پوش مازاد مقطوعات و تعداد قطعه.

حجم به ازاء واحد سطح بوسیله قطعاتی که محور مرکزی آنها با راستای خط نمونه برخورد کرده اند با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۷).

$$Y_i(m^3/\text{ha}) = \frac{\pi^2}{8L} \times \sum_{j=1}^{m_i} \frac{d_{ij}^2}{\cos \lambda_{ij}}$$

d_{ij} : قطر قطعه به سانتیمتر i در خط نمونه j

L : طول خط نمونه به متر

$\cos \lambda_{ij}$: زاویه بین قطعه i با راستای خط نمونه j

Y_i : میزان حجم در هکتار برآورد شده به متر مکعب در خط نمونه

در این بررسی از تعیین میزان زاویه افقی قطعه (زاویه ای که راستای خط نمونه و راستای قطعه ی مورد بررسی در جهت افقی با هم می سازند) صرف نظر شد (در اکثر مطالعات در نظر گرفته نمی شود) زیرا زاویه افقی در اکثر موارد کمتر از ۱۰ درجه می باشد و در نتیجه نهائی تأثیر زیادی نخواهد گذاشت.

نتایج

آمار برداری صد در صد: ضایعات چوبی حاصل از عملیات برداشت محصولات غیرچوبی (فندق) و فعالیت های مخرب تفرج گران در منطقه مورد مطالعه، نشان داد که اکثر درختان قطع شده شامل درختچه های فندق می باشند در جداول ۱، ۲ و ۳ آمار توصیفی مربوط به نتایج بدست آمده از آماربرداری صددرصد در منطقه و همچنین مشخصه های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه در فواصل و شیب های مختلف نشان داده شده 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 می شود.

مشخص گردد کدام روش یا روش ها با میانگین حاصل از آماربرداری صددرصد اختلاف معنی‌داری ندارند. از طرفی زمان مورد نیاز برای استقرار خط نمونه ها و اندازه گیری مشخصه ها در هر روش نمونه برداری محاسبه شد.

بررسی اثر فاکتورها بر مشخصه ها: در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل بر مبنای 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 باشد بمنظور انجام تجزیه و تحلیل رگرسیونی و مدل سازی از روش رگرسیونی خطی چند متغیره (Multivariate linear regression) استفاده شد.

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

متغیر	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی
حجم (مترمکعب)	۰/۸۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۵۹	۱/۲۵	۰/۹۰	۲/۱۰
وزن(تن)	۰/۵۶	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۳۸	۰/۸۱	۰/۹۰	۲/۱۰
تعداد	۳۲۵/۹	۶۴/۶	۲۱/۵	۲۳۱/۲	۴۱۲/۱	۰/۰۴	۱/۴۶
سطح تحت پوشش(مترمربع)	۲۲۳/۲	۶۲/۷	۲۰/۹	۱۲۲/۴	۳۱۴/۲	۰/۱۳	۰/۸۵

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

شاخص آماری	طبقات شیب (درصد)		
	>۱۴	۷-۱۴	۰-۷
میانگین حجم	۱/۰۳	۰/۸۳	۰/۷۲
میانگین وزن	۰/۶۷	۰/۵۴	۰/۴۷
میانگین تعداد	۳۹۶/۴۸	۳۲۰/۰۱	۲۶۱/۱۵
میانگین سطح تحت پوشش	۲۷۸/۴۵	۲۳۳/۲۸	۱۵۷/۹۶

جدول ۳- نتایج مربوط به آماربرداری صد در صد در سه فاصله مورد مطالعه

شاخص آماری	طبقات فاصله (متر)		
	>۲۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۰-۱۰۰
میانگین حجم	۰/۹۸	۰/۸۸	۰/۷۳
میانگین وزن	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۴۷
میانگین تعداد	۳۵۷/۲۸	۳۲۱/۰۴	۲۹۹/۳۳
میانگین سطح تحت پوشش	۲۶۳/۹۵	۲۱۸/۲۶	۱۸۷/۴۷

قطعات، وزن قطعات، تعداد قطعات و سطح تحت پوشش آمده است که معنی دار شدن آماره F و سطح معنی داری حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین فواصل مختلف و شیب‌های مختلف است (در همه موارد میزان سطح معنی داری کوچک‌تر از ۰/۰۵ است).

در جدول‌های ۴ و ۵ و شکل‌های ۲ تا ۵ نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از طریق آزمون دانکن مربوط به فواصل مختلف (۰-۱۰۰ متر، ۲۰۰-۱۰۰ متر و بیشتر از ۲۰۰ متر) و شیب‌های مختلف (۷-۱۴ درصد، ۱۴ درصد و بالاتر از ۱۴ درصد) در مورد مشخصه‌های حجم

جدول ۴- تجزیه واریانس مربوط به فواصل و شیب‌ها در مورد مشخصه‌های حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی

مشخصه	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
حجم	فواصل	۲	۰/۰۴۹۹	۸/۳۹	۰/۰۳۷
	شیب‌ها	۲	۰/۷۴۴۱	۱۲/۵۲	۰/۰۱۹
وزن	فواصل	۲	۰/۰۲۱۱	۸/۳۹	۰/۰۳۷
	شیب‌ها	۲	۰/۰۳۱۴	۱۲/۵۲	۰/۰۱۹
تعداد	فواصل	۲	۲۵۷۱/۴	۱۷/۴۱	۰/۰۱۱
	شیب‌ها	۲	۱۳۸۱۲/۵	۹۳/۵۲	۰/۰۰۰
سطح تحت پوشش	فواصل	۲	۴۴۴۲/۴	۶۱/۷۴	۰/۰۰۱
	شیب‌ها	۲	۱۱۱۱۶/۱	۱۵۴/۴۹	۰/۰۰۰

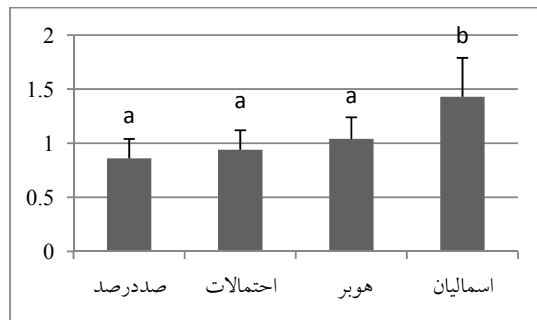
جدول ۵- تجزیه واریانس مربوط به روش‌های اندازه‌گیری در مورد مشخصه‌های حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی

مشخصه	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
حجم	۳	۰/۵۶	۹/۴۰	۰/۰۰۰
وزن	۳	۰/۲۴	۹/۴۰	۰/۰۰۰
تعداد	۳	۲۷۰۹۸	۵/۰۴	۰/۰۰۰
سطح تحت پوشش	۳	۲۱۶۹۷	۵/۱۰	۰/۰۰۵



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین وزن به روش دانکن در روش‌های اندازه‌گیری مختلف

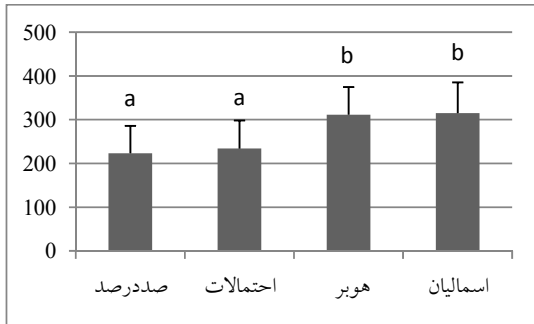
(مقادیر انحراف معیار توسط میله‌ها نمایش داده شده است)



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین حجم به روش دانکن در روش‌های اندازه‌گیری مختلف

(مقادیر انحراف معیار توسط میله‌ها نمایش داده شده است)

آمده است؛ همانطور که مشاهده می‌گردد در همه موارد میزان ضریب تعیین (R^2) بیشتر از ۸۵٪ بدست آمده است؛ از طرفی مقادیر مجذور مربع میانگین خطا مربوط به مدل های حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش بترتیب ۰/۰۹، ۰/۱۰، ۰/۰۹، ۰/۰۸ بدست آمد.



شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین سطح تحت پوشش به روش دانکن در روش های اندازه گیری مختلف

(مقادیر انحراف معیار توسط میله ها نمایش داده شده است)

جدول ۶- تجزیه واریانس مدل رگرسیونی پیش بینی متغیرهای وابسته حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش ضایعات چوبی

متغیر وابسته	درجه آزادی رگرسیون	میانگین مربعات رگرسیون	آماره F	سطح معنی داری (p)
حجم (Y_v)	۲	۰/۰۹	۱۰/۲۱	۰/۰۰۰
وزن (Y_w)	۲	۰/۰۴	۹/۹۸	۰/۰۰۰
تعداد (Y_n)	۲	۸۷۷۳/۷۹	۹/۴۳	۰/۰۰۰
سطح تحت پوشش (Y_a)	۲	۵۰۳۷/۳۰	۱۰/۷۱	۰/۰۰۰

X_2 : شیب

$$Y_v = 0.296 + 0.128 X_1 + 0.155 X_2 \quad (۱)$$

$$R^2 = 85.6\%$$

$$Y_w = 0.192 + 0.083 X_1 + 0.101 X_2 \quad (۲)$$

$$R^2 = 85.6\%$$

$$Y_n = 133 + 29.0 X_1 + 27.7 X_2 \quad (۳)$$

$$R^2 = 96.6\%$$

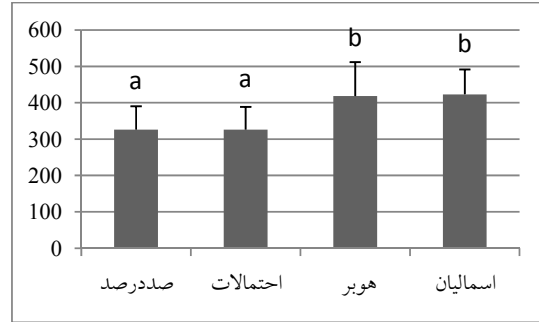
$$Y_a = 26.3 + 38.2 X_1 + 60.2 X_2 \quad (۴)$$

$$R^2 = 96.4\%$$

اجزای فرمول عبارتند از:

X_1 : فاصله

Y_i : حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش
با توجه به این که در کنار اندازه گیری های معمول در تحقیق کنونی زمان لازم برای استقرار و اندازه گیری مشخصه ها نیز ثبت می‌شد؛ نتایج نشان داد که روش خط نمونه بر اساس تئوری احتمالات با کمترین زمان قابل اجرا می‌باشد. بر اساس زمان های ثبت شده زمان لازم در مورد روش خط نمونه بر اساس تئوری احتمالات ۱۱/۶ دقیقه، در مورد روش خط نمونه در مورد روش خط نمونه بر اساس فرمول هوبر ۱۹/۸ دقیقه و بر اساس فرمول اسمالیان ۱۵/۹ دقیقه محاسبه شد که نتایج حاصل از آزمون دانکن



شکل ۴- نتایج مقایسه میانگین تعداد به روش دانکن در روش های اندازه گیری مختلف

(مقادیر انحراف معیار توسط میله ها نمایش داده شده است)

طبق نتایج تجزیه واریانس رگرسیونی بر اساس روش گام به گام، متغیرهای مستقل فاصله و شیب در همه مدل های در برآورد متغیرهای وابسته حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش وارد شد (جدول ۶). در روابط ۱ تا ۴ نوع مدل ریاضی آماری برای پیش بینی میزان متغیرهای وابسته

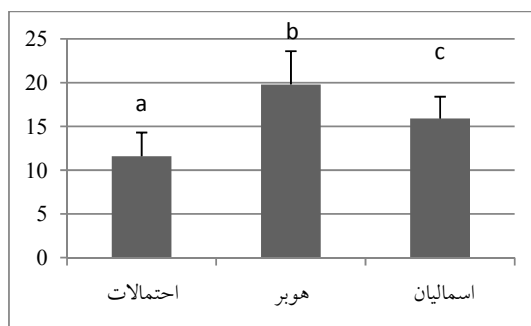
نمونه برداری خطی برای برآورد حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش مازاد مقطوعات عملیات قطع در جنگل تفرجی مانند جنگل فندقلوی اردبیل به عنوان یک روش کاربردی توصیه می‌گردد تا با این روش بتوان وضعیت پایداری در جنگل را پایش کنیم. در همین راستا (۱۳) به مطالعه میزان موجودی ضایعات چوبی درشت در جنگل‌های کهنسال جنوب‌غربی ژاپن پرداخت. او به این نتیجه رسید که با تغییر شرایط توپوگرافی میزان ضایعات چوبی درشت نیز تغییر می‌کند که نتایج تحقیق حاضر این موضوع را تایید می‌نماید (جداول ۲ و ۴). محققان زیادی در زمینه تاثیر شرایط زمینی و پیش بینی مشخصه‌هایی از ضایعات چوبی از طریق فاکتورهای زمینی مطالعه نموده‌اند (۷ و ۸ و ۹ و ۱۰) که برخی از آن‌ها به ارتباط مستقیم فاصله از مراکز تفرجی و شیب زمین با میزان ضایعات چوبی اشاره نموده‌اند (۱۱ و ۱۲). بعنوان نتیجه گیری کلی در حیطه این تحقیق می‌توان به نتیجه گیری‌های زیر اشاره کرد:

- روش خط نمونه بر اساس تئوری احتمالات بهترین روش برآورد ضایعات چوبی در جنگل فندقلوی اردبیل می‌باشد.

- با توجه به کاراتر بودن روش خط نمونه نسبت به روش‌های هوبر و اسمالیان، از بکارگیری دو روش اخیر جهت برآورد ضایعات چوبی امتناع نمود.

- برای نزدیک‌تر شدن به جنگلداری پایدار، بایستی استفاده از روش خط نمونه بر اساس تئوری احتمالات در طرح‌های جنگلداری در مورد جنگل‌های تفرجی معمول گردد.

نشان داد بین زمان‌های محاسبه شده به طور معنی‌داری تفاوت وجود دارد (شکل ۶).



شکل ۶- نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در مورد مشخصه زمان مورد نیاز بر حسب دقیقه جهت استقرار و اندازه‌گیری در خط نمونه‌ها

(مقادیر انحراف معیار توسط میله‌ها نمایش داده شده است)

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات در زمینه اندازه‌گیری ضایعات چوبی در جنگل در ارتباط مستقیم با توسعه پایدار جنگل بوده و ما را به مدیریت پایدار جنگل نزدیک می‌کند (۴). همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد وقتی میانگین‌های حقیقی حاصل از آماربرداری صددرصد با میانگین‌های برآورد شده حاصل از نمونه برداری خطی مقایسه می‌شود؛ در همه موارد یعنی در مورد کلیه مشخصه‌های اندازه‌گیری شده (حجم، وزن، تعداد و سطح تحت پوشش) بین میانگین‌های برآورد شده حاصل از نمونه برداری بر اساس روش احتمالات با میانگین حقیقی جامعه (حاصل از آماربرداری صددرصد) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (۱ و ۷). از طرفی با توجه به این‌که در این روش کمترین زمان مورد نیاز است (۱۱/۶ دقیقه) لذا می‌توان بیان نمود این روش از لحاظ کارایی بهترین (شکل‌های ۲ تا ۶) روش می‌باشد (۲). می‌توان چنین بیان کرد که استفاده از روش

منابع

- Behjou, F.K., Sobhani, H., Zobeiri, M. 2006. Volume and Weight estimation of logging residues using Line Intersect Sampling. Iranian Journal of Natural Resources, 60: 103-114. In Persian.
- Behjou, F.K., Mollabashi, O.G., 2013. Assessment of coarse woody debris following

- selective logging in Caspian forests: implications for conservation and management. *Journal of Forest Science*, 59: 117-124.
- 3- Brian, W.B., Chen, H.Y.H., 2008. Effects of forest type and disturbance on diversity of coarse woody debris in boreal forest. *Ecosystems*, 11: 1078-1090.
- 4- Debeljak, M., 2006. Measuring coarse woody debris in managed and virgin forests. *Forest Ecology and Management*, 12: 123-134.
- 5- Gane, M., 2007. Forest strategy, Strategic management and sustainable development for forest sector. Springer publication, 422P.
- 6- Lamas, T., 1998. Assessment of Coarse Woody debris. *European Forest. Institute proceeding*, pp. 241-248.
- 7- Marshall, P. L., Davis G., 2000. Using line intersect sampling for coarse woody debris. Technical report, pp.1-34.
- 8- Marshall, P. L., Davis, G., 2002. Measuring the length of coarse woody debris. *British Columbia Extension Note*, pp.1-8
- 9- 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.
- 10- Merganičová, K., Merganič, J., 2010. Coarse woody debris carbon stocks in natural spruce forests of Babia hora. *Journal of Forest Science*, 56: 397-405.
- 11- Mex, L., 1997. Assessment of coarse woody debris. Ontario Forest Research Institute. Technical report, pp.1-15.
- 12- Miehs, A., York, A., Tolhurst, K., Stefano, J.D., Bell T., 2010. Sampling downed coarse woody debris in fire-prone eucalypt woodlands. *Forest Ecology and Management*, 259: 440-445.
- 13- Sato, T., 2010. Stocks of coarse woody debris in old-growth *lucidophyllus* forests in southwestern Japan, *Journal of Forest Research*. 15: 152-161.
- 14- Stahl, G., Ringvall, A., Fridman, A., 2001. Assessment of coarse woody debris. *Ecological bulletins*, pp.57-70.
- 15- Wagner, C.E., 1968. The Line Intersect Method in Forest Fuel Sampling. *Forest Science*, 12: 20-26.

Efficiency evaluation of transect and regression modeling in estimation and prediction of some coarse woody debris characteristics in Fandoghlu forest of Ardabil

Keivan Behjou F.

Natural Resources Dept., Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. of Iran

Abstract

Introducing a scientific method for correct inventory of forest woody debris that is an important structural part on these ecosystems can help sustainable management forest planning. This study carried out with the aim of efficiency evaluation of transects and regression modeling in estimation and prediction of some coarse woody debris characteristics in Fandoghlu forest of Ardabil. To this, line intersect sampling was applied based on probability theory, Huber and Smallian formula to estimate volume, weight, number, and projected area. The results of compared measurement based on sampling and census using ANOVA and Duncan test proved that line intersect sampling based on probability theory is the most efficient sampling method regarding to the least required time for setting and measuring in transects (11.6 minutes). On the other hand, the results of regression modeling showed that slope and distance from recreational area independent variables can predict volume and weight with more than 0.85 determination coefficients and number and projected area with more than 0.96 determination coefficients.

Key words: measurement, woody debris, line intersect sampling, regression modeling, Fandoghlu forest.