دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

روابط آلومتریک زی‌توده راش (*Fagus orientalis* L.) در توده‌های بهره‌برداری شده و شاهد جنگل صفارودِ استان مازندران

امین خادمی[۱]، مرتضی معدنی‌پور کرمانشاهی[۲] و بهروز کرد[۳]

۱- استادیار، گروه مهندسی فضای سبز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، ملایر، ایران، (نویسنده مسوول: aminkhademi28@yahoo.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند، پرند، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی فضای سبز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، ملایر، ایران
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۹
صفحه: ۱۰۳ تا ۱۱۴

چکیده

اندازه‌گیری زی‌توده برای ارزیابی ساختار و شرایط رویشگاه از نظر بوم‌شناختی و اقتصادی مهم است و می‌تواند مبنای برآورد کربن ترسیب شده در اندام‌های مختلف درخت باشد. به‌منظور برآورد میزان زی‌توده در توده‌های بهره‌برداری شده و شاهد (حفاظت شده) راش، دو پارسل ۵۱۱ و ۵۱٤ در جنگل صفارود رامسر انتخاب و با آماربرداری صددرصد از درختان سرپا در محدوده ٦/۲۵ هکتاری در هر پارسل، مشخصه‌های کمی شامل قطر برابرسینه، ارتفاع درخت، ارتفاع و قطر تاج مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. میزان زی‌توده با استفاده از روش برداشت مستقیم (قطع و توزین) در مورد درختان نشانه‌گذاری شده و روابط آلومتریک برای کل توده استفاده شد. در پارسل بهره‌برداری شده ۱۵ درخت از کل درختان قطع شده به شکل تصادفی، انتخاب و شاخه‌زنی و استربندی شدند. سه دیسک از ابتدا، وسط و انتهای هر تنه انتخاب و برش داده شد. در مورد شاخه‌ها، یک استر از هر پایه مشخص شد. به‌منظور تعیین وزن خشک (زی‌توده)، دیسک‌ها و شاخه‌ها به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در کوره نگهداری و سپس توزین شدند. بر اساس نتایج روابط آلومتریک میانگین میزان ذخیره زی‌توده در منطقه بهره‌برداری شده و شاهد به‌ترتیب ۲۲۲/۱۸ و ۳۱۱/۵۸ تن در هکتار برآورد شد که با توجه به نتایج آزمون t در سطح اطمینان ۹۵ درصد از اختلاف معنی‌داری برخوردار بودند. نتایج حاکی از آن است که دخالت‌های صورت گرفته به‌ویژه برداشت درختان قطور منجر به کاهش تعداد در طبقات قطری بالاتر و میانگین قطر و ارتفاع توده‌های جنگلی و در نتیجه کاهش حجم و زی‌توده در منطقه بهره‌برداری شده، گردیده است.

واژه‌های کلیدی: توده تحت مدیریت، توده مدیریت نشده، راش، رامسر، زی‌توده

مقدمه

اکوسیستم‌های خشکی به‌عنوان یک منبع بزرگ جذب کربن اتمسفری محسوب می‌شوند و جنگل‌های معتدله نقش کلیدی در چرخه کربن جهان داشته که باعث کاهش غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفر از طریق فتوسنتز می‌گردند. جنگل‌ها جزو مهمترین اکوسیستم‌های خشکی بوده که نقش عمده‌ای در جریان انرژی، ماده و تبدیل این دو، بین زمین و اتمسفر بازی می‌کند (۱۱). روند تخریب جنگل‌ها در اثر عوامل گوناگون، سبب از بین رفتن گونه‌های با ارزش جنگلی شده است. بنابراین نگرش به جنگل از دیدگاه توسعه پایدار، لزوم حفظ گونه‌های جنگل را به‌عنوان ذخیره ژنتیکی در اولویت قرار می‌دهد. زادآوری طبیعی از مهمترین عوامل موثر بر بقا و پایداری جنگل تلقی می‌شوند، بنابراین شناخت عوامل موثر بر روند استقرار زادآوری گونه‌های جنگلی در شناخت بهتر مراحل مختلف توالی این اکوسیستم‌ها تاثیرگذار خواهد بود (۱۸). مدیریت جنگل بر اساس اصول جنگل‌شناسی همگام با طبیعت رویکردی مناسب برای برآورده ساختن معیارهای جنگلداری پایدار است (۱۰). بهره‌برداری و دیگر دخالت‌ها در عرصه‌های جنگلی می‌تواند باعث تاثیر شدید بر ترکیب و تنوع گونه‌ای شود، بنابراین مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی از طریق اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی بایستی به نحوی باشد که علاوه بر تولید چوب و تنوع زیستی، پایداری اکوسیستم را نیز حفظ و ارتقاء دهد (۲۱). میزان رشد درختان به‌وضوح، تاثیر فاکتورهای خاک، زمین‌شناسی و میکروبی را منعکس می‌کند و درختان در حال رشد در مناطق حاصلخیز، زی‌توده و مواد مغذی بیشتر ذخیره می‌کنند. بر این اساس کسب اطلاعات در مورد ذخیره زی‌توده برای ارزیابی تأثیرات عملیات پرورشی ضروری است (۱۷).

دقیق‌ترین شیوه تعیین زی‌توده درخت، روشی است که در آن درخت قطع و اندام‌های مختلف هوایی و زیرزمینی را خشک و توزین نمایند. به‌دلیل آنکه اندازه‌گیری مستقیم زیتودهٔ کل درخت و اجزای آن مخرب، وقت‌گیر و پرهزینه است، استقرار معادلات آلومتریک بر اساس متغیرهایی مانند قطر برابرسینه یا ارتفاع درخت که به آسانی اندازه‌گیری می‌شوند، مورد توجه بسیاری از کارشناسان است. استقرار معادلات آلومتریک این امکان را فراهم می‌آورد که داده‌های حاصل از آماربرداری به اطلاعاتی دربارهٔ زی‌توده و حتی کربن تبدیل شود (۱۳،۲۳). روابط آلومتریک در واقع معادلات رگرسیونی هستند که به‌طور مستقیم اندازه‌گیری‌هایی نظیر قطر و ارتفاع را به زی‌توده کل درخت تبدیل می‌کنند (۱۴). با استفاده از معادلات آلومتریک به‌سهولت می‌توان میزان ذخیره زی‌توده و کربن را با روند غیرمخرب و صرفاً با اندازه‌گیری قطر برابرسینه و ارتفاع درختان افتاده جنگلی برآورد کرد (۱۹). انتخاب مدل آلومتریک با مشخصات سایت (شرایط

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

توپوگرافی، شیب، جهت، میزان مواد مغذی، نوع گونه، خصوصیات کمی و کیفی درختان، ذخایر زی‌توده و کربن) و هدف مورد نظر و ارزیابی عملکرد توده بستگی دارد (۶). معادلات آلومتریک می‌تواند برای تخمین زی‌توده اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونه‌هایی که در شرایط اکولوژیکی مشابه رشد می‌کنند، کاربرد داشته باشد، از متغیرهای درخت مورد استفاده، قطر برابرسینه قابل اطمینان‌ترین مشخصه پیش‌بینی زی‌توده‌های اندام‌های زمینی و هوایی هستند، در حالیکه مشخصه‌های ارتفاع و قطر تاج، دقت پایین‌تری در برآورد زی‌توده توده‌ها دارند (۲۲،۱۵).

سهرابی و شیروانی (۲۰) به‌منظور برآورد زی‌توده اندام‌های هوایی بنه (*Pistacia atlantica*) در پارک ملی خجیر از معادله آلومتریک استفاده نمودند که از بین متغیرهای مستقل، قطر تاج معادلاتی با شاخص‌های مدل‌سازی بهتر تولید کرد، دریایی و سهرابی (۲) به‌منظور تعیین زی‌توده روی زمین درختان ممرز (*Carpinus betulus* L.)، راش و انجیلی (*Parrotia persica* P.) در جنگل آموزشی صلاح‌الدین کلا نوشهر با استفاده از رگرسیون توانی به این نتیجه رسیدند که متغیر قطر برابرسینه مناسب‌ترین برآورد کننده زی‌توده اندام‌های مختلف هوایی درختان کم قطر هست. نتایج بررسی خادمی و همکاران (۸) در برآورد ذخیره زی‌توده گونه‌آوری (*Quercus macranthera*) در جنگل‌های اندبیل خلخال با استفاده از معادلات آلومتریک نشان داد که قطر برابرسینه و ارتفاع بیشترین همبستگی را با زیتوده اندام‌های هوایی و زیرزمینی داشتند. نتایج تحقیق ناوار (۱۳) برای تخمین میزان زی‌توده و کربن گونه‌های مناطق استوایی و معتدله در جنگل‌های سینالوا مکزیکو نشان داد که قطر برابرسینه یک متغیر مناسب برای معادلات آلومتریک در اندازه‌گیری زی‌توده است.

نتایج مطالعات استرفی و همکاران (۶) در برآورد زی‌توده درختان جوان بلوط ترکیه (*Querqus cerris* L.)، ممرز اروپایی (*Carpinus betulus* L.)، شاه بلوط نوشین (*Castanea stativa* Mill.) و زبان گنجشک (*Fraxinus ornus* L.) با روابط آلومتریک نشان داد که مشخصه قطر برابرسینه برای برآورد زی‌توده اندام‌های هوایی و زمینی و اجزای سازنده درختان جوان، پیش‌بینی کننده قابل اعتمادی است، اما استفاده از مشخصه ارتفاع در تعیین زیتوده باعث بهبود برآورد زی‌توده نمی‌شود. ضرایب ثابت قطر ($\beta 0$) و ارتفاع ($\beta 1$) نه تنها در بین گونه‌های پهن‌برگ، بلکه در بین اندام‌های یگ گونه هم متفاوت بود که مقادیر آنها منعکس کننده تفاوت در میزان قدکشیدگی ساقه به‌دلیل استراتژی‌های مختلف رشد هر یک از گونه‌ها در مراحل اولیه توسعه است.

جنگل‌های طبیعی شمال ایران یکی از مهمترین ذخایر ژنتیکی بیوسفر زمین به‌شمار می‌رود و با قدمتی بیش از یک میلیون سال یکی از مهمترین و بزرگترین ذخایر کربن جهان می‌باشد. در اکوسیستم‌های جنگلی، درختان در مقایسه با سایر رستنی‌ها نقش بیشتری در مقدار زی‌توده و ترسیب کربن ایفا می‌کنند. در میان درختان جنگلی گونه‌های غالب تاثیر بیشتری در در مقادیر مختلف ترسیب کربن دارند. بنابراین راش یکی از مهم‌ترین گونه‌های غالب با موجودی حجمی بالا به‌عنوان یکی از حوضچه‌های کربن در جنگل شمال محسوب می‌گردد (۴).

با توجه به اهمیت گونه راش به‌عنوان یکی از با ارزش‌ترین گونه‌ای صنعتی شمال و نقش مهم جوامع راش از جهت محیط زیستی، تولید چوب و اهمیت زی‌توده جنگل در چرخه کربن و ذخیره و نگهداری کربن، هدف اصلی این تحقیق استفاده از روابط آلومتریک به‌منظور برآورد میزان زی‌توده اندام‌های هوایی (تنه و شاخه) در توده‌های ناهمسال طبیعی مدیریت نشده (توده شاهد) و بهره‌برداری شده راش می‌باشد تا بر اساس مدل‌های رگرسیونی و متغیرهایی که به راحتی قابل اندازه‌گیری هستند بتوان زی‌توده اندام‌های هوایی را با روش‌های غیرمخرب، سریع و کم هزینه برآورد نمود.

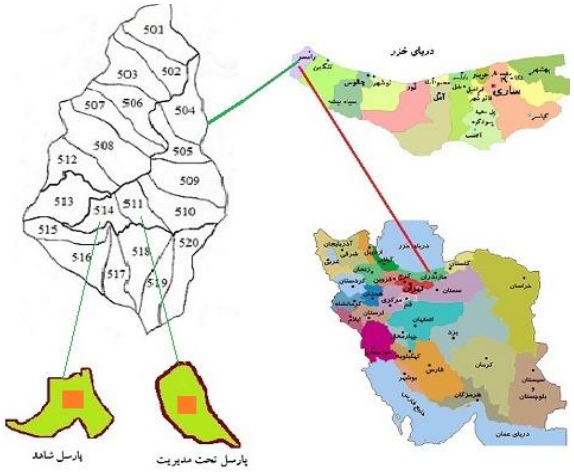
مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه پارسل ۵۱۴ به‌عنوان منطقه شاهد به مساحت ۵۱/۶ هکتار و پارسل ۵۱۱ به‌عنوان منطقه بهره‌برداری شده با مساحت ۵۲/۸ هکتار از سری ۵ جنگل صفارود در منطقه رامسر که در عرض جغرافیایی " ۲۵ ´۴۹ °۳۶ تا "۲۷ ´۵۳ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´´۴۶ ´۲۲ °۵۰ تا ´´۲۸ ´۳۰ °۵۰ شرقی واقع می‌باشد (شکل۱). ارتفاع منطقه حدود ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ متر از سطح دریا بوده و جهت عمومی دامنه شمالی می‌باشد. منشاء خاک از سنگ مادری ماسه‌سنگ و تیپ خاک، قهوه‌ای جنگلی اسیدی و از نظر عمق دارای خاک‌های نیمه‌عمیق تا عمیق می‌باشد. متوسط بارش سالیانه حدود ۱۲۰۰ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. منطقه مورد مطالعه بر اساس روش دومارتن دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد بوده و نمودار آمبروترمیک در منطقه مورد بررسی در دو ماه تیر و مرداد دارای فصل خشک می‌باشد. مهمترین جامعه گیاهی موجود در منطقه (Fagetum hyrcanum) می‌باشد که

گونه‌های درختی راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.M)، ممرز (*Carpinus betulus* L.) و گونه‌علفی *Galium odoratum* L. از جمله مهمترین گونه‌های درختی و علفی موجود در این جامعه می‌باشند. تیپ راش خالص، سطح وسیعی از منطقه را پوشش داده و تیپ‌های راش- توسکا و راش- ممرز نیز مشاهده می‌شوند (۴). پارسل ۵۱۱ در یک دوره ده‌ساله از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ به شیوه تک‌گزینی تحت مدیریت بوده و با توجه به اطلاعات کتابچه طرح حجم در هکتار این پارسل ۳۹۰/۷ مترمکعب و حجم کل ۱۷۱۹۱/۷ مترمکعب می‌باشد که حجم نشانه‌گذاری شده برای برداشت دوره ده‌ساله ۱۱۰۰ مترمکعب برآورد گردیده است.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1. The location of the study area

روش بررسی

به‌منظور تعیین زی‌توده راش (تنه و شاخه) پس از انجام جنگل‌گردشی دو پارسل ۵۱۴ (منطقه شاهد که هیچگونه برداشتی در آن صورت نگرفته است) به مساحت ۵۱/۶ هکتار و پارسل ۵۱۱ (منطقه بهره‌برداری شده) به مساحت ۵۲/۸ هکتار از سری ۵ جنگل صفارود رامسر انتخاب شدند. با توجه به محدودیت‌های موجود در انتخاب توده‌های طبیعی، ابتدا پارسل ۵۱۴ که دخالتی در آن صورت نگرفته است به‌عنوان پارسل شاهد تعیین و پارسل ۵۱۱ که در سری تحت مدیریت به شیوه تک‌گزینی بوده و از لحاظ شرایط محیطی (ارتفاع از سطح دریا، شیب عمومی، جهت جغرافیایی کلی و فیزیوگرافی) تقریباً مشابه پارسل شاهد می‌باشد، انتخاب گردید. در هر پارسل حدود ۱۰ درصد از حجم جامعه انتخاب و مورد آماربرداری قرار گرفت (۲۴). بنابراین محدوده‌ای به مساحت ۶/۲۵ هکتار (۲۵۰×۲۵۰ متر) که از لحاظ شرایط محیطی و پوشش گیاهی در دو توده نسبتاً مشابه بودند، پیاده و با آماربرداری صددرصد از محدوده تعیین شده، مشخصه‌های قطر برابرسینه (با متر نواری)، ارتفاع کل (با شیب‌سنج)، متوسط قطر تاج (با متر) و ارتفاع تاج (با شیب‌سنج) اندازه‌گیری شدند. در پارسل بهره‌برداری شده به‌دلیل برداشت‌های مجاز یا غیرمجاز دوره‌های گذشته و باد افتادگی، قطرهای بالای ۱۵۰ سانتیمتر دیده نشد و در پارسل شاهد نیز قطرهای بالای ۱۵۰ سانتیمتر به‌ندرت در محدوده آماربرداری مشاهده گردید. به‌منظور داشتن تعداد نمونه کافی و پراکنش مناسب تعداد درختان، طبقات قطری به سه کلاس قطری کم قطر، میان قطر و قطور تقسیم و برآورد زی‌توده در سه کلاس قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر انجام گردید. در پارسل بهره‌برداری شده پس از قطع درختان نشانه‌گذاری شده و با توجه به دامنه قطری درختان موجود در پارسل مورد بررسی و محدودیت تعداد درختان مقطوعه در طبقات قطری مختلف ۱۵ درخت (۵ درخت در هر یک از کلاسه‌های قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر) از کل درختان قطع شده به شکل تصادفی، انتخاب و شاخه‌زنی و استربندی شدند. حجم درختان با استفاده رابطه ۱ تعیین گردید.

$$V = \frac{\pi}{4} d_{1.30}^2 \times h$$ رابطه (۱)

که در این رابطه $d_{1.30}$: قطر برابرسینه، h: ارتفاع درخت و f: ضریب شکل درخت (که با استفاده از جدول حجم سه عامله تعیین گردیده است) می‌باشد.

در هر کلاس قطری ۵ پایه به گونه‌ای انتخاب گردید که زیرکلاسه‌های موجود در هر کلاس قطری را شامل گردد. به‌دلیل اینکه برداشت درختان نشانه‌گذاری شده در پارسل مورد بهره‌برداری در فصل زمستان انجام می‌گرفت و درختان فاقد برگ بودند و همچنین درصد کمی از زی‌توده راش مربوط به برگ می‌باشد، در این تحقیق برآورد زی‌توده راش در اندام‌های تنه، شاخه‌های اصلی و فرعی صورت گرفت.

برآورد زی‌توده تنه

به‌منظور تعیین وزن‌تر و زی‌توده راش، با توجه به ضریب کاهش قطری تنه سه دیسک به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر از ابتدا، وسط و انتهای هر تنه انتخاب (۴۵ دیسک در مجموع) و برش داده شدند. وزن تر دیسک‌ها توزین و حجم آنها محاسبه گردید. به‌منظور تعیین وزن خشک (زی‌توده)، دیسک‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در کوره نگهداری، سپس با ترازو با دقت گرم توزین شدند (۸). با توجه به حجم تنه و حجم و وزن خشک دیسک‌ها با استفاده از رابطه ۲ زی‌توده هر تنه محاسبه گردید.

$$B_t = \frac{w_d \times v_t}{v_d}$$ رابطه (۲)

که در این رابطه B_t: زیتوده هر تنه (تن)، W_d: وزن خشک دیسک (تن)، V_t: حجم تنه (مترمعکب) و V_d: حجم دیسک (متر معکب) است.

بر اساس رابطه رگرسیونی توانی که دارای بیشترین ضریب همبستگی بود، معادله آلومتریک بین قطر برابرسینه و زی‌توده ۱۵ پایه برقرار گردید و با توجه به آماربرداری صددرصد پایه‌ها

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

و داشتن اطلاعات مربوط به قطر و ارتفاع پایه‌ها در دو توده بهره‌برداری شده و شاهد و استفاده از رابطه آلومتریک، زی‌توده تنه در هر هکتار از منطقه مورد مطالعه برآورد گردید.

برآورد زی‌توده شاخه

برای برآورد زی‌توده شاخه، شاخه‌های ۱۵ درخت انتخابی استربندی و تعیین حجم (هر استر= ۰/۶ مترمکعب) شدند (۱۲). برای تعیین وزن تر شاخه‌ها، از کل استرهای هر پایه، یک استر به شکل تصادفی مشخص و توزین شدند. سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در کوره نگهداری و جهت تعیین وزن خشک یا زی‌توده با دقت گرم توزین شدند (۸). بر اساس حجم شاخه‌ها و حجم و وزن خشک شاخه‌های استر نمونه و با استفاده از رابطه ۳ زی‌توده شاخه‌های هر پایه محاسبه گردید.

رابطه (۳)
$$B_b = \frac{W_s \times V_b}{V_s}$$

که در این رابطه B_b: زی‌توده شاخه‌های هر پایه (تن)، W_s: وزن خشک استر نمونه (تن)، V_s: حجم استر نمونه (مترمکعب) و V_b: حجم شاخه‌های هر پایه (مترمکعب) است.

بر اساس رابطه رگرسیونی توانی، معادله آلومتریک بین قطر برابرسینه و زی‌توده شاخه‌های ۱۵ پایه برقرار گردید و با توجه به آماربرداری صددرصد پایه‌ها و داشتن اطلاعات مربوط به قطر و ارتفاع پایه‌ها در دو توده بهره‌برداری شده و شاهد و استفاده از رابطه آلومتریک زی‌توده شاخه‌ها در هر هکتار از منطقه مورد مطالعه برآورد گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

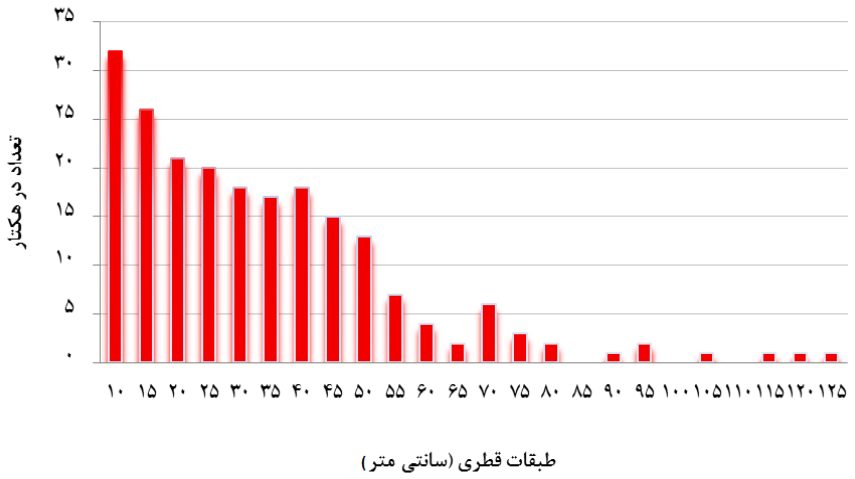
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. به‌منظور تحلیل آماری ابتدا داده‌ها از نظر نرمال بودن با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، رابطه رگرسیونی و معادلات برازش شده به آنها بین مشخصه‌های اندازه‌گیری شده محاسبه گردید. با استفاده از معادله‌های به‌دست آمده همبستگی بین میزان ذخیره زی‌توده با قطر برابرسینه تعیین شد. برای مقایسه اختلاف میانگین‌ها (میزان ذخیره زی‌توده) در توده‌های بهره‌برداری شده و شاهد از آزمون t مستقل استفاده شد. همچنین به‌منظور مقایسه اختلاف میانگین‌ها (میزان ذخیره زی‌توده) در هر سه طبقه قطری مورد مطالعه از تجزیه واریانس و آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

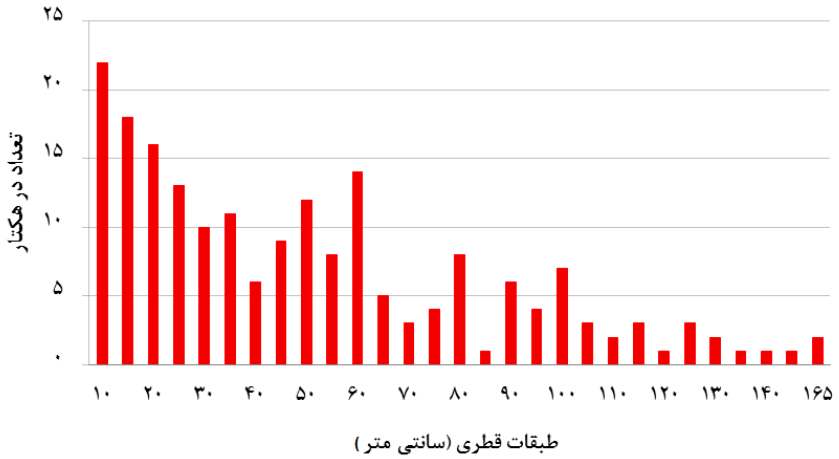
تعداد در طبقات قطری و ارتفاعی

بر اساس نتایج آماربرداری متوسط قطر برابرسینه و ارتفاع درختان توده بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۳۳/۷ سانتی‌متر و ۲۲/۹۳ متر و متوسط قطر برابرسینه و ارتفاع درختان توده شاهد به‌ترتیب ۵۰/۵۶ سانتی‌متر و ۲۶/۹۱ متر می‌باشد. تعداد در هکتار گونه راش در توده شاهد (مدیریت نشده) ۱۹۶ اصله و در توده بهره‌برداری شده ۲۱۱ اصله بود. که فراوانی درختان در طبقات قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر در توده شاهد به‌ترتیب ۶۰،۱۱۷ و ۱۹ اصله در هکتار و در توده بهره‌برداری شده ۱۸۰، ۲۷ و ۴ اصله در هکتار شمارش گردید. با توجه به نمودار تعداد در طبقات قطری، حداکثر حضور درختان در منطقه بهره‌برداری شده در طبقات قطری ۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متر (طبقات قطری اولیه) دیده می‌شود. بیش از ۸۰ درصد فراوانی نسبی درختان مربوط به کلاسه کم‌قطر بوده و با دخالت‌های صورت گرفته، خصوصاً با برداشت درختان قطور برخی از طبقات قطری در عرصه دیده نمی‌شوند (شکل ۲). در حالیکه در منطقه شاهد، تمامی طبقات قطری مشاهده گردیده و حداکثر حضور درختان در طبقات قطری ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر (طبقات قطری اولیه) است (شکل ۳). در منطقه بهره‌برداری شده حداکثر حضور درختان در طبقات ارتفاعی ۱۰ و ۳۰ متری می‌باشد که بعد از یک کاهش در طبقه ارتفاعی ۲۰ متری، روند صعودی را نشان می‌دهد که در طبقه ۳۰ متری دوباره به اوج می‌رسد (شکل ۴). در منطقه شاهد حداکثر حضور درختان در طبقات ارتفاعی ۳۵ و ۴۰ متر می‌باشد (شکل ۵).

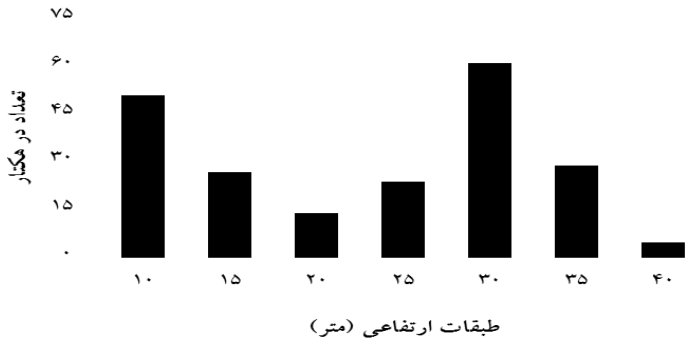
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]



شکل ۲- تعداد در طبقات قطری توده بهره‌برداری شده
Figure 2. distribution of number in diameter classes of harvested stand

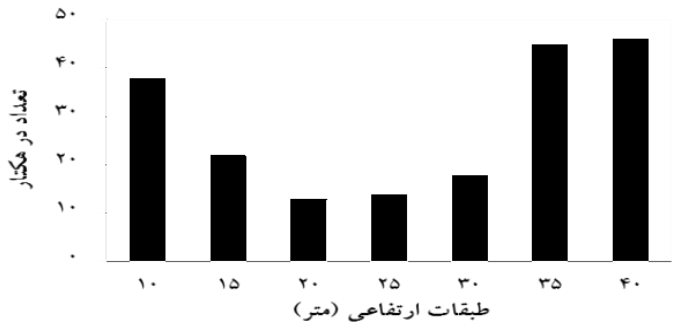


شکل ۳- تعداد در طبقات قطری توده شاهد
Figure 3. distribution of number in diameter classes of unmanaged stand



شکل ۴- تعداد در طبقات ارتفاعی توده بهره‌برداری شده
Figure 4. distribution of number in height classes of harvested stand

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]



شکل ۵- تعداد در طبقات ارتفاعی توده شاهد
Figure 5. distribution of number in height classes of unmanaged stand

مهم‌ترین شاخص‌های آماری و روابط آلومتریک

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مشخصه‌های آماری ۱۵ درخت قطع شده انتخابی برای برآورد میزان زی‌توده و تعیین روابط آلومتریک نشان می‌دهد که متوسط قطر برابرسینه، ارتفاع کل، قطر تاج و ارتفاع تاج به‌ترتیب ۷۲/۳ سانتی‌متر، ۲۴/۱ متر، ۱۶/۹ متر و ۱۱/۱ متر می‌باشد (جدول ۱). بر اساس نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری پایه‌های برداشت شده در توده بهره‌برداری شده، میانگین کل زی‌توده ۵ درخت اندازه‌گیری شده در طبقه‌های قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر به‌ترتیب عبارتند از ۰/۵۵۹، ۴/۱۲۵ و ۱۰/۱۶۲ تن که از این مقدار به‌ترتیب ۶۱/۵، ۷۱/۹ و ۷۲/۸ درصد در تنه ذخیره شده است (جدول ۲).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

جدول ۱- مشخصه‌های آماری ۱۵ درخت انتخاب شده در توده مورد بهره‌برداری

Table 1. Statistical Characteristics of 15 Harvesting trees in harvested stand

کلاس قطری / مشخصه	کمتر از ۵۰ سانتیمتر					۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر					بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر					میانگین	انحراف از معیار
	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵		
قطر برابرسینه (سانتی‌متر)	۱۴/۲	۲۰/۵	۲۸/۰	۳۱/۴	۴۴/۸	۵۵/۵	۶۶/۴	۷۵/۴	۸۴/۷	۹۴/۹	۱۰۴/۸	۱۰۸/۱	۱۱۰/۲	۱۱۹/۶	۱۲۵/۴	۷۲/۲۶	۳۸/۰۵
ارتفاع (متر)	۱۵/۰۶	۱۳/۳۶	۱۲/۱۰	۲۱/۲۴	۲۱/۸۶	۲۰/۱۸	۲۳/۱۷	۳۰/۲۸	۲۶/۲۱	۲۷/۵۴	۳۳/۴۲	۲۷/۳۹	۳۱/۰۴	۳۰/۳۹	۲۸/۶۱	۲۴/۱۲	۴۴/۳۷
قطر تاج (متر)	۴/۳	۶/۱	۷/۶	۹/۲	۱۲/۷	۱۴/۵	۱۷/۱	۱۸/۴	۱۹/۶	۲۱/۳	۲۲/۱	۲۳/۶	۲۵/۳	۲۴/۸	۲۶/۱	۱۶/۸۵	۷/۳۸
ارتفاع تاج (متر)	۴/۹	۶/۲	۸/۱	۹/۸	۱۰/۱	۱۰/۲	۱۰/۷	۱۱/۲	۱۲/۱	۱۲/۷	۱۳	۱۳/۸	۱۴/۳	۱۴	۱۴/۷	۱۱/۰۵	۸/۶۵

جدول ۲- میانگین زی‌توده ۵ درخت اندازه‌گیری شده در هر طبقه قطری در توده بهره‌برداری شده

Table 2. Average biomass of 5 trees measured per diameter class in harvested stand

مشخصه	طبقات قطری (سانتی‌متر)	تعداد	میانگین زیتوده (تن)	انحراف معیار
کل (تنه و شاخه)	۵۰ >	۵	۰/۵۵۹۶	۰/۵۴۱۵
	۵۰ -۱۰۰	۵	۴/۱۲۵۴	۱/۸۴۲۲
	۱۰۰ <	۵	۱۰/۱۶۱۷	۱/۳۷۰۹
تنه	۵۰ >	۵	۰/۳۴۴۴	۰/۳۶۷۹
	۵۰ -۱۰۰	۵	۲/۹۶۹۴	۱/۳۶۸۲
	۱۰۰ <	۵	۷/۴۰۱۷	۰/۳۹۲۱
شاخه	۵۰ >	۵	۰/۲۱۵۲	۰/۲۱۰۷
	۵۰ -۱۰۰	۵	۱/۱۵۶۰	۰/۵۷۴۲
	۱۰۰ <	۵	۲/۷۶۰۰	۰/۷۹۵۶

جدول ۳- بررسی همبستگی زی‌توده اندام‌های مختلف هوایی با مشخصه‌های قطر و ارتفاع

Table 3. The correlation between aboveground biomass with diameter at breast and height

متغیر مستقل	متغیر وابسته	درجه آزادی	R^2	F	sig	معادله
قطر برابر سینه	زی‌توده کل (تنه و شاخه)	۱۴	۰/۸۳۴	۱۳۳/۳۰۳	۰/۰۰۸	$Y= 0.0002\ X^{2.2974}$
	زی‌توده تنه	۱۴	۰/۸۵۱	۱۴۳/۶۲۳	۰/۰۰۱	$Y=0.00009\ X^{2.4209}$
	زی‌توده شاخه	۱۴	۰./۷۶۴	۹۳/۶۴۲	۰/۰۲۳	$Y=0.0002\ X^{1.956}$

Y = زی‌توده (تن)، X = قطر برابرسینه (سانتی‌متر)

با توجه به معادله‌های رگرسیونی قطر برابرسینه رابطه معنی‌داری با زی‌توده در سطح اطمینان ۹۵ درصد از خود نشان می‌دهد و متغیر مستقل قطر برابرسینه با ضرایب ۰/۹۵۱، ۰/۹۳۴ و ۰/۸۶۴ به‌ترتیب بیشترین همبستگی را با زیتوده تنه، زی‌توده مجموع تنه و شاخه و زی‌توده شاخه گونه راش در توده مورد مطالعه را دارد (جدول ۳).

میزان ذخیره زی‌توده در مناطق مورد بررسی

بر اساس نتایج به‌دست آمده از روابط رگرسیون میانگین ذخیره زی‌توده کل (مجموع تنه و شاخه) هر پایه در منطقه شاهد (مدیریت نشده) ۱/۵۹۰ تن و در منطقه بهره‌برداری شده ۱/۰۵۴ تن برآورد گردید که در منطقه شاهد در طبقات قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۰/۲۷۳، ۲/۲۳۸ و ۷/۶۳۴ تن و در توده بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۰/۳۵۳، ۴/۳۴۰ و ۱۰/۱۱۴ تن برآورد گردید.

میزان ذخیره زی‌توده در اندام‌های هوایی تنه و شاخه گونه راش در منطقه شاهد ۳۱۱/۵۸ تن در هکتار و در منطقه بهره‌برداری شده ۲۲۲/۱۸ تن در هکتار برآورد گردید. میزان ذخیره زی‌توده کل در منطقه شاهد در طبقات قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۳۱/۹۲۷، ۱۳۴/۳۰۴ و ۱۴۵/۳۵۱ تن در هکتار و در توده بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۶۳/۴۵۵، ۱۱۶/۶۵۳ و ۴۲/۰۷۶ تن در هکتار برآورد گردید که جدول ۴ مقادیر شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیر زی‌توده را برای اندام‌های هوایی مختلف در طبقات قطری تعیین شده را نشان می‌دهد.

جدول ۴- میانگین زی‌توده هر پایه (تن) و میزان ذخیره زی‌توده در هر هکتار (تن)از طبقات قطری مورد مطالعه

Table 4. Average biomass of each tree (ton) and biomass storage per hectare (ton) in the studied diameter classes

طبقات قطری	اندام‌های هوایی	منطقه	تعداد در پلات	میانگین زی‌توده هر پایه	میزان زی‌توده در هکتار	انحراف معیار	اشتباه معیار
کمتر از ۵۰ سانتی‌متر	کل (تنه و شاخه)	بهره‌برداری شده	۱۱۲۴	۰/۲۵۳	۶۳/۴۵۵	۰/۳۳۶	۰/۰۱۰
		شاهد	۷۳۱	۰/۲۷۳	۳۱/۹۲۷	۰/۲۷۴	۰/۰۱۰
	تنه	بهره‌برداری شده	۱۱۲۴	۰/۲۴۲	۴۳/۵۵۲	۰/۲۴۴	۰/۰۰۷
		شاهد	۷۳۱	۰/۱۸۶	۲۱/۶۷۱	۰/۱۹۴	۰/۰۰۷
	شاخه	بهره‌برداری شده	۱۱۲۴	۰/۱۱۱	۱۹/۹۵۵	۰/۰۸۹	۰/۰۰۳
		شاهد	۷۳۱	۰/۰۸۷	۱۰/۲۳۴	۰/۰۷۸	۰/۰۰۳
۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر	کل	بهره‌برداری شده	۱۶۸	۴/۳۴۰	۱۱۶/۶۵۳	۰/۵۱۴	۰/۱۱۷
		شاهد	۳۷۵	۲/۲۳۸	۱۳۴/۳۰۴	۰/۰۷۰	۰/۰۵۵
	تنه	بهره‌برداری شده	۱۶۸	۳/۵۳۲	۹۰/۱۱۱	۱/۲۲۵	۰/۰۹۴
		شاهد	۳۷۵	۰/۶۷۳	۱۰۰/۳۷۹	۰/۸۴۲	۰/۰۴۳
	شاخه	بهره‌برداری شده	۱۶۸	۰/۹۷۶	۲۶/۲۳۸	۰/۲۹۵	۰/۰۲۳
		شاهد	۳۷۵	۰/۵۵۲	۳۳/۱۴۱	۰/۲۲۵	۰/۰۱۲
بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر	کل	بهره‌برداری شده	۲۶	۱۰/۱۱۴	۴۲/۰۷۶	۰/۹۸۲	۰/۳۸۹
		شاهد	۱۱۹	۷/۶۳۴	۱۴۵/۳۵۱	۲/۴۷۰۵	۰/۲۲۰
	تنه	بهره‌برداری شده	۲۶	۸/۱۵۵	۳۳/۹۲۷	۱/۶۹۰	۰/۳۳۱
		شاهد	۱۱۹	۶/۰۷۳	۱۱۵/۶۳۲	۲/۰۲۱	۰/۱۸۵
	شاخه	بهره‌برداری شده	۲۶	۲/۰۱۸	۸/۳۹۶	۰/۳۳۴	۰/۰۶۵
		شاهد	۱۱۹	۱/۵۸۲	۳۰/۱۳۰	۰/۴۲۲	۰/۰۳۹
تمام طبقات	کل	بهره‌برداری شده	۱۳۱۸	۱/۰۵۴	۲۲۲/۱۸۴	۱/۹۶۹	۰/۰۵۴
		شاهد	۱۲۲۵	۱/۵۹۰	۳۱۱/۵۸۳	۲/۳۸۱	۰/۰۶۸
	تنه	بهره‌برداری شده	۱۳۱۸	۰/۷۹۵	۱۶۷/۵۸۹	۱/۵۶۸	۰/۰۴۳
		شاهد	۱۲۲۵	۰/۲۱۳	۲۳۷/۷۷۲	۱/۹۰۴	۰/۰۵۴
	شاخه	بهره‌برداری شده	۱۳۱۸	۰/۲۵۹	۵۴/۵۸۹	۰/۴۰۶	۰/۰۱۱
		شاهد	۱۲۲۵	۰/۳۷۵	۷۳/۵۰۴	۰/۴۸۷	۰/۰۱۴

مقایسه میانگین‌های زیتوده

نتایج آزمون f نشان می‌دهد که متوسط میزان ذخیره زی‌توده در کلاسه‌های قطری مورد مطالعه در هر دو منطقه بهره‌برداری شده و شاهد از اختلاف معنی‌داری برخوردار است (جداول ۵ و ۷). نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد میانگین زی‌توده سه کلاسه قطری در هر منطقه مورد بررسی (شاهد و بهره‌برداری شده) در سه گروه مختلف قرار دارند (جداول ۶ و ۸).

جدول ۵- تجزیه واریانس میزان ذخیره زی‌توده کل در سه کلاسه قطری مورد بررسی در توده بهره‌برداری شده

Table 5. Analysis of variance of total biomass storage in three diameter classes of harvested stand

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
تیمار	۴۵۰۰/۶۵۷	۲	۲۲۵۰/۳۲۸	۴۸۶۸/۲۳۲	۰/۰۰۱
خطا	۶۰۷/۸۵۶	۱۳۱۵	۰/۴۶۲		
کل	۵۱۰۸/۵۱۳	۱۳۱۷			

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

جدول ۶- تجزیه واریانس میزان ذخیره زی‌توده در سه کلاسه قطری مورد بررسی در توده شاهد
Table 6. Analysis of variance of total biomass storage in three diameter classes of unmanaged stand

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره f	سطح معنی‌داری
تیمار	۵۷۷۲٫۶۵۰	۲	۲۸۸۶٫۳۲۵	۳۰۲۵٫۹۳۷	۰٫۰۰۱
خطا	۱۱۶۵٫۶۱۹	۱۲۲۲	۰٫۹۵۴		
کل	۶۹۳۸٫۲۶۹	۱۲۲۴			

جدول ۷- نتایج آزمون دانکن میزان ذخیره زی‌توده کل (تنه و شاخه) در سه کلاسه قطری در توده بهره‌برداری شده
Table 7. Duncan test results on total biomass storage (trunk and branch) in three diameter classes of harvested stand

طبقات قطری (سانتی‌متر)	فراوانی نمونه‌ها	سطح اطمینان ۹۵ درصد		
		۱	۲	۳
< ۵۰	۱۱۲۴	۰٫۳۵۳A		
۵۰ -۱۰۰	۱۶۸		۴٫۳۹۸B	
۱۰۰ <	۲۶			۱۰٫۱۱۴C
سطح معنی‌داری		۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰

جدول ۸- نتایج آزمون دانکن میزان ذخیره زی‌توده کل (تنه و شاخه) در سه کلاسه قطری در توده شاهد
Table 8. Duncan test results on total biomass storage (trunk and branch) in three diameter classes of unmanaged stand

طبقات قطری (سانتی‌متر)	فراوانی نمونه‌ها	سطح اطمینان ۹۵ درصد		
		۱	۲	۳
< ۵۰	۷۳۱	۰٫۲۷۳A		
۵۰ -۱۰۰	۳۷۵		۲٫۲۳۸B	
۱۰۰ <	۱۱۹			۷٫۶۳۴C
سطح معنی‌داری		۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰	۱٫۰۰۰

نتایج آزمون t نشان می‌دهد که میانگین زی‌توده کل اندام‌های هوایی (تنه و شاخه)، زی‌توده تنه و زی‌توده شاخه گونه راش در هر هکتار از توده بهره‌برداری شده و شاهد در کل توده، کلاس قطری کمتر از ۵۰ سانتی‌متر (به‌جز زی‌توده شاخه)، کلاس قطری ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر در سطح اطمینان ۹۵ درصد از اختلاف معنی‌داری برخوردار هستند (جدول ۹).

جدول ۹- نتایج آزمون t در مورد مقایسه میانگین زی‌توده در دو توده بهره‌برداری شده و شاهد
Table 9. Results of t test for comparison of biomass in harvested harvested and unmanaged stands

			نمونه‌های مستقل				
			اختلاف میانگین	انحراف معیار	ارزش t	درجه آزادی	f	سطح معنی‌داری
میانگین میزان ذخیره زی‌توده در هر هکتار از منطقه بهره برداری شده و شاهد	کل توده	زی‌توده کل	۰٫۰۷۹۹	۱٫۹۶۹	- ۶٫۲۰۴	۲۵۴۱	۴۳٫۲۲	۰٫۰۰۴
		زی‌توده تنه	۰٫۰۵۶۱	۱٫۵۶۸	- ۶٫۰۶۶	۲۵۴۱	۴۲٫۶۹۸	۰٫۰۰۱
		زی‌توده شاخه	۰٫۰۲۳۵	۰٫۴۰۶	- ۶٫۵۴۷	۲۵۴۱	۴۷٫۱۵۳	۰٫۰۱۸
	کلاس قطری (سانتی‌متر) < ۵۰	زی‌توده کل	۰٫۰۷۹	۰٫۳۳۶	۵٫۳۶۷	۱۸۵۳	۰٫۰۴۱	۰٫۰۱۱
		زی‌توده تنه	۰٫۰۵۶	۰/۲۴۴	۵/۲۳۰	۱۸۵۳	۰/۵۷۵	۰٫۰۰۹
		زی‌توده شاخه	۰٫۰۲۳	۰٫۰۸۸	۵٫۸۳۲	۱۸۵۳	۲/۳۱۱	۰٫۰۸
	کلاس قطری (سانتی‌متر) ۵۰ -۱۰۰	زی‌توده کل	۲٫۱۰۱	۱٫۵۱۴	۱۸٫۴۸۴	۵۴۱	۲۰٫۶۱۷	۰٫۰۰۱
		زی‌توده تنه	۱٫۶۷۹	۱/۲۲۴	۱۸/۵۲۷	۵۴۱	۲۵٫۰۳۱	۰/۰۰۱
		زی‌توده شاخه	۰٫۴۲۴	۰/۲۹۵	۱۸/۳۳۵	۵۴۱	۱۰/۴۵۸	۰/۰۰۱
	کلاس قطری (سانتی‌متر) ۱۰۰ <	زی‌توده کل	۲٫۴۸۰	۱٫۹۸۲	۴/۹۰۴	۱۴۳	۱/۲۶۴	۰/۰۰۱
		زی‌توده تنه	۲/۰۸۲	۱٫۶۹۰	۴/۸۹۱	۱۴۳	۱/۰۵۲	۰/۰۰۱
		زی‌توده شاخه	۰/۴۳۶	۰/۳۳۳	۴/۹۳۹	۱۴۳	۱/۹۷۰	۰/۰۰۱

روش برداشت مستقیم برای برآورد زی‌توده به نیروی کار، هزینه و زمان زیاد نیاز دارد. کاربرد معادله آلومتریک یک روش معمول و غیرمخرب است که زی‌توده را از روی ویژگی‌هایی از درخت که به‌راحتی قابل اندازه‌گیری هستند، برآورد می‌کند (۲۳،۱۹،۱۴،۱). بر اساس نتایج آماربرداری متوسط قطر برابرسینه و ارتفاع توده بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۳۳/۷ سانتی‌متر و ۲۲/۹۳ متر و متوسط قطر برابرسینه و ارتفاع توده شاهد به‌ترتیب ۵۰/۵۶ سانتی‌متر و ۲۶/۹۱ متر می‌باشد. تعداد در هکتار درختان راش در توده شاهد ۱۹۶ و در توده بهره‌برداری شده ۲۱۱ اصله می‌باشد. پراکنش تعداد در هکتار در طبقات قطری نشان داد که در منطقه بهره‌برداری شده، مراحل اولیه رشد (طبقات قطری کمتر از ۵۰ سانی‌متر) دارای بیشترین فراوانی است (۸۰ درصد فراوانی نسبی) و با دخالت‌های صورت گرفته، خصوصاً

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

برداشت درختان قطور در توده، برخی از طبقات قطری از منطقه حذف گردیده است. نمودار پراکنش تعداد در طبقات ارتفاعی نشان داد که در منطقه شاهد بیشترین فراوانی در اشکوب غالب دیده می‌شود اما در منطقه بهره‌برداری شده در نمای کلی منطقه درختان از ارتفاع کمتری برخوردار است که این امر می‌تواند به‌دلیل کاهش رقابت نوری درختان در نتیجه باز شدن بیش از اندازه عرصه باشد. دخالت‌های انجام شده در منطقه بهره‌برداری شده به‌ویژه برداشت درختان قطور منجر به کاهش متوسط ارتفاع توده و درختان قطور و در نتیجه کاهش حجم و زی‌توده در منطقه شده است.

با توجه به معادله‌های رگرسیون، متغیر مستقل قطر برابرسینه با ضریب همبستگی ۰/۸۵۱ و سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱ بیشترین همبستگی را با ذخیره زی‌توده تنه دارند، که نتایج بررسی خادمی و همکاران (۸) در مورد برآورد زی‌توده بلوط اوری در خلخال و هوندا و همکاران (۵) در جنگل‌های آسیای میانه این موضوع را تأیید می‌کند.

تعداد در هکتار درختان در طبقات قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر در منطقه شاهد به‌ترتیب ۱۱۷، ۶۰ و ۱۹ اصله و در منطقه بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۱۸۰، ۲۷ و ۴ اصله می‌باشد. میزان ذخیره زی‌توده در طبقات قطری کمتر از ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر در منطقه شاهد به‌ترتیب ۳۱/۹۲۷، ۱۳۴/۳۰۴ و ۱۴۵/۳۵۱ تن در هکتار و در منطقه بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۶۳/۴۵۵، ۱۱۶/۶۵۳ و ۴۲/۰۷۶ تن در هکتار می‌باشد. میزان ذخیره زیتوده در طبقه قطری کمتر از ۵۰ سانتی‌متر در منطقه بهره‌برداری شده به‌دلیل تعداد بیشتر درختان در هر هکتار بیش از منطقه شاهد بوده و همچنین با توجه به باز شدن تاج در توده بهره‌برداری شده و دریافت نور کافی، درختان این طبقه از رشد حجمی بیشتری برخوردار می‌باشند، به‌طوری که متوسط ذخیره زی‌توده در هر درخت این توده ۰/۳۵۳ تن می‌باشد. میزان متوسط ذخیره زی‌توده در هر درخت از طبقه قطری ۵۰ تا ۱۰۰ و بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر در توده بهره‌برداری شده بیشتر از توده شاهد می‌باشد، اما به‌دلیل تعداد بالای درختان در هر هکتار از توده شاهد نسبت به توده بهره‌برداری شده، میزان ذخیره زی‌توده در هر هکتار از منطقه شاهد بیش از توده بهره‌برداری شده می‌باشد.

نتایج آزمون t در مورد مقایسه میانگین زی‌توده کل، تنه و شاخه در کل توده و کلاس‌های قطری مورد مطالعه (به‌جز زی‌توده شاخه در کلاس قطری کمتر از ۵۰ سانتی‌متر) در توده‌های بهره‌برداری شده و شاهد بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین زی‌توده در سطح اطمینان ۹۵ درصد در دو توده می‌باشد. تفاوت میزان ذخیره زی‌توده در دو منطقه و معنی‌دار بودن این اختلاف می‌تواند به‌دلیل عدم اجرای صحیح شیوه تک‌گزینی یا برداشت‌های غیرمجاز در منطقه باشد. نتایج این تحقیق با نتایج بررسی کربای (۹) در پاناما و فریدمن (۴) در جنگل‌های طبیعی راش اروپا مطابقت دارد. دلیل این امر برداشت درختان در مرحله میانی رشد (حذف یک مرحله رشد) در منطقه بهره‌برداری شده، بوده که پایه‌ها قبل از رسیدن به مرحله نهایی رشد برداشت شده است. در حالی که مدیریت صحیح می‌تواند نه‌تنها مانع از کاهش موجودی شده، بلکه با تنظیم اختلاط گونه‌ای و ایجاد ساختار مناسب در توده‌های جنگلی، موجبات افزایش موجودی و ذخیره بیشتر زی‌توده در توده‌های جنگلی شود (۲۲،۷). بررسی تاثیر عملیات حفاظتی، حمایتی و جنگل‌شناسی در تغییر میزان بیوماس در رویشگاه‌های مختلف جنگلی می‌تواند برای دستیابی به یک الگوی مشخص در بهره‌برداری و نوع دخالت مفید واقع شود (۲۳). نتایج بررسی والت (۲۲) در مورد مقادیر زی‌توده ذخیره شده در جنگل‌های *Nothofagus pomilica* نشان می‌دهد که در مراحل مختلف تکامل میزان زی‌توده ذخیره شده متفاوت بوده و در انتهای مرحله میانی رشد، بیشترین زی‌توده تولید می‌گردد که در توده بهره‌برداری شده مورد مطالعه، پایه‌ها قبل از رسیدن به این مرحله حذف شده‌اند. همچنین مطالعات کربای (۹) نشان می‌دهد که در جنگل‌های مدیریت شده با برداشت تک‌گزینی در انتهای مرحله اپتیمال می‌توان از کاهش ذخیره جنگل جلوگیری کرد، که عدم توجه به این امر در منطقه مورد مطالعه و برداشت درختان قبل از رسیدن به پایان مرحله اپتیمال بخشی از ذخایر زیتوده و در نتیجه ارزش اقتصادی آن‌را از دست داده‌ایم. همچنین در استفاده از طبیعت به‌عنوان الگو برای دخالت، بایستی دخالت در عرصه در مراحل انتهایی رشد میانی صورت گیرد، چرا که بیشترین میزان حجم‌گیری در این مرحله صورت می‌گیرد. بر اساس نتایج آزمون دانکن، میانگین میزان ذخیره زیتوده در کلاسه‌های قطری مورد مطالعه در توده شاهد و بهره‌برداری شده از اختلاف معنی‌داری برخوردار است.

نتایج تحقیق پورقلی و همکاران (۱۶) در بررسی ساختار توده‌های راش جنگل اسالم در فاز تحولی نشان می‌دهد که با توجه به رقابت بالای درختان به‌منظور کسب نور و نیز تراکم بالای درختان در فاز تحولی، اجرای عملیات تنک کردن در این مرحله ضروری است. بر این اساس با استفاده از اطلاعات حاصل از کمی‌سازی توده‌های دست‌نخورده با این شاخص‌ها علاوه بر کمی‌سازی ساختار فعلی جنگل، بتوان سیر تکامل آن و همچنین نتایج حاصل از فعالیت‌های مدیریت جنگل را مورد ارزیابی قرار داد و مسیر حرکت مدیریت برای توده‌های مشابه را مشخص نمود تا در نحوه نشانه‌گذاری‌های توده‌های جنگلی بر اساس الگوی طبیعت به شکل اصولی عمل نمود.

در نهایت دخالت انجام شده منجر به کاهش تعداد در طبقات قطری بالاتر، کاهش میانگین ارتفاع و حجم و در نتیجه کاهش زیتوده در منطقه بهره‌برداری شده، گردیده است. بنابراین در مدیریت جنگل، چنانچه به پراکنش مناسب تعداد در طبقات قطری نیز توجه شود، علاوه بر تحقق مهمترین اصول مربوط به اهداف عمومی جنگل‌داری (اصل بازده مستمر و اصل بازده حداکثر)، جنگلی با ویژگی‌های یک جنگل ایده‌آل ایجاد خواهد شد. این جنگل ایده‌آل که (جزو اهداف اولیه در اجرای طرح‌های جنگل‌داری است)، می‌تواند شرایط لازم را برای مدیریت پایدار جنگل فراهم آورد که علاوه بر اهداف تولیدی (که در اولویت قرار ندارد)، نقش خود را به‌خوبی در زمینه‌های مختلف از جمله چرخه کربن و ذخیره زی‌توده با حداکثر پتانسیل ایفا نماید.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

منابع

1. Alvarez, E., A. Duque and J. Saldarriaga. 2012. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. Forest Ecology and Management, 267: 297-308.
2. Daryaei, A. and H. Sohrabi. 2015. Aboveground biomass estimation of small diameter trees of *carpinus betulus*, Fagusorientalis and Parrotio persicaby using power regression model. J. of Wood & Forest Science and Technology, 22: 137-150 (In persian).
3. Fatemi Talab, S.R., A. Mataji and S. Babai Kafaki. 2012. Determination of stand dynamic and its relationship with understory biodiversity in managed and unmanaged stands of Beech forests (Case study: Safarud forest). Iranian Journal of Forest, 4: 277-288 (In persian).
4. Fridman, J. 2000. Conservation of forest in Sweden: a strategic ecological analysis. Biol. Conserv, 96: 95-103.
5. Honda, Y., H. Yamamoto and K. Kajiwara. 2000. Biomass Information in Central Asia. Center for Environmental Remote Sensing, 263: 1-33.
6. Istrefi. E., E. Toromani, N. Collaku and B. Thaci. 2019. Allometric biomass equations for young trees of four broadleaved species in Albani. New Zealand Journal of Forestry Science, 49: 1-14.
7. Ju, W. and J. Chen. 2007. Future carbon balance of china's forest under climate change and incrasing Co_2. Journal of Environmental Management, 86: 11-18.
8. Khademi, A., S. Babaie and A. Mataji. 2010. The role of coppice oac stand in carbon storage Co_2 uptak (Case study: Khalkhal, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18: 252-263 (In persian).
9. Kirby, R. 2007. Variation in carbon storage among tree species; implications for the management of a small- scale carbon sink project. Forest Ecology and Management, 93: 23-31.
10. Lelli, C., H. Henrik Bruun, A. Chiarucci and D. Donati. 2019. Biodiversity response to forest structure and -management: Comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. Forest Ecology and Management, 432: 707-717.
11. Loretta, G., M. Luciano, F. Anna Rita, B. Andrea and D. Valter. 2018. Carbon sequestration capability of Fagus sylvatica forests developing in the Majella National Park (Central Apennines, Italy). Journal of Forestry Research, 4: 1-9.
12. Lotfalian, M. 2012. Logging. 1st edn. AyiiZh Press, Thran, Iran, 488 pp.
13. Navar, J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. Forest Ecology and Management, 257: 427-434.
14. Peichl, M. 2006. Above and belowground ecosystem biomass and carbon pools in an age-sequence of temperate pine plantation forests. Agricultural and Forest Meteorology, 140: 51-63.
15. Poorter, H., M. Jagodzinski, R. Ruiz-Peinado, V. Usoltsev and L. Sack. 2015. How does biomass distribution change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continets. New phytologist, 208: 736-749.
16. Pour-Gholi, Z., F. Iran-Dost, S. Sefidi, Kh. Sagheb-Talebi and F. Keivan-Behjo. 2019. Investigating the structure of beech stands in the gap making phase (Case study: Asalem forests, Guilan). Ecology of Iranian Forests, 13: 29-35 (In persian).
17. Rousseau, L., L. Venier, I. Ubin and B. Berthiaume. 2019. Woody biomass removal in harvested boreal forest leads to a partial functional homogenization of soil mesofaunal communities relative to unharvested forest. Oil Biology and Biochemistry, 133: 129-136.
18. Safari, M, K. Sefidi, A. Alijanpoor and M. Reza Elahian. 2018. Study of natural regeneration in *Quercus macranthera* stands in different physiographic conditions in Arasbaran Forests. Ecology of Iranian Forests, 12: 1-8 (In persian).
19. Sawadogo, L., P. Savadogo, D. Tiveau, S. Dayamba and S. Guinko. 2010. Allometric prediction of above-ground biomass of eleven woody tree species in the Sudanian savanna-woodland of West Africa. J. For. Res, 21: 475-481.
20. Sohrabi, H. and H. Shirvani. 2012. Allometric equations for estimating standing biomass of Atlantic Pistache (Pistacia atlantica var. mutica) in Khojir National Park. Iranian Journal of Forest, 4: 55-64 (In persian).
21. Takafumi, H. and T. Hiura. 2009. Effects of disturbance history and environmental factor on diversity and productivity of understory vegetation in a cool-temperate forest in Japan, Journal of Forest Ecology and Management, 257: 843-857.
22. Vallet, P. 2009. Species substitution for carbon storage: Sessile oak versus Corsican pine in France as a case study. Forest Ecology and Management, 257: 1314-1323.
23. Vejpustkova, M., D. Zahradník, T. Cihák and V. Sramek. 2015. Models for predicting aboveground biomass of European beech(*Fagus sylvatica* L). in the Czech Republic. Journal of Forest Science, 61: 45-54.
24. Zobeiri, M. 2003. Forest Biometry. 1st edn, Tehran University Press, Thran, Iran, 389 pp.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]

Allometric Equations of Beech (*Fagus orientalis* L.) Biomass in Managed and Unmanaged Stands in Safarood's Forest, Mazandaran Province

Amin Khademi[1], Morteza Madanipour-Kermanshahi[2] and Behrouz Kord[3]

1- Assistant Professor, Department of Green Space Engineering, Islamic Azad University, Malayer Branch, Iran (Corresponding author: aminkhademi28@yahoo.com)
2- Assistant Professor, Department of Environment, Islamic Azad University, Parand Branch, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Green Space Engineering, Islamic Azad University, Malayer Branch, Iran.
Received: August 17, 2019 Accepted: November 20, 2019

Abstract

Biomass measurement is important in terms of ecological and economical evaluation of the structure and conditions of habitat and can provide an estimate for carbon sequestration in different organs of tree. In order to assess the amount of biomass in harvested and unmanaged Beech stands, two compartments (511 and 514) of Safarood's forest were selected. A plot of 6.25 hectare from each compartment were determined and diameter at breast, height, diameter and height of crown were measured under full inventory. The amount of biomass for tagged trees based on Direct biomass measurement and total stands were utilized using allometric equation. In the harvested compartment, 15 trees from all tagged trees were selected, limbing and Volumes were determined. Three discs from each trunk were selected and cut. Concerning the branches, one stere from each tree was specified. In order to determine the dry weight (biomass), discs and branches were kept in a kiln for 48 hours at tempreture of 80°C and then weighed. The results of the study revealed that the amount of biomass storage in unmanaged and harvested stand was estimated as 222.18 and 311.58 tons per hectare, respectively. The results of t-test indicated significant difference (α= 5) between the mean of trunk and branches of biomass storage in total stand and diameter classes of these two compartments. Effect of management intervention on harvesting stand, specifically harvesting of Thick tree, has resulted in decreasing the average diameter and height of the stands and volume and biomass in the managed area.

Keywords: Beech species, Biomass, Harvested stand, Unmanaged stand, Ramsar

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1399.8.16.12.7]
[DOI: 10.52547/ifej.8.16.103]