Arshive of SID

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۵ شماره ۱، صفحه ۴۶-۳۵، (۱۳۹۶)

تولید زی‌توده شاخه و برگ درختان وی‌ول (*Quercus libani* Oliv.) و مازودار (*Q. infectoria* Oliv.) در سال‌های مختلف پس از گلازنی

لیلا عباسی [۱]، زاهد شاکری [۲*]، نقی شعبانیان [۳] و ژراردو مورنو [۴]

۱- کارشناس ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگلداری، مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
پست الکترونیک: shakeri.zahed@gmail.com
۳- دانشیار، گروه جنگلداری، مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۴- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده علوم، دانشگاه اکسترمادورا، باداجوز، اسپانیا

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۴

چکیده

در پژوهش پیش‌رو، به‌منظور برآورد مقدار زی‌توده شاخه و برگ (تاج) درختان بلوط، چهار توده وی‌ول- مازودار (*Quercus libani-Q. infectoria*) شامل یک توده گلازنی‌نشده (شاهد) و سه توده گلازنی‌شده (سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی) بررسی شدند. برای برآورد مقدار زی‌توده تولیدی تاج درخت از روش برداشت جزیی و معادلات آلومتری استفاده شد. سی و شش اصله وی‌ول و ۳۶ اصله مازودار از سه طبقه قطری با ابعاد تاج متوسط و به‌طور تقریب همگن انتخاب شدند و از چهار جهت اصلی تاج درخت به‌صورت تصادفی در قسمت میانی، چهار شاخه انتخاب و قطع شد. به‌منظور برآورد زی‌توده تاج، وزن تر برگ‌های موجود در هر شاخه، وزن تر هر شاخه و همچنین قطر کل شاخه‌های درخت اندازه‌گیری شد. مدل توانی به‌عنوان بهترین مدل برآوردکننده زی‌توده انتخاب شد و مقدار اریبی نسبی و درصد جذر میانگین مربعات خطای برآورد مربوط به زی‌توده شاخه و برگ در هرکدام از توده‌ها برای هر گونه محاسبه شد. برای مقایسه زی‌توده اندازه‌گیری‌شده و برآوردی در سطح شاخه (از طریق معادلات آلومتری)، در هر توده شش شاخه از هر گونه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در مدل‌سازی وارد نشد و مقایسه با آزمون t جفتی انجام شد. نتایج نشان داد که بین مقدار زی‌توده اندازه‌گیری‌شده با مقدار زی‌توده برآوردی تفاوتی وجود نداشت. همچنین این روش در برآورد زی‌توده در سطح شاخه روشی نااریب بود. مقدار زی‌توده تاج توده‌های وی‌ول- مازودار در توده گلازنی‌نشده (۹/۲۱ تن در هکتار) در مقایسه با سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی (به‌ترتیب ۱/۲۶، ۲/۳۲ و ۳/۱۶ تن در هکتار) بیشتر بود. نتایج پژوهش پیش‌رو می‌تواند در مدیریت و پایش توده‌های جنگلی بلوط که تحت تأثیر گلازنی هستند، مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آلومتری، برداشت جزیی، توده بلوط، علوفه درختی، وزن تر برگ.

مقدمه

شناخت وضعیت بوم‌سازگان‌های جنگلی و گونه‌های درختی آن و پایش و ارزیابی تغییرات ایجادشده در طی زمان از مباحث مهمی است که باید در مدیریت جنگل‌ها مورد توجه قرار گیرد. لازمه این امر، آگاهی از وضعیت درختان و پایش شاخص‌های مختلف اکولوژیک در این

www.SID.ir

Arshive of SID

محیط‌ها است. ازجمله شاخص‌های اکولوژیک که فقدان اطلاعات مربوط به آن در بیشتر بوم‌سازگان‌های جنگلی کشور به‌خوبی مشهود است، آگاهی از توان تولید زی‌توده است (Adl, 2007; Pourhashemi *et al.*, 2012). زی‌توده برگ از شاخص‌های مهمی است که در ارزیابی‌های اکوفیزیولوژیکی گیاهان کاربرد زیادی دارد و به‌شدت رشد و تولید گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Lizaso *et al.*, 2003; Abbasi *et al.*, 2015). اهمیت مطالعه زی‌توده جنگل به این دلیل است که مقدار آن بیانگر توان تولید در واحد سطح و یا زمان در بوم‌سازگان‌های جنگلی است (Adl, 2007) و همچنین برآورد آن ازنظر ارزیابی ساختار، شرایط جنگل و ذخیره کربن اهمیت زیادی دارد (Iranmanesh *et al.*, 2012).

دو روش اصلی برای برآورد زی‌توده اندام‌های هوایی گیاهان شامل روش برداشت کامل (Complete harvest method) و برداشت جزیی (Partial harvest method) است. روش برداشت کامل به‌طور معمول برای محصولات کشاورزی و مراتع استفاده می‌شود و برای گیاهان با ابعاد کوچک مناسب است (Satoo, 1982). با توجه به مشکل بودن، پیچیدگی، پرهزینه بودن و مخرب بودن این روش، در مورد درختان بزرگ و سطوح وسیع از روش‌های برداشت جزیی استفاده می‌شود (Breda, 2003). بدین‌منظور چند شاخه معرف از درخت مورد نظر انتخاب می‌شود و وزن اجزای شاخه اندازه‌گیری می‌شود؛ سپس با شمارش کل شاخه‌های درخت و وزن اندازه‌گیری‌شده از شاخه‌های معرف، برآوردی (Up-scaling) از زی‌توده کل درخت به‌دست می‌آید. در این روش از مدل‌های رگرسیونی برای توصیف رابطه بین شاخه و برگ و درنهایت برآورد زی‌توده استفاده می‌شود (Satoo, 1982).

گلازنی نوعی سرشاخه‌زنی درختان است که با یک نظم مکانی- زمانی مشخص و با هدف تأمین علوفه برای دام (قطع سرشاخه‌های برگ‌دار) و یا تأمین چوب (قطع شاخه‌ها) انجام می‌شود (Turnbull, 2005; Read, 2006). گلازنی در جنگل‌های زاگرس شمالی به‌طور گسترده‌ای رواج دارد. در این مناطق هر بخش از جنگل به‌صورت عرفی در اختیار یک خانوار است که به آن گلاجار گفته می‌شود. هر گلاجار به سه قسمت که دارای محصول به‌طور تقریب مساوی هستند، تقسیم می‌شود (شان گلا) و هر سه سال یک‌بار در یکی از این شان‌ها گلازنی انجام می‌شود (Fattahi, 1994).

مطالعات متعددی در مناطق مختلف دنیا در مورد اندازه‌گیری زی‌توده گونه‌های درختی و درختچه‌ای به روش‌های مختلف انجام شده است، اما در زمینه تأثیر گلازنی بر مقدار زی‌توده تحقیقات اندکی انجام شده است. Adl (۲۰۰۷) زی‌توده برگ بلوط ایرانی و بنه را در جنگل‌های یاسوج به روش برداشت جزیی اندازه‌گیری کرد و مقدار آنها را به‌ترتیب ۱۳۱۷/۳ و ۵۷/۲ کیلوگرم در هکتار بیان کرد. Pourhashemi و همکاران (۲۰۱۲) زی‌توده برگ تک‌درختان داغداغان را در جنگل‌های شهری سنندج ۳۷ کیلوگرم برآورد کردند. Karlik و McKay (۲۰۰۲) مقدار زی‌توده درختان بلوط واقع در بوم‌سازگان‌های مدیترانه‌ای کالیفرنیا را با استفاده از روش برداشت جزیی ۳۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند و این روش را به‌عنوان روشی مناسب برای برآورد زی‌توده معرفی کردند. Khosravi و همکاران (۲۰۱۲) مقدار زی‌توده تاج (در سطح توده) توده وی‌ول (*Quercus libani*) را در جنگل‌های آرمرده بانه که سه سال از گلازنی آن گذشته بود، با استفاده از روش برداشت کامل، ۴/۹۸ تن در هکتار برآورد کردند. در پژوهش دیگری برآورد مقدار زی‌توده *Pinus sylvestris* و *Picea abies* در جنوب فنلاند با استفاده از روش برداشت جزیی توسط Liu و Westman (۲۰۰۹) انجام شد. آنها در این روش ارتباط بین سطح مقطع شاخه و زی‌توده شاخه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که روابط به‌دست‌آمده خطی بودند و از ضریب همبستگی زیادی برخوردار بودند. همچنین Parsapour و همکاران (۲۰۱۳)، مدل توانی را به‌عنوان بهترین مدل آلومتری در برآورد زیتوده صنوبر در استان چهارمحال و بختیاری معرفی کردند.

در بین گونه‌های مختلف بلوط، بیشتر از شاخه‌های

www.SID.ir

Arshive of SID

برگ‌دار وی‌ول و مازودار (*Q. infectoria*) برای تعلیف دام استفاده می‌شود (Fattahi, 1994). از آنجایی‌که عمل گلازنی می‌تواند بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی برگ تأثیر بگذارد (Abbasi *et al.*, 2015)، هدف از پژوهش پیش‌رو بررسی تأثیر گلازنی بر مقدار زی‌توده برگ و شاخه در توده‌های وی‌ول- مازودار، در سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی و همچنین مقایسه آن با توده گلازنی‌نشده در جنگل‌های بانه بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان کردستان، شهرستان بانه، بخش آرمرده و در نزدیکی روستای کوخ‌مامو واقع شده است. ازنظر اقلیمی، این منطقه با توجه به مدل کوپن، به‌دلیل بارش‌های زمستانی، دارای زمستانی سرد و تابستانی به‌نسبت خشک و آب و هوای نیمه‌مرطوب سرد و در مقیاس وسیعتر دارای اقلیم نیمه‌خشک است. بارش متوسط سالانه ۷۰۰ میلی‌متر است. خاک منطقه بیشتر به‌صورت خاک‌سنگ، خاک‌ریزه، سنگ‌ریزه و خاک است. بافت خاک به‌طور عمده نیمه‌سنگین و سبک و سنگ‌ها از نوع آهکی، گرانیت و شیست هستند (Anonymous, 2006).

روش پژوهش

برای انجام پژوهش پیش‌رو، چهار توده وی‌ول- مازودار شامل یک توده گلازنی‌نشده و سه توده در سنین متفاوت پس از گلازنی (سال‌های اول، دوم و سوم)، با شرایط فیزیوگرافی به‌طور تقریب مشابه (ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۵۵۰ متر، شیب عمومی حدود ۲۰ درصد و جهت جنوبی) گزینش شدند. نمونه‌برداری از برگ درختان در اواخر مردادماه (پس از کامل شدن رویش برگ‌ها) انجام شد. در هر توده نه درخت وی‌ول و نه درخت مازودار از سه طبقه قطری ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر (سه اصله درخت برای هر طبقه قطری) و در مجموع ۷۲ اصله درخت از دو گونه مورد بررسی در هر چهار توده با ابعاد تاج متوسط و به‌طور تقریب همگن، با استفاده از روش نزدیک‌ترین درخت به نقطه تصادفی انتخاب شدند. برای محاسبه مقدار زی‌توده با استفاده از روش برداشت جزیی، از هر درخت، چهار شاخه در چهار جهت جغرافیایی اصلی و به‌صورت تصادفی از قسمت میانی تاج انتخاب و قطع شدند. سپس برای محاسبه زی‌توده برگ و زی‌توده شاخه، برگ‌های هر چهار شاخه چیده شدند و وزن تر برگ هر شاخه و وزن تر هر شاخه نیز با استفاده از ترازو با دقت ۲۰ گرم در عرصه اندازه‌گیری شد (Khosravi *et al.*, 2012; Parsapour *et al.*, 2013). قطر شاخه‌های قطع‌شده و قطر کل شاخه‌های درخت از بن نیز با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. از این اطلاعات برای تعیین روابط بین مقدار زی‌توده برگ هر شاخه و قطر شاخه، زی‌توده شاخه و قطر شاخه و درنهایت تخمین زی‌توده برگ و زی‌توده شاخه هر درخت (معادلات آلومتریک) استفاده شد.

به‌منظور محاسبه درصد رطوبت برگ و درصد رطوبت شاخه، پنج تا شش برگ از هر شاخه و حدود پنج سانتی‌متر از طول هر شاخه جدا و توزین شد. نمونه‌ها در داخل پوشش کاغذی قرار داده شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن خشک با قرار دادن برگ‌ها و شاخه‌ها در داخل آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت با استفاده از ترازوی دیجیتالی تا دقت صدم گرم اندازه‌گیری شد (Starr *et al.*, 1998; Khosravi *et al.*, 2012). برای محاسبه زی‌توده برگ، زی‌توده شاخه و درنهایت زی‌توده در سطح توده، چندین مدل رگرسیونی برای برقراری رابطه رگرسیونی بین قطر شاخه و وزن برگ هر شاخه و قطر شاخه و وزن هر شاخه استفاده شد. معنی‌دار بودن مدل‌های آلومتریک نیز با تجزیه واریانس بررسی شد. زی‌توده برگ و زی‌توده شاخه کل درخت نیز با استفاده از مدل محاسبه‌شده برآورد شد. برای اعتبارسنجی مدل یا مقایسه زی‌توده اندازه‌گیری‌شده و برآوردی در سطح شاخه و به‌تفکیک اندام‌های مختلف، در هر توده شش شاخه از هر گونه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در مدل‌سازی وارد نشد. برای مقایسه زی‌توده اندازه‌گیری‌شده و برآوردی در سطح شاخه از آزمون t جفتی استفاده شد (p = ۰/۰۵). درصد

www.SID.ir

Arshive of SID

جذر میانگین مربعات خطا (*RMSE%*) برآورد مربوط به زی‌توده در سطح شاخه در هرکدام از توده‌ها برای هر گونه با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد. اریبی و اریبی نسبی برآورد در سطح شاخه برای هر گونه نیز با استفاده از رابطه‌های ۳ و ۴ به‌دست آمد (Heiskanen, 2006).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{n}}$$ رابطه (۱)

$$RMSE(\%) = \frac{RMSE}{\overline{O}}$$ رابطه (۲)

$$B_r = \sum \frac{P_i - O_i}{n}$$ رابطه (۳)

$$B_r(\%) = 100 \frac{B_r}{\overline{O}}$$ رابطه (۴)

در رابطه‌های فوق: *RMSE* جذر میانگین مربعات خطا، P_i مقدار زی‌توده برآوردی، O_i مقدار زی‌توده اندازه‌گیری‌شده (در سطح شاخه)، n تعداد شاخه، *RMSE (%)* درصد جذر میانگین مربعات خطا، B_r (%) اریبی نسبی، B_r مقدار اریبی، $\bar{O}$ میانگین زی‌توده شاخه‌ها و برگ‌های اندازه‌گیری‌شده است. مقدار زی‌توده در سطح توده نیز با استفاده از رابطه ۵ به‌دست آمد (Khosravi *et al.*, 2012).

$$B_t = \sum_{i=1}^{n} W_{ti} \frac{d_I}{n}$$ رابطه (۵)

در رابطه فوق: B_t زی‌توده خشک تاج (شاخه و برگ) در سطح توده برحسب تن در هکتار، $\sum_{i=1}^{n} w_{ti}$ حاصل‌جمع زی‌توده کل تاج (شاخه و برگ) برای ۱۸ درخت نمونه در هر توده به تن، d_I تراکم درختان در هکتار و n تعداد درختان نمونه (۱۸ درخت نمونه) در هر توده است.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به میانگین زی‌توده در سطح درخت، در قالب طرح آشیانه‌ای ساده با عامل‌های نوع توده در چهار سطح (گلازنی‌شده در سال‌های اول، دوم، سوم و شاهد) و طبقه قطری در سه سطح (طبقه‌های ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری) در نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۷ انجام شد. مقایسه میانگین صفت‌های مورد بررسی پس از تأیید همگنی واریانس‌ها، به‌وسیله آزمون توکی انجام شد. برای محاسبه مدل‌های رگرسیونی و همچنین آزمون t جفتی، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج

تعداد در هکتار درختان وی‌ول در توده شاهد و توده‌های گلازنی‌شده پس از سال‌های اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۱۹۲، ۱۴۵، ۱۷۵ و ۱۶۷ اصله و همچنین تعداد در هکتار درختان مازودار نیز به‌ترتیب ۱۷۵، ۱۳۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ اصله درخت در هکتار محاسبه شد. میانگین رطوبت برگ در وی‌ول در توده شاهد و در سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی به‌ترتیب ۴۶، ۴۸، ۴۷ و ۴۹ درصد و برای رطوبت شاخه به‌ترتیب ۳۳، ۳۰، ۳۰ و ۲۸ درصد بود. میانگین رطوبت برگ در مازودار نیز در توده گلازنی‌نشده، سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی به‌ترتیب ۴۸، ۴۸، ۴۸ و ۴۹ درصد و برای رطوبت شاخه به‌ترتیب ۳۰، ۳۰، ۳۳ و ۲۸ درصد محاسبه شد.

در بررسی معادله‌های آلومتری، مدل توانی ($y = a \times x^{b}$) با بیشترین ضریب تبیین به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد که در آن، y مقدار زی‌توده برگ یا زی‌توده شاخه در سطح شاخه به‌عنوان متغیر وابسته، x قطر شاخه به‌عنوان متغیر مستقل و a و b ضرایب رگرسیون بودند. نتایج معادله‌های آلومتری برای پیش‌بینی مقدار زی‌توده اجزای شاخه و برگ گونه‌های مورد بررسی (در سطح تک‌درخت و برحسب گرم) در مقابل متغیر مستقل قطر شاخه در جدول‌های ۱ و ۲ ارایه شده است. نتایج نشان داد که مدل‌های پیش‌بینی برای برآورد زی‌توده شاخه و برگ در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بودند. همچنین ضریب تبیین در سال سوم پس از گلازنی بیشترین مقدار و در سال اول پس از گلازنی کمترین مقدار را داشت.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۱- معادله آلومتری زی‌توده شاخه و برگ وی‌ول (در سطح تک‌درخت و برحسب گرم)، در مقابل متغیر مستقل قطر شاخه به سانتی‌متر (d)

توده	متغیر وابسته	مدل آلومتریک	ضریب تبیین	اشتباه معیار	آماره F	معنی‌داری
شاهد	زی‌توده برگ	$y = ۹/۵۰۷\ d^{۲/۷۹}$	۰/۷۹۶	۰/۴	۸۱/۸۵۳	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y= ۱۱/۰۱۸d^{۳/۳۰۹}$	۰/۷۸۵	۰/۵	۷۶/۸۷۶	۰/۰۰۰**
سال اول پس از گلازنی	زی‌توده برگ	$y = ۳۲/۶۹۷d^{۱/۱۵۲}$	۰/۴۸۹	۰/۵	۲۶/۷۸۶	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y =۶۴/۵۷۳\ d^{۱/۱۰۹}$	۰/۵۲۸	۰/۵	۳۱/۳۷	۰/۰۰۰**
سال دوم پس از گلازنی	زی‌توده برگ	$y =۴۱/۷۳۵\ d^{۱/۳۱۳}$	۰/۷۵۱	۰/۲	۷۸/۵۷۹	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y =۷۰/۵۳۶\ d^{۱/۲۲۵}$	۰/۷۸۵	۰/۱۹	۹۴/۷۵۹	۰/۰۰۰**
سال سوم پس از گلازنی	زی‌توده برگ	$y =۴۸/۹۳۷\ d^{۱/۵۸۹}$	۰/۸۲۵	۰/۲۵	۱۱۸/۲۳۱	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y =۶۹/۵۰۸\ d^{۱/۶۷۴}$	۰/۸۲۷	۰/۲۶	۱۱۹/۶۶۱	۰/۰۰۰**

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

جدول ۲- معادله آلومتری زی‌توده شاخه و برگ مازودار (در سطح تک‌درخت و برحسب گرم)، در مقابل متغیر مستقل قطر شاخه به سانتی‌متر (d)

توده	متغیر وابسته	مدل آلومتریک	ضریب تبیین	اشتباه معیار	آماره F	معنی‌داری
شاهد	زی‌توده برگ	$y = ۲۲/۶۱۴\ d^{۱/۹۱۲}$	۰/۷۰۲	۰/۳	۵۶/۴۱۷	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y = ۱۴/۰۲۱d^{۲/۹۳۹}$	۰/۷۸۴	۰/۴	۸۷/۲۲۳	۰/۰۰۰**
سال اول پس از گلازنی	زی‌توده برگ	$y = ۲۹/۷۰۷\ d^{۱/۸۰۱}$	۰/۶۱۶	۰/۴	۴۴/۹۵۹	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y = ۴۹/۲۸۲\ d^{۱/۷۵۹}$	۰/۶۱۹	۰/۴	۴۵/۵۵۸	۰/۰۰۰**
سال دوم پس از گلازنی	زی‌توده برگ	$y = ۴۹/۳۶۱\ d^{۱/۰۷۴}$	۰/۶۲۸	۰/۳	۴۲/۱۵۹	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y = ۷۲/۳۲۵\ d^{۱/۱۷}$	۰/۶۹	۰/۳	۵۵/۵۳	۰/۰۰۰**
سال سوم پس از گلازنی	زی‌توده برگ	$y = ۴۱/۳۳۸d^{۱/۷۸۴}$	۰/۷۴۱	۰/۳۵۴	۷۹/۹۴۸	۰/۰۰۰**
	زی‌توده شاخه	$y = ۶۴/۹۴۶\ d^{۱/۶۹۲}$	۰/۸۹۸	۰/۱۹۲	۲۴۵/۷۷۴	۰/۰۰۰**

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

نتیجه مقایسه مقدار زی‌توده اندازه‌گیری‌شده با مقدار برآوردی آن برای زی‌توده شاخه و زی‌توده برگ در سطح شاخه برای هر دو گونه وی‌ول و مازودار به کمک آزمون t جفتی، حکایت از عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار (p =۰/۰۵) برای هر یک از گونه‌ها داشت. نتایج مربوط به درصد اریبی به‌دست‌آمده از برآورد زی‌توده شاخه و برگ، حاکی از اریبی اندک در برآورد زی‌توده شاخه با این روش بود. همچنین، همان‌طور که انتظار می‌رفت، نتایج مربوط به درصد جذر میانگین مربعات خطا برای اجزای مختلف شاخه و برگ نشان داد که در قسمت غیر چوبی مانند برگ، مقدار درصد این خطا بیشتر بود (جدول‌های ۳ و ۴)؛ با این وجود و با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در زی‌توده برآوردی و واقعی، می‌توان از معادلات فوق برای برآورد زی‌توده شاخه و برگ دو گونه وی‌ول و مازودار استفاده کرد.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۳- مقایسه مقدار زی‌توده اندازه‌گیری‌شده با مقدار برآوردی (± اشتباه معیار)، محاسبه مقدار *RMSE (%)*، اریبی و اریبی نسبی در اجزای شاخه و برگ ول‌ول در سطح شاخه

توده	اجزاء	زی‌توده اندازه‌گیری‌شده (گرم)	زی‌توده برآوردی (گرم)	*P*	جذر میانگین مربعات خطا (درصد)	اریبی (گرم)	اریبی نسبی (درصد)
شاهد	برگ	۲۹۸ ± ۲۴/۳۳	۲۸۱/۲۸ ± ۳۲/۵۸	۰/۶۳۷	۲۵/۶۴	۱۶/۷۳	۵/۶۲
	شاخه	۶۴۷/۱۶ ± ۳۵/۳	۶۵۱/۸۱ ± ۳۷/۰۵	۰/۹۱۹	۱۴/۹۹	−۴/۶۵	−۰/۷۲
سال اول پس از گلازنی	برگ	۵۶/۴۷ ± ۲۳/۹۹	۵۶/۸۳ ± ۳۹/۶	۰/۹۷۴	۴۱/۵۴	۱۷/۵۳	۱۵/۲۴
	شاخه	۱۰۸ ± ۳۴/۹۶	۱۰۸/۷۷ ± ۲۳/۰۴	۰/۹۶۹	۳۸/۹۸	۱۳/۱۱	۷/۲۳
سال دوم پس از گلازنی	برگ	۹۴/۱۷ ± ۲۹/۴۲	۷۸/۰۵ ± ۱۹/۷۲	۰/۳۱۶	۳۸/۳۹	۱۶/۱۱	۱۷/۱۱
	شاخه	۱۴۸/۳۳ ± ۲۷/۷۷	۱۲۵/۷۵ ± ۱۸/۴۲	۰/۳۱	۳۳/۸	۲۲/۵۸	۱۵/۲۳
سال سوم پس از گلازنی	برگ	۱۰۵/۸۳ ± ۲۴/۲۲	۱۰۰/۷۷ ± ۱۸/۱۹	۰/۸۱۵	۴۳/۷۶	۵/۰۶	۴/۷۹
	شاخه	۱۵۹/۱۶ ± ۲۵/۷۷	۱۴۹/۵ ± ۱۸/۹۹	۰/۷۷۴	۴۵/۱۳	۲/۶	۶/۰۷

جدول ۴- مقایسه مقدار زی‌توده اندازه‌گیری‌شده با مقدار برآوردی (± اشتباه معیار)، محاسبه مقدار *RMSE (%)*، اریبی و اریبی نسبی در اجزای شاخه و برگ مازودار در سطح شاخه

توده	اجزاء	زی‌توده اندازه‌گیری‌شده (گرم)	زی‌توده برآوردی (گرم)	*P*	جذر میانگین مربعات خطا (درصد)	اریبی (گرم)	اریبی نسبی (درصد)
شاهد	برگ	۲۲۲/۵ ± ۲۶/۲۶	۲۳۴/۴۴ ± ۱۹/۷۳	۰/۴۵۴	۱۵/۷۲۸	−۱۱/۹۴	−۵/۳۶
	شاخه	۵۰۸/۶۶ ± ۲۱/۸۷	۵۳۷/۴۳ ± ۲۱/۰۵	۰/۱۷۱	۹/۷۳	−۲۸/۷۶	−۵/۶۵
سال اول پس از گلازنی	برگ	۱۱۵ ± ۳۸/۲۸	۹۷/۴۷ ± ۲۸/۴۵	۰/۴۲۳	۴۱/۹۴	۰/۳۶	۰/۶۴
	شاخه	۱۶۹/۱۷ ± ۳۹/۸	۱۵۶/۵۶ ± ۲۷/۸۷	۰/۶۸	۴۰/۲۷	−۰/۷۶	−۰/۷۱
سال دوم پس از گلازنی	برگ	۶۴ ± ۲۳/۷۴	۶۷/۳۲ ± ۸/۴۳	۰/۸۵	۴۰/۲۶	−۲/۳۲	−۳/۵۷
	شاخه	۹۰/۸۳ ± ۱۷/۸۹	۱۰۱/۶ ± ۹/۱۱	۰/۳۵۳	۲۸/۴۸	−۱۰/۷۶	−۱۱/۸۵
سال سوم پس از گلازنی	برگ	۷۸/۳۳ ± ۱۸/۰۲	۶۵/۹۲ ± ۱۳/۵۶	۰/۱۵۷	۲۶/۵۳	۱۲/۴۲	۱۵/۸۴
	شاخه	۱۱۶/۶۷ ± ۱۶/۸	۱۰۰/۸۷ ± ۱۲/۹۳	۰/۱۱۵	۲۰/۸۵	۱۵/۸	۱۳/۵۳

نتایج آزمون کولموگروف- سمیرنوف نشان داد که داده‌ها نرمال نبودند که با استفاده از تبدیل لگاریتمی، داده‌ها نرمال شدند. نتایج تجزیه واریانس در قالب طرح آشیانه‌ای در جدول ۵ ارایه شده است. گلازنی و طبقه قطری بر سطح و زی‌توده خشک شاخه و زی‌توده خشک برگ اثر معنی‌داری داشتند.

زی‌توده تاج (شاخه و برگ) در سطح درخت در سال اول پس از گلازنی کمترین مقدار را به‌خود اختصاص داده بود و توده شاهد بیشترین مقدار را داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین برای عامل بررسی‌شده به‌صورت آشیانه‌ای (طبقه قطری × گلازنی) نشان داد که برگ‌های تولیدشده توسط درختان کم‌قطر مربوط به سال‌های اول و دوم پس از

www.SID.ir

Arshive of SID

گلازنی کمترین مقدار زی‌توده را داشتند و در مقابل درختان قطورتر مربوط به سال‌های سوم و توده‌های گلازنی‌نشده، از بیشترین مقدار زی‌توده برخوردار بودند (جدول ۶).

جدول ۵- نتیجه آزمون خطی تعمیم‌یافته (GLM) برای زی‌توده برگ و زی‌توده شاخه وی‌ول و مازودار با درنظر گرفتن سلسله‌مراتب گلازنی و طبقه قطری در سطح درخت

منبع تغییرات	df	وی‌ول		مازودار	
		زی‌توده برگ (کیلوگرم)	زی‌توده شاخه (کیلوگرم)	زی‌توده برگ (کیلوگرم)	زی‌توده شاخه (کیلوگرم)
		F	F	F	F
گلازنی	۳	۳۷/۴۹**	۳۴/۳۲**	۲۹/۱۴**	۳۴/۱۲**
گلازنی × طبقه قطری	۸	۸/۶۶**	۸/۰۶**	۷/۴۸**	۶/۵۴**
خطا	۲۴				
کل	۳۵				

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین‌ها (میانگین ± اشتباه معیار) برای تأثیر مرحله گلازنی بر صفت‌های بررسی‌شده در سطح درخت

توده	وی‌ول		مازودار	
	زی‌توده برگ (کیلوگرم)	زی‌توده شاخه (کیلوگرم)	زی‌توده برگ (کیلوگرم)	زی‌توده شاخه (کیلوگرم)
شاهد	۵/۶۶ ± (۰/۴۳) [a]	۱۶/۶۶ ± (۱/۵۸) [a]	۵/۵۷ ± (۰/۴۳) [a]	۲۲/۵۶ ± (۲/۲۴) [a]
سال اول پس از گلازنی	۱/۲۹ ± (۰/۰۹) [c]	۳/۳۲ ± (۰/۲۱) [b]	۱/۴۲ ± (۰/۱۶) [c]	۳/۰۹ ± (۰/۳۳) [b]
سال دوم پس از گلازنی	۲/۲۵ ± (۰/۱۲) [bc]	۴/۷ ± (۰/۲۳) [b]	۲/۸۵ ± (۰/۲۱) [b]	۵/۹۸ ± (۰/۴۷) [b]
سال سوم پس از گلازنی	۳/۱۶ ± (۰/۲۷) [b]	۶/۸۸ ± (۰/۵۹) [b]	۳/۲۶ ± (۰/۱۳) [b]	۶/۶۶ ± (۰/۲۶) [b]

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

مقادیر زی‌توده تاج در سطح توده‌های وی‌ول- مازودار در سال اول پس از گلازنی از کمترین مقدار و در توده گلازنی‌نشده از بیشترین مقدار برخوردار بود (جدول ۷).

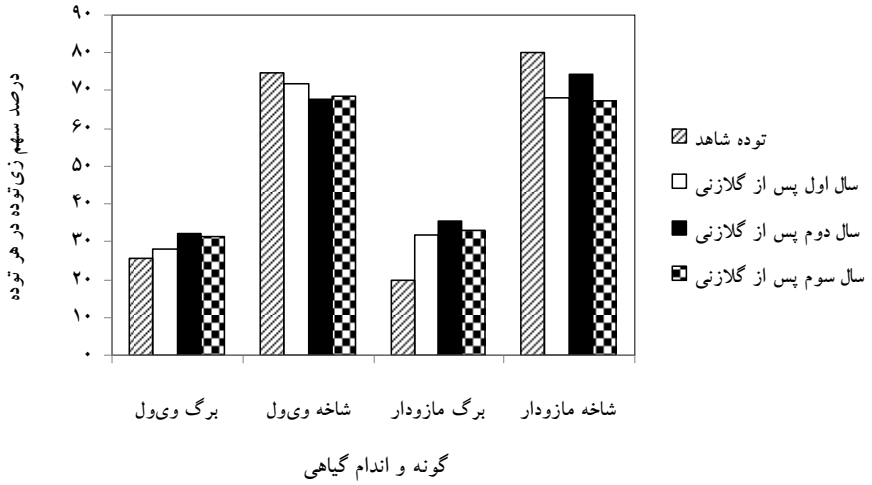
جدول ۷- زی‌توده تاج توده‌های وی‌ول- مازودار (تن در هکتار) در سطح توده

توده	وی‌ول		مازودار		کل
	زی‌توده برگ (تن در هکتار)	زی‌توده شاخه (تن در هکتار)	زی‌توده برگ (تن در هکتار)	زی‌توده شاخه (تن در هکتار)	
شاهد	۱/۰۹	۳/۲	۰/۹۷۵	۳/۹۴۸	۹/۲۱
سال اول پس از گلازنی	۰/۱۸۷	۰/۴۸۱	۰/۱۸۷	۰/۴۰۲	۱/۲۶
سال دوم پس از گلازنی	۰/۳۹۴	۰/۸۲۳	۰/۳۵۷	۰/۷۴۸	۲/۳۲
سال سوم پس از گلازنی	۰/۵۲۸	۱/۱۴۹	۰/۴۸۹	۰/۹۹۹	۳/۱۶

www.SID.ir

Arshive of SID

بررسی درصد سهم زی‌توده برگ و شاخه در هر دو گونه نشان داد که در درختان گلازنی‌شده سهم برگ نسبت به شاخه بیشتر از درختان گلازنی‌نشده بود (شکل ۱).



شکل ۱- درصد سهم زی‌توده اجزای شاخه و برگ در توده شاهد و سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی

بحث

آگاهی از زی‌توده درختی برای ارزیابی مقدار کربن موجود در درخت که به‌نوبه خود نشان‌دهنده ارزیابی مقدار کربن موجود در جنگل است، اهمیت زیادی دارد (Cienciala *et al.*, 2008). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که مقدار زی‌توده تاج در سطح درخت و توده در سال‌های پس از گلازنی نسبت به مقدار زی‌توده تاج توده گلازنی‌نشده کمتر بود (جدول‌های ۶ و ۷). دلیل این امر به‌وضوح به اعمال مدیریت سنتی گلازنی (برداشت سرشاخه‌های برگ‌دار درختان) در توده‌های بهره‌برداری‌شده و کوچک شدن تاج درختان مرتبط بود (Valipour *et al.*, 2014). در رابطه با تأثیر گلازنی بر مقدار زی‌توده تاج در سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی و مقایسه این توده‌ها با توده گلازنی‌نشده، مطالعات اندکی انجام شده است. Khosravi و همکاران (۲۰۱۲)، مقدار زی‌توده تاج درختان وی‌ول در سطح توده را در جنگل‌های آرمرده بانه در سال سوم پس از گلازنی، ۴/۹۸ تن در هکتار محاسبه کردند، درحالی‌که مقدار زی‌توده تاج در سطح توده‌های وی‌ول- مازودار در در سال سوم پس از گلازنی در پژوهش پیش‌رو ۳/۱۶ تن در هکتار برآورد شد. ازجمله دلایل این اختلاف می‌تواند قرار گرفتن منطقه نمونه‌برداری در دامنه جنوبی باشد؛ درحالی‌که منطقه نمونه‌برداری در مطالعه Khosravi و همکاران (۲۰۱۲) در دامنه شمالی قرار داشت و توده مورد بررسی یک توده به‌طور تقریب خالص وی‌ول با تعداد در هکتار بیشتر بود. درختان موجود در دامنه‌های جنوبی به‌دلیل دریافت شدت نور نسبی بیشتر، حاصلخیزی کمتر رویشگاه و افزایش پتانسیل تبخیر و تعرق، برگ‌های کوچکتر و ضخیم‌تری دارند و به‌طور کلی پتانسیل تولید کمتری دارند (Johnson *et al.*, 2002). درختان واقع در دامنه‌های جنوبی به‌دلیل کاهش سطح و وزن برگ از مقدار زی‌توده و سطح برگ به‌نسبت کمتری نسبت به جهت‌های جغرافیایی دیگر برخوردار هستند (Kochaki *et al.*, 2005). لازم به‌ذکر است که مقدار زی‌توده به‌ترتیب در سال‌های دوم و سوم پس از گلازنی نیز نسبت به سال اول پس از گلازنی به‌دلیل افزایش مساحت تاج، زی‌توده برگ‌ها و شاخه‌های درخت، افزایش طول شاخه‌ها، توسعه شاخه‌های فرعی، افزایش تعداد و تراکم برگ‌ها افزایش داشت (جدول‌های ۶ و ۷).

علاوه‌بر کاهش زی‌توده در سطح درخت و توده، یکی

www.SID.ir

Arshive of SID

دیگر از پیامدهای گلازنی، تأثیر بر معماری تاج و کاهش حجم تاج درخت است (Ranjbar *et al.*, 2013). در این حالت، به‌دلیل کاهش نسبت سطح تاج به ریشه، دسترسی برگ‌ها به منابع غذایی و آب نسبت به زمانی‌که شاخه‌های برگ‌زای بیشتری وجود دارد، افزایش می‌یابد (Johnson *et al.*, 2002). این امر سبب افزایش سطح برگ، زی‌توده برگ، مقدار جذب دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن در سطح تک‌برگ‌ها، به‌ویژه در سال اول پس از گلازنی در مقایسه با توده گلازنی‌نشده می‌شود (Ferrini, 2006; Abbasi *et al.*, 2015)، بنابراین می‌توان گفت که گلازنی باعث افزایش مقدار زی‌توده، سطح برگ، مقدار جذب دی‌اکسید کربن و تولید اکسیژن در سطح تک‌برگ‌ها و کاهش این مشخصه‌ها در سطح درخت و توده می‌شود.

درخصوص تأثیر طبقات قطری بر مقدار زی‌توده در سطح درخت، نتایج نشان داد که مقدار این مشخصه‌ها با افزایش طبقه قطری، روند صعودی داشت. درختان بزرگتر به‌دلیل توسعه بهتر و بیشتر تاج، دارای زی‌توده بیشتری بودند. این امر از یک‌سو به ماهیت طبیعی درختان بستگی دارد و از سوی دیگر می‌تواند به‌دلیل اعمال مدیریت سنتی گلازنی باشد. به درختان فقط زمانی فرصت افزایش ارتفاع و گسترش تاج داده می‌شود که به طبقات قطری زیاد رسیده باشند و شاخه‌های آنها توانایی تحمل وزن شخصی که عمل گلازنی را انجام می‌دهد، داشته باشد (Valipour *et al.*, 2014).

براساس نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش پیش‌رو، مشخص شد که ضریب تبیین مدل آلومتری در سال سوم پس از گلازنی در مقایسه با توده گلازنی‌نشده بیشتر بود (جدول‌های ۱ و ۲). همچنین درصد سهم زی‌توده برگ نسبت به شاخه در سال‌های پس از گلازنی در مقایسه با توده گلازنی‌نشده بیشتر بود. وجود شاخه‌های خشک کمتر در توده‌های گلازنی‌شده (در اثر برداشت شاخه‌های برگ‌دار درختان) در مقایسه با توده گلازنی‌نشده می‌تواند دلیل اصلی این تفاوت و کاهش ضریب تبیین باشد (شکل ۱). همچنین بین سهم زی‌توده شاخه و برگ در سال سوم پس از گلازنی (به‌علت عدم وجود شاخه‌های خشک) در مقایسه با توده گلازنی‌نشده تعادل بیشتری در تاج درخت برقرار بود. به احتمال زیاد حدود سه تا پنج سال بعد از گلازنی، بهترین زمان ازنظر تعادل بین سهم شاخه و برگ در تاج درخت خواهد بود، بنابراین مردم محلی به تجربه دریافته‌اند که با انجام گلازنی در دوره‌های سه تا چهارساله می‌توانند بیشترین تولید برگ را در داخل تاج درختان بلوط داشته باشند (Valipour *et al.*, 2014).

روابط آلومتری به‌دست‌آمده برای پیش‌بینی مقدار زی‌توده اجزای چوبی بسیار قوی‌تر از روابطی بود که برای پیش‌بینی مقدار زی‌توده اجزای برگ محاسبه شد (جدول‌های ۱ و ۲؛ Navar, 2009; Parsapour *et al.*, 2013). در کل، معادلات برآورد زی‌توده در قسمت غیرچوبی مانند برگ درصد خطای بیشتری نسبت به قسمت چوبی شاخه دارد (Aguilar *et al.*, 2012; Iranmanesh *et al.*, 2012). مهمترین دلیل آن را می‌توان در تغییرات زیاد زی‌توده برگ و وابستگی زیاد آن به شرایط رویشگاهی و اقلیمی دانست (Socha & Wezyk, 2007; Iranmanesh *et al.*, 2012)، بنابراین می‌توان گفت که روابط آلومتریک به‌شدت تحت تأثیر توده جنگلی و گونه‌های موجود در منطقه هستند و برای هر منطقه باید به‌صورت جداگانه محاسبه و استفاده شوند (Araujo *et al*., 1999).

در پژوهش پیش‌رو برای بررسی صحت روش برداشت جزیی از درصد اریبی استفاده شد. نتایج مقایسه درصد اریبی در قسمت‌های برگ و شاخه درختان وی‌ول و مازودار در سطح شاخه نشان داد که روش برداشت جزیی برای برآورد زی‌توده درختان بلوط گلازنی‌شده روش نااریبی بود. برای بررسی دقت این روش نمونه‌برداری نیز اعتبارسنجی مدل و درصد جذر میانگین مربعات خطا برای اندام‌های مختلف شاخه و برگ محاسبه شد. مقدار *RMSE*% محاسبه‌شده در سال‌های پس از گلازنی در مقایسه با توده گلازنی‌نشده بیشتر بود. دلیل این امر می‌تواند برداشت شاخه‌های برگ‌دار درختان باشد، زیرا با برداشت شاخه‌های برگ‌دار، در ساختار، شکل و رشد طبیعی شاخه‌ها و

www.SID.ir

Arshive of SID

برگ‌های درختان اختلال ایجاد می‌شود. همین مسأله سبب بیشتر شدن درصد جذر میانگین مربعات خطا در سال‌های پس از گلازنی در مقایسه با توده گلازنی‌نشده شد. در مجموع، می‌توان گفت که روش برداشت جزیی در برآورد زی‌توده، به‌دلیل کاهش حجم عملیات صحرایی و دخالت در جنگل، می‌تواند به‌عنوان گزینه مناسبی در برآورد زی‌توده مورد توجه قرار گیرد. البته در این روش نیز، چون برآوردی از زی‌توده کل درخت به‌دست می‌آید، امکان خطا وجود دارد که می‌توان با افزایش تعداد درختان نمونه و شاخه‌های انتخابی در هر درخت، دقت برآورد را افزایش داد (Bakhtiarvand Bakhtiari & Sohrabi, 2012).

باوجود آن‌که توده‌های گلازنی‌نشده وی‌ول- مازودار دارای زی‌توده شاخ و برگ بیشتری در مقایسه با توده‌های گلازنی‌شده بودند، اما درصد سهم زی‌توده برگ در مقایسه با درصد سهم زی‌توده شاخه در درختان واقع در توده‌های گلازنی‌نشده به‌نسبت کمتر بود. گلازنی مانند یک هرس شدید عمل می‌کند و با حذف شاخه‌های قطور و خشک درخت، منجر به جوان شدن تاج و تحریک هورمون‌های رشد می‌شود؛ به‌علاوه با توجه به شدت اعمال گلازنی، معماری تاج درخت به‌شدت تغییر می‌یابد و حجم تاج کاهش خواهد یافت که این امر خود می‌تواند منجر به کاهش تولید در واحد سطح شود. چنین اطلاعاتی می‌تواند در مدیریت توده‌های جنگلی بلوط که تحت تأثیر گلازنی هستند و همچنین درک بهتر اثرات گلازنی بر درختان بلوط مورد استفاده قرار گیرد.

References

- Abbasi, L., Shakeri, Z., Shabanian, N., and Bahari, M., 2015. Pollarding effects on Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) leaf properties in Baneh forests. Iranian Journal of Forest, 7(1): 87-97 (In Persian).
- Adl, H.R., 2007. Estimation of leaf biomass and leaf area index of two major species in Yasuj forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4): 417-426 (In Persian).
- Aguilar, R., Ghilardi, A., Vega, E., Skutsch, M. and Oyama, K., 2012. Sprouting productivity and allometric relationships of two oak species managed for traditional charcoal making in central Mexico. Biomass and Bioenergy, 36: 192-207.
- Anonymous, 2006. Multifunctional forestry plan with emphasis on organizing and managing Galazani in Armardeh, Baneh. Published by the Center for Research & Development of Northern Zagros Forestry, Sanandaj, 321p (In Persian).
- Araujo, T.M., Higuchi, N. and Carvalho Junior, J.A., 1999. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Para, Brazil. Forest Ecology and Management, 117(1-3): 43-52.
- Bakhtiarvand Bakhtiari, S. and Sohrabi, H., 2012. Sub sampling for estimating biomass of tree crown and its components. Journal of Forest and Wood Products, 65(3): 261-270 (In Persian).
- Breda, J., 2003. Ground based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. Journal of Experimental Botany, 54(392): 2403-2417.
- Cienciala, E., Apltauer, J., Exnerova, Z. and Tatarinov, F., 2008. Biomass functions applicable to oak trees grown in Central-European forestry. Journal of Forest Science, 54(3): 109-120.
- Fattahi, M., 1994. Galazani (Pollarding of oak trees). Pajouhesh & Sazandegi, 23: 4-11 (In Persian).
- Ferrini, F., 2006. Pollarding and its effects on tree physiology: a look to mature and senescent tree management in Italy. 1er colloque europeen sur les trognes. Vendome, 26-28 Oct. 2006: 8.
- Heiskanen, J., 2006. Estimating aboveground tree biomass and leaf area index in a mountain birch forest using ASTER satellite data. International Journal of Remote Sensing, 27(6): 1135-1158.
- Iranmanesh, Y., Jalali, S.G.A., Sagheb Talebi, Kh., Hosseini, S.M. and Sohrabi, H., 2012. Employing of randomized branch sampling method for estimation of above-groundbiomass of oak (*Quercus brantii* Lindl.). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 5(3): 239-252 (In Persian).
- Johnson, P.S., Shifley, S.R. and Robert, R., 2002. The Ecology and Silviculture of Oaks. CABI Publishing, Wallingford, UK, 503p.
- Karlik, F.J. and McKay, H.A., 2002. Leaf area

www.SID.ir

Arshive of SID

Najafi, T., Asadi, A. and Panahi, P., 2012. Biomass and leaf area index of Caucasian Hackberry (*Celtis caucasica* Willd.) in Taileh urban forest, Sanandaj, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 609-620 (In Persian).

- Ranjbar, A., Ghahramani, L. and Pourhashemi, M., 2013. Impact assessment of pollarding on biometrical indices of Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) in Belake forests, Baneh. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 578-594 (In Persian).
- Read, H., 2006. A brief review of pollards and pollarding in Europe. 1er colloque europeen su les trognes. Vendome, 26-28 Oct. 2006: 6p.
- Satoo, T., 1982. Forest Biomass. Dr. W. Junk Publisher, The Hague, Netherlands, 164p.
- Socha, J. and Wezyk, P., 2007. Allometric equations for estimating the foliage biomass of Scots pine. European Journal of Forest Research, 126: 263-270.
- Starr, M., Hartman, M. and Kinnunen, T., 1998. Biomass function for mountain birch in the Vuoskojarvi integrated monitoring area. Boreal Environment Research, 3: 297-303.
- Turnbull, C., 2005. Cass Turnbull's Guide to Pruning: What, When, Where & How to Prune for a More Beautiful Garden. Sasquatch Books Publisher, Seatle, 336p.
- Valipour, A., Plieninger, T., Shakeri, Z., Ghazanfari, H., Namiranian, M. and Lexer, M.J., 2014. Traditional silvopastoral management and its effects on forest stand structure in northern Zagros, Iran. Forest Ecology and Management, 327: 221-230.

index, leaf mass density, and allometric relationships derived from harvest of blue oaks in a California oak savanna. General Technical Report, PSW-GTR-184, USDA Forest Service, USA, pp: 719-728.

- Khosravi, S., Namiranian, M., Ghazanfari, H. and Shirvani, A., 2012. Crown biomass relationships of Lebanon oak in northern Zagros forests of Iran. Croatian Jounal of Forest Engineering, 33(2): 242-247.
- Kochaki, A.R., Zand, A., Bannayan Avval, M., Rezvani Moghadam, P., Mahdavi Damhgani, A. Jamy-Alahmady, S. and Reza Vesal, S., 2005. Plant Physiological Ecology (translation). University of Mashhad Press, Mashhad, 951p (In Persian).
- Liu, C. and Westman, C.J., 2009. Biomass in a Norway spruce-scots pine forest: a comparison of estimation methods. Boreal Environment Research, 14: 875-888.
- Lizaso, J.I., Batchelor, W.D. and Westgate, M.E., 2003. A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. Field Crops Research, 80(1): 1-17.
- Navar, J., 2009. Allometric equations and expansion factors for tropical dry forest trees of eastern Sinaloa, Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10: 45-52.
- Parsapour, M.K., Sohrabi, H., Soltani, A. and Iranmanesh, Y., 2013. Allometric equations for estimating biomass in four poplar species at Charmahal and Bakhtiari province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 517-528 (In Persian).
- Pourhashemi, M., Eskandari, S., Dehghani, M.,

www.SID.ir

Arshive of SID

Branch and leaf biomass of Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) and gall oak (*Q. infectoria* Oliv.) trees in different years after pollarding

L. Abbasi [1], Z. Shakeri [2*], N. Shabanian [3] and G. Moreno [4]

1- M.Sc. Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

2*- Corresponding author, Assistant Prof., The Center for Research & Development of Northern Zagros Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan,Sanandaj, Iran. Email: shakeri.zahed@gmail.com

3- Associate Prof., The Center for Research & Development of Northern Zagros Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan,Sanandaj, Iran

4- Prof., Department of Forestry, Faculty of Sciences, University of Extremadura, Badajoz, Spain

Received: 16.12.2015 Accepted: 12.04.2016

Abstract

This study was carried out to estimate the branch and leaves (crown) biomass of Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) and gall oak (*Q. infectoria* Oliv.) trees at single and stands level in different ages after Galazani (pollarding). We selected three oak stands which have been pollarded one, two and three years ago and an undisturbed (untouched) stand as a control. In order to estimate the amount of biomass produced from tree crown partial harvesting method and allometric equations were used. We selected 36 Lebanon and 36 gall oak trees in the various diameter classes with an average and almost uniform crowns. In the middle of tree crowns, four branches were cut from four cardinal directions randomly, and then fresh weight of leaves and twigs were measured in each branch to estimate crown biomass. Power regression model was performed as the best predictor model and relative bias and *RMSE* % were calculated at branch level. The results showed that there is no significant difference between measured and estimated biomass in branch level. Also, partial harvest method is unbiased procedure in biomass estimation. According to the results, amount of crown biomass at tree and stand level, in the untouched stands (9.21 tons ha^{-1}) were more than the crown biomass in one, two and three years after pollarding (1.26, 2.32 and 3.16 tons ha^{-1} respectively). These results can be used to do a better management and monitoring of oak forests which affected by pollarded.

Keywords: Allometry, oak stands, partial harvest, tree fodder, wet leaf weight.

www.SID.ir