

تولید زی توده 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 اکسترمدورا، باداجوز، اسپانیا

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۵

چکیده

در پژوهش پیش‌رو، به منظور برآورد مقدار زی توده شاخه و برگ (تاج) درختان بلوط، چهار توده وی‌ول-مازودار (*Quercus libani-Q. infectoria*) شامل یک توده گلازنی نشده (شاهد) و سه توده گلازنی شده (سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی) بررسی شدند. برای برآورد مقدار زی توده تولیدی تاج درخت از روش برداشت جزئی و معادلات آلومتری استفاده شد. سی و شش اصله وی‌ول و ۳۶ اصله مازودار از سه طبقه قطری با ابعاد تاج متوسط و به طور تقریب همگن انتخاب شدند و از چهار جهت اصلی تاج درخت به صورت تصادفی در قسمت میانی، چهار شاخه انتخاب و قطع شد. به منظور برآورد زی توده تاج، وزن تر برگ‌های موجود در هر شاخه، وزن تر هر شاخه و همچنین قطر کل شاخه‌های درخت اندازه‌گیری شد. مدل توانی به عنوان بهترین مدل برآوردکننده زی توده انتخاب شد و مقدار آریبی نسبی و درصد جذر میانگین مربعات خطای برآورد مربوط به زی توده شاخه و برگ در هر کدام از توده‌ها برای هر گونه محاسبه شد. برای مقایسه زی توده اندازه‌گیری شده و برآوردی در سطح شاخه (از طریق معادلات آلومتری)، در هر توده شش شاخه از هر گونه به صورت تصادفی انتخاب شد و در مدل‌سازی وارد نشد و مقایسه با آزمون t جفتی انجام شد. نتایج نشان داد که بین مقدار زی توده اندازه‌گیری شده با مقدار زی توده برآوردی تفاوتی وجود نداشت. همچنین این روش در برآورد زی توده در سطح شاخه روشی نارایب بود. مقدار زی توده تاج توده‌های وی‌ول-مازودار در توده گلازنی نشده (۹/۲۱ تن در هکتار) در مقایسه با سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی (به ترتیب 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 جزئی، توده بلوط، علوفه درختی، وزن تر برگ.

مقدمه

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

شناخت وضعیت بوم‌سازگان‌های جنگلی و گونه‌های درختی آن و پایش و ارزیابی تغییرات ایجادشده در طی

رواج دارد. در این مناطق هر بخش از جنگل به صورت عرفی در اختیار یک خانوار است که به آن گلاچار گفته می شود. هر گلاچار به سه قسمت که دارای محصول به طور تقریب مساوی هستند، تقسیم می شود (شان گلا) و هر سه سال یک بار در یکی از این شان ها گلآزنی انجام می شود (Fattahi, 1994).

مطالعات متعددی در مناطق مختلف دنیا در مورد اندازه گیری زی توده گونه های درختی و درختچه ای به روش های مختلف انجام شده است، اما در زمینه تأثیر گلآزنی بر مقدار زی توده تحقیقات اندکی انجام شده است. Adl (۲۰۰۷) زی توده برگ بلوط ایرانی و بته را در جنگل های یاسوج به روش برداشت جزئی اندازه گیری کرد و مقدار آنها را به ترتیب $۱۳۱۷/۳$ و $۵۷/۲$ کیلوگرم در هکتار بیان کرد. Pourhashemi و همکاران (۲۰۱۲) زی توده برگ تک درختان داغداغان را در جنگل های شهری سنندج ۳۷ کیلوگرم برآورد کردند. McKay و Karlik (۲۰۰۲) مقدار زی توده درختان بلوط واقع در بوم سازگان های مدیرانه ای کالیفرنیا را با استفاده از روش برداشت جزئی ۳۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند و این روش را به عنوان روشی مناسب برای برآورد زی توده معرفی کردند. Khosravi و همکاران (۲۰۱۲) مقدار زی توده تاج (در سطح توده) توده ویول (*Quercus libani*) را در جنگل های آرمرده بانه که سه سال از گلآزنی آن گذشته بود، با استفاده از روش برداشت کامل، $۴/۹۸$ تن در هکتار برآورد کردند. در پژوهش دیگری برآورد مقدار زی توده *Pinus sylvestris* و *Picea abies* در جنوب فنلاند با استفاده از روش برداشت جزئی توسط Liu و Westman (۲۰۰۹) انجام شد. آنها در این روش ارتباط بین سطح مقطع شاخه و زی توده شاخه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که روابط به دست آمده خطی بودند و از ضریب همبستگی زیادی برخوردار بودند. همچنین Parsapour و همکاران (۲۰۱۳)، مدل توانی را به عنوان بهترین مدل آلومتری در برآورد زیتوده صنوبر در استان چهارمحال و بختیاری معرفی کردند. در بین گونه های مختلف بلوط، بیشتر از شاخه های

محیطها است. از جمله شاخص های اکولوژیک که فقدان اطلاعات مربوط به آن در بیشتر بوم سازگان های جنگلی کشور به خوبی مشهود است، آگاهی از توان تولید زی توده است (Adl, 2007; Pourhashemi et al., 2012). زی توده برگ از شاخص های مهمی است که در ارزیابی های اکوفیزیولوژیکی گیاهان کاربرد زیادی دارد و به شدت رشد و تولید گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد (Lizaso et al., 2003; Abbasi et al., 2015). اهمیت مطالعه زی توده جنگل به این دلیل است که مقدار آن بیانگر توان تولید در واحد سطح و یا زمان در بوم سازگان های جنگلی است (Adl, 2007) و همچنین برآورد آن از نظر ارزیابی ساختار، شرایط جنگل و ذخیره کربن اهمیت زیادی دارد (Iranmanesh et al., 2012).

دو روش اصلی برای برآورد زی توده اندام های هوایی گیاهان شامل روش برداشت کامل (Complete harvest method) و برداشت جزئی (Partial harvest method) است. روش برداشت کامل به طور معمول برای محصولات کشاورزی و مراتع استفاده می شود 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 روش های برداشت جزئی استفاده می شود (Breda, 2003). بدین منظور چند شاخه معرف از درخت مورد نظر انتخاب می شود و وزن اجزای شاخه اندازه گیری می شود؛ سپس با شمارش کل شاخه های درخت و وزن اندازه گیری شده از شاخه های معرف، برآوردی (Up-scaling) از زی توده کل درخت به دست می آید. در این روش از مدل های رگرسیونی برای توصیف رابطه بین شاخه و برگ و در نهایت برآورد زی توده استفاده می شود (Satoo, 1982).

گلآزنی نوعی سرشاخه زنی درختان است که با یک نظم مکانی - زمانی مشخص و با هدف تأمین علوفه برای دام (قطع سرشاخه های برگ دار) و یا تأمین چوب (قطع شاخه ها) انجام می شود (Turnbull, 2005; Read, 2006). گلآزنی در جنگل های زاگرس شمالی به طور گسترده ای

نزدیک‌ترین درخت به نقطه تصادفی انتخاب شدند. برای محاسبه مقدار زی‌توده با استفاده از روش برداشت جزئی، 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 قطع شده 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 در نهایت 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 دیجیتال تا دقت صدم گرم اندازه‌گیری شد (Starr et al., 1998; Khosravi et al., 2012). برای محاسبه زی‌توده برگ، زی‌توده شاخه و در نهایت 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 محاسبه شده برآورد شد. برای اعتبارسنجی مدل یا مقایسه زی‌توده اندازه‌گیری شده و برآوردی در سطح شاخه و به تفکیک اندام‌های مختلف، در هر توده شش شاخه از هر گونه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در مدل‌سازی وارد نشد. برای مقایسه زی‌توده اندازه‌گیری شده و برآوردی در سطح شاخه از آزمون t جفتی استفاده شد ($p = 0/05$). درصد

برگ‌دار وی‌ول و مازودار (*Q. infectoria*) برای تعریف 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. از نظر اقلیمی، این منطقه با توجه به مدل کوپن، به دلیل بارش‌های زمستانی، دارای زمستانی سرد و تابستانی به نسبت 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 خاک سنگ، خاک ریزه، سنگ‌ریزه و خاک است. بافت خاک به‌طور عمده نیمه‌سنگین و سبک و سنگ‌ها از نوع آهکی، گرانیت و شیبست 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

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، به وسیله 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 وی ول در توده شاهد و توده‌های گلازنی شده پس از سال‌های اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۹۲، ۱۴۵، ۱۷۵ و ۱۶۷ اصله و همچنین تعداد در هکتار درختان مازودار نیز به ترتیب ۱۷۵، ۱۳۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ اصله درخت در هکتار محاسبه شد. میانگین رطوبت برگ در وی ول در توده شاهد و در سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی به ترتیب ۴۶، ۴۸، ۴۷ و ۴۹ درصد و برای رطوبت شاخه به ترتیب ۳۳، ۳۰، ۳۰ و ۲۸ درصد بود. میانگین رطوبت برگ در مازودار نیز در توده گلازنی نشده، سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی به ترتیب ۴۸، ۴۸، ۴۸ و ۴۸ و ۴۹ درصد و برای رطوبت شاخه به ترتیب 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 زی توده برگ یا زی توده 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 زی توده اجزای شاخه و برگ گونه‌های مورد بررسی (در سطح تک‌درخت و برحسب گرم) در مقابل متغیر مستقل قطر شاخه در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که مدل‌های پیش‌بینی برای برآورد زی توده 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.

جذر میانگین مربعات خطا ($RMSE\%$) برآورد مربوط به زی توده در سطح شاخه در هر کدام 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).

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

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

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

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

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

$$B_t = \sum_{i=1}^n W_{ii} \frac{d_i}{n} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در رابطه فوق: B_t زی توده خشک تاج (شاخه و برگ) در سطح توده برحسب تن در هکتار، $\sum_{i=1}^n W_{ii}$ حاصل جمع زی توده 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 زی توده در سطح درخت، در قالب طرح آشیانه‌ای ساده با عامل‌های نوع توده در چهار سطح (گلازنی شده در سال‌های اول، دوم،

جدول ۱- معادله آلومتری زی توده شاخه و برگ وی ول (در سطح تک درخت و برحسب گرم)، در مقابل متغیر مستقل قطر شاخه به سانتی متر (d)

توده	متغیر وابسته	مدل آلومتریک	ضریب تبیین	اشتباه معیار	آماره F	معنی داری
شاهد	زی توده برگ	$y = 9/50.7 d^{2/79}$	۰/۷۹۶	۰/۴	۸۱/۸۵۳	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 11/0.18 d^{2/309}$	۰/۷۸۵	۰/۵	۷۶/۸۷۶	۰/۰۰۰**
سال اول پس از گلازنی	زی توده برگ	$y = 32/697 d^{1/152}$	۰/۴۸۹	۰/۵	۲۶/۷۸۶	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 64/573 d^{1/109}$	۰/۵۲۸	۰/۵	۳۱/۳۷	۰/۰۰۰**
سال دوم پس از گلازنی	زی توده برگ	$y = 41/735 d^{1/213}$	۰/۷۵۱	۰/۲	۷۸/۵۷۹	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 70/536 d^{1/225}$	۰/۷۸۵	۰/۱۹	۹۴/۷۵۹	۰/۰۰۰**
سال سوم پس از گلازنی	زی توده برگ	$y = 48/937 d^{1/589}$	۰/۸۲۵	۰/۲۵	۱۱۸/۲۳۱	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 69/508 d^{1/674}$	۰/۸۲۷	۰/۲۶	۱۱۹/۶۶۱	۰/۰۰۰**

**معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

جدول ۲- معادله آلومتری زی توده شاخه و برگ مازودار (در سطح تک درخت و برحسب گرم)، در مقابل متغیر مستقل قطر شاخه به سانتی متر (d)

توده	متغیر وابسته	مدل آلومتریک	ضریب تبیین	اشتباه معیار	آماره F	معنی داری
شاهد	زی توده برگ	$y = 22/614 d^{1/912}$	۰/۷۰۲	۰/۳	۵۶/۴۱۷	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 14/0.21 d^{2/939}$	۰/۷۸۴	۰/۴	۸۷/۲۲۳	۰/۰۰۰**
سال اول پس از گلازنی	زی توده برگ	$y = 29/707 d^{1/801}$	۰/۶۱۶	۰/۴	۴۴/۹۵۹	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 49/282 d^{1/759}$	۰/۶۱۹	۰/۴	۴۵/۵۵۸	۰/۰۰۰**
سال دوم پس از گلازنی	زی توده برگ	$y = 49/361 d^{1/774}$	۰/۶۲۸	۰/۳	۴۲/۱۵۹	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 72/325 d^{1/17}$	۰/۶۹	۰/۳	۵۵/۵۳	۰/۰۰۰**
سال سوم پس از گلازنی	زی توده برگ	$y = 41/338 d^{1/784}$	۰/۷۴۱	۰/۳۵۴	۷۹/۹۴۸	۰/۰۰۰**
	زی توده شاخه	$y = 64/946 d^{1/692}$	۰/۸۹۸	۰/۱۹۲	۲۴۵/۷۷۴	۰/۰۰۰**

**معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

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 معنی دار در زی توده برآوردی و واقعی، می توان از معادلات فوق برای برآورد زی توده شاخه و برگ دو گونه وی ول و مازودار استفاده کرد.

نتیجه مقایسه مقدار زی توده اندازه گیری شده با مقدار برآوردی آن برای زی توده شاخه و زی توده برگ در سطح شاخه برای هر دو گونه وی ول و مازودار به کمک آزمون t جفتی، حکایت از عدم وجود اختلاف آماری معنی دار ($p = 0/05$) برای هر یک از گونه ها داشت. نتایج مربوط به درصد اریبی به دست آمده از برآورد زی توده شاخه و برگ، حاکی از اریبی اندک در برآورد زی توده شاخه با این روش بود. همچنین، همان طور که انتظار می رفت، نتایج مربوط به

جدول ۳- مقایسه مقدار زی توده اندازه گیری شده با مقدار برآوردی (\pm اشتباه معیار)، محاسبه مقدار $RMSE$ (%), اریبی و اریبی نسبی در اجزای شاخه و برگ ولول در سطح شاخه

توده	اجزاء	زی توده اندازه گیری شده (گرم)	زی توده برآوردی (گرم)	P	جذر میانگین مربعات خطا (درصد)	اریبی (گرم)	اریبی نسبی (درصد)
شاهد	برگ	$298 \pm 24/33$	$281/28 \pm 32/58$	۰/۶۳۷	۲۵/۶۴	۱۶/۷۳	۵/۶۲
	شاخه	$647/16 \pm 35/3$	$651/81 \pm 37/05$	۰/۹۱۹	۱۴/۹۹	-۴/۶۵	-۰/۷۲
سال اول پس از گلازنی	برگ	$56/47 \pm 23/99$	$56/83 \pm 39/6$	۰/۹۷۴	۴۱/۵۴	۱۷/۵۳	۱۵/۲۴
	شاخه	$108 \pm 34/96$	$108/77 \pm 23/04$	۰/۹۶۹	۳۸/۹۸	۱۳/۱۱	۷/۲۳
سال دوم پس از گلازنی	برگ	$94/17 \pm 29/42$	$78/05 \pm 19/72$	۰/۳۱۶	۳۸/۳۹	۱۶/۱۱	۱۷/۱۱
	شاخه	$148/33 \pm 27/77$	$125/75 \pm 18/42$	۰/۳۱	۳۳/۸	۲۲/۵۸	۱۵/۲۳
سال سوم پس از گلازنی	برگ	$105/83 \pm 24/22$	$100/77 \pm 18/19$	۰/۸۱۵	۴۳/۷۶	۵/۰۶	۴/۷۹
	شاخه	$159/16 \pm 25/77$	$149/5 \pm 18/99$	۰/۷۷۴	۴۵/۱۳	۲/۶	۶/۰۷

جدول ۴- مقایسه مقدار زی توده اندازه گیری شده با مقدار برآوردی (\pm اشتباه معیار)، محاسبه مقدار $RMSE$ (%), اریبی و اریبی نسبی در اجزای شاخه و برگ مازودار در سطح شاخه

توده	اجزاء	زی توده اندازه گیری شده (گرم)	زی توده برآوردی (گرم)	P	جذر میانگین مربعات خطا (درصد)	اریبی (گرم)	اریبی نسبی (درصد)
شاهد	برگ	$222/5 \pm 26/26$	$234/44 \pm 19/73$	۰/۴۵۴	۱۵/۷۲۸	-۱۱/۹۴	-۵/۳۶
	شاخه	$508/66 \pm 21/87$	$537/43 \pm 21/05$	۰/۱۷۱	۹/۷۳	-۲۸/۷۶	-۵/۶۵
سال اول پس از گلازنی	برگ	$115 \pm 38/28$	$97/47 \pm 28/45$	۰/۴۲۳	۴۱/۹۴	۰/۳۶	۰/۶۴
	شاخه	$169/17 \pm 39/8$	$156/56 \pm 27/87$	۰/۶۸	۴۰/۲۷	-۰/۷۶	-۰/۷۱
سال دوم پس از گلازنی	برگ	$64 \pm 23/74$	$67/32 \pm 8/43$	۰/۸۵	۴۰/۲۶	-۲/۳۲	-۳/۵۷
	شاخه	$90/83 \pm 17/89$	$101/6 \pm 9/11$	۰/۳۵۳	۲۸/۴۸	-۱۰/۷۶	-۱۱/۸۵
سال سوم پس از گلازنی	برگ	$78/33 \pm 18/02$	$65/92 \pm 13/56$	۰/۱۵۷	۲۶/۵۳	۱۲/۴۲	۱۵/۸۴
	شاخه	$116/67 \pm 16/8$	$100/87 \pm 12/93$	۰/۱۱۵	۲۰/۸۵	۱۵/۸	۱۳/۵۳

زی توده تاج (شاخه و برگ) در سطح درخت در سال اول پس از گلازنی کمترین مقدار را به خود اختصاص داده بود و توده شاهد بیشترین مقدار را داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین برای عامل بررسی شده به صورت آشیانه ای (طبقه قطری \times گلازنی) نشان داد که برگ های تولید شده توسط درختان کم قطر مربوط به سال های اول و دوم پس از

نتایج آزمون کولموگروف-سمیرنوف نشان داد که داده ها نرمال نبودند که با استفاده از تبدیل لگاریتمی، داده ها نرمال شدند. نتایج تجزیه واریانس در قالب طرح آشیانه ای در جدول ۵ ارائه شده است. گلازنی و طبقه قطری بر سطح و زی توده خشک شاخه و زی توده خشک برگ اثر معنی داری داشتند.

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

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

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

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

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

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

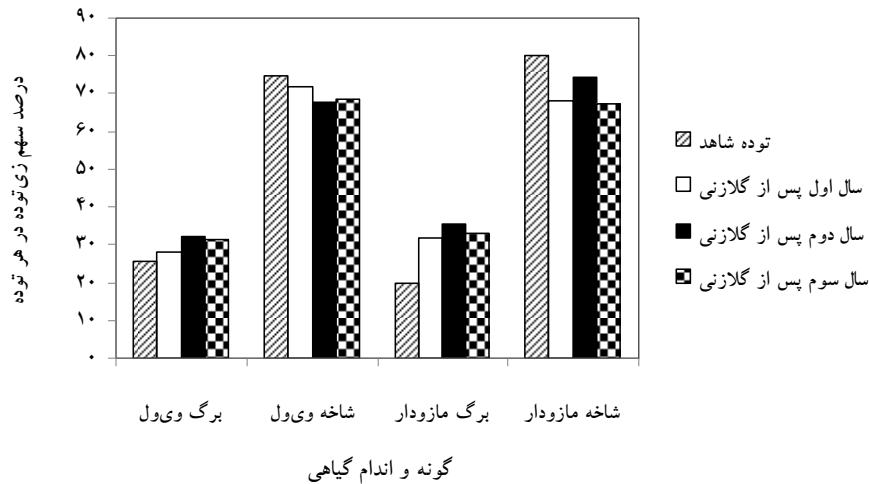
حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

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

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

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

بررسی درصد سهم زی توده برگ و شاخه در هر دو گونه نشان داد که در درختان گلازنی شده سهم برگ نسبت به شاخه بیشتر از درختان گلازنی نشده بود (شکل ۱).



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

۳/۱۶ تن در هکتار برآورد شد. از جمله دلایل این اختلاف می‌تواند قرار گرفتن منطقه نمونه برداری در دامنه جنوبی باشد؛ در حالی که منطقه نمونه برداری در مطالعه Khosravi و همکاران (۲۰۱۲) در دامنه شمالی قرار داشت و توده مورد بررسی یک توده به طور تقریب خالص ویول با تعداد در هکتار بیشتر بود. درختان موجود در دامنه‌های جنوبی به دلیل دریافت شدت نور نسبی بیشتر، حاصلخیزی کمتر رویشگاه و افزایش پتانسیل تبخیر و تعرق، برگ‌های کوچکتر و ضخیم‌تری دارند و به طور کلی پتانسیل تولید کمتری دارند (Johnson *et al.*, 2002). درختان واقع در دامنه‌های جنوبی به دلیل کاهش سطح و وزن برگ از مقدار زی توده و سطح برگ به نسبت کمتری نسبت به جهت‌های جغرافیایی دیگر برخوردار هستند (Kochaki *et al.*, 2005). لازم به ذکر است که مقدار زی توده به ترتیب در سال‌های دوم و سوم پس از گلازنی نیز نسبت به سال اول پس از گلازنی به دلیل افزایش مساحت تاج، زی توده برگ‌ها و شاخه‌های درخت، افزایش طول شاخه‌ها، توسعه شاخه‌های فرعی، افزایش تعداد و تراکم برگ‌ها افزایش داشت (جدول‌های ۶ و ۷). علاوه بر کاهش زی توده در سطح درخت و توده، یکی

بحث

آگاهی از زی توده درختی برای ارزیابی مقدار کربن موجود در درخت که به نوبه خود نشان‌دهنده ارزیابی مقدار کربن موجود در جنگل است، اهمیت زیادی دارد (Cienciala *et al.*, 2008). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که مقدار زی توده تاج در سطح درخت و توده در سال‌های پس از گلازنی نسبت به مقدار زی توده تاج توده گلازنی نشده کمتر بود (جدول‌های ۶ و ۷). دلیل این امر به وضوح به اعمال مدیریت سنتی گلازنی (برداشت سرشاخه‌های برگ‌دار درختان) در توده‌های بهره‌برداری شده و کوچک شدن تاج درختان مرتبط بود (Valipour *et al.*, 2014). در رابطه با تأثیر گلازنی بر مقدار زی توده تاج در سال‌های اول، دوم و سوم پس از گلازنی و مقایسه این توده‌ها با توده گلازنی نشده، مطالعات اندکی انجام شده است. Khosravi و همکاران (۲۰۱۲)، مقدار زی توده تاج درختان ویول در سطح توده را در جنگل‌های آرمده بانه در سال سوم پس از گلازنی، ۴/۹۸ تن در هکتار محاسبه کردند، در حالی که مقدار زی توده تاج در سطح توده‌های ویول-مازودار در در سال سوم پس از گلازنی در پژوهش پیش‌رو

(به علت عدم وجود شاخه‌های خشک) در مقایسه با توده گل‌لازنی نشده تعادل بیشتری در تاج درخت برقرار بود. به احتمال زیاد حدود سه تا پنج سال بعد از گل‌لازنی، بهترین زمان از نظر تعادل بین سهم شاخه و برگ در تاج درخت خواهد بود، بنابراین مردم محلی به تجربه دریافته‌اند که با انجام گل‌لازنی در دوره‌های سه تا چهارساله می‌توانند بیشترین تولید برگ را در داخل تاج درختان بلوط داشته باشند (Valipour et al., 2014).

روابط آلومتری به دست آمده برای پیش‌بینی مقدار زی توده اجزای چوبی بسیار قوی‌تر از روابطی بود که برای پیش‌بینی مقدار زی توده اجزای برگ محاسبه شد (جدول‌های ۱ و ۲؛ Navar, 2009; Parsapour et al., 2013). در کل، معادلات برآورد زی توده 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 زی توده برگ و وابستگی زیاد آن به شرایط رویشگاهی و اقلیمی دانست (Socha & Wezyk, 2007; Iranmanesh et al., 2012)، بنابراین می‌توان گفت که روابط آلومتریک به شدت تحت تأثیر توده جنگلی و گونه‌های موجود در منطقه هستند و برای هر منطقه باید به صورت جداگانه محاسبه و استفاده شوند (Araujo et al., 1999).

در پژوهش پیش‌رو برای بررسی صحت روش برداشت جزئی 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 جزئی برای برآورد زی توده درختان بلوط گل‌لازنی شده روش ناریبی 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 $RMSE\%$ محاسبه شده در سال‌های پس از گل‌لازنی در مقایسه با توده گل‌لازنی نشده بیشتر بود. دلیل این امر می‌تواند برداشت شاخه‌های برگ‌دار درختان باشد، زیرا با برداشت شاخه‌ها و برگ‌دار، در ساختار، شکل و رشد طبیعی شاخه‌ها و

دیگر از پیامدهای گل‌لازنی، تأثیر بر معماری تاج و کاهش حجم تاج درخت است (Ranjbar et al., 2013). در این حالت، به دلیل کاهش نسبت سطح تاج به ریشه، دسترسی برگ‌ها به منابع غذایی و آب نسبت به زمانی که شاخه‌های برگ‌زای بیشتری وجود دارد، افزایش می‌یابد (Johnson et al., 2002). این امر سبب افزایش سطح برگ، زی توده برگ، مقدار جذب دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن در سطح تک‌برگ‌ها، به ویژه در سال اول پس از گل‌لازنی در مقایسه با توده گل‌لازنی نشده می‌شود (Ferrini, 2006; Abbasi et al., 2015)، بنابراین می‌توان گفت که گل‌لازنی باعث افزایش مقدار زی توده، 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 زی توده در سطح درخت، نتایج نشان داد که مقدار این مشخصه‌ها با افزایش طبقه قطری، روند صعودی داشت. درختان بزرگتر به دلیل توسعه بهتر و بیشتر تاج، دارای زی توده بیشتری بودند. این امر از یک سو به ماهیت طبیعی درختان بستگی دارد و از سوی دیگر می‌تواند به دلیل اعمال مدیریت سنتی گل‌لازنی 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 گل‌لازنی را انجام می‌دهد، داشته باشد (Valipour et al., 2014).

بر اساس نتایج به دست آمده در پژوهش پیش‌رو، مشخص شد که ضریب تبیین مدل آلومتری در سال سوم پس از گل‌لازنی در مقایسه با توده گل‌لازنی نشده بیشتر بود (جدول‌های ۱ و ۲). همچنین درصد سهم زی توده برگ نسبت به شاخه در سال‌های پس از گل‌لازنی در مقایسه با توده گل‌لازنی نشده بیشتر بود. وجود شاخه‌های خشک کمتر در توده‌های گل‌لازنی شده (در اثر برداشت شاخه‌های برگ‌دار درختان) در مقایسه با توده گل‌لازنی نشده می‌تواند دلیل اصلی این تفاوت و کاهش ضریب تبیین باشد (شکل ۱). همچنین بین سهم زی توده شاخه و برگ در سال سوم پس از گل‌لازنی

- 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., Apltaufer, 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. 1^{er} colloque europeen sur les trogues. 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-ground biomass 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 and allometric relationships of two oak species managed for traditional charcoal making in central Mexico. *Biomass and Bioenergy*, 36: 192-207.
- برگ‌های درختان اختلال ایجاد می‌شود. همین مسأله سبب بیشتر شدن درصد جذر میانگین مربعات خطا در سال‌های پس از گلازنی در مقایسه با توده گلازنی نشده شد. در مجموع، می‌توان گفت که روش برداشت جزیی در برآورد زی توده، به دلیل کاهش حجم عملیات صحرایی و دخالت در جنگل، می‌تواند به عنوان گزینه مناسبی در برآورد زی توده مورد توجه قرار گیرد. البته در این روش نیز، چون برآوردی از زی توده کل درخت به دست 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).
- با وجود آن‌که توده‌های گلازنی نشده ویول- مازودار دارای زی توده شاخ و برگ بیشتری در مقایسه با توده‌های گلازنی شده بودند، اما درصد سهم زی توده برگ در مقایسه با درصد سهم زی توده شاخه در درختان واقع در توده‌های گلازنی نشده به نسبت 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؛ به علاوه با توجه به شدت اعمال گلازنی، معماری تاج درخت به شدت 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

- 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. 1^{er} colloque europeen sur les trognés. 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, Seattle, 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 Journal of Forest Engineering*, 33(2): 242-247.
 - Kochaki, A.R., Zand, A., Bannayan Avval, M., Rezvani Moghadam, P., Mahdavi Damhgani, A. Jamiy-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.,

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

L. Abbasi¹, Z. Shakeri^{2*}, N. Shabani³ and G. Moreno⁴

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.