نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶
http://jwfst.gau.ac.ir

برآورد زی‌توده خشبی روی زمین در درختان شاخه زاد گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) (مطالعه موردی: منطقه مله شبانان خرم‌آباد)

محسن یوسفوند مفرد[۱]، *جواد سوسنی[۲]، عصمت اوستاخ[۳] و رامین حسین‌زاده[۳]

[۱]کارشناس‌ارشد جنگلداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، [۲]استادیار، گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد،
[۳]دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: امروزه استفاده از شاخص‌های اکولوژیک برای شناخت وضعیت اکوسیستم‌ها و پایش و ارزیابی تغییرات ایجاد شده در طی زمان، در کشورهای پیشرفته به‌صورت امری متداول درآمده است. از جمله شاخص‌های اکولوژیک که ضعف اطلاعات آن به خوبی مشهود است، آگاهی از توان تولید زی‌توده اکوسیستم‌های جنگلی و گونه‌های آن است.

مواد و روش‌ها: هدف از این تحقیق استفاده از روابط آلومتریک درختان بلوط زاگرس به‌منظور برآورد زی‌توده آن‌ها یا دستیابی به معادلات محلی برای برآورد زی‌توده روی زمین گونه بلوط ایرانی، در منطقه مله شبانان خرم‌آباد است. به این منظور در منطقه مله‌شبانان خرم‌آباد ۲۸ اصله جست‌گروه از گونه بلوط ایرانی به روش تصادفی انتخاب شد. قطر در برابر زانو، قطر برابر سینه، قطر تاج و ارتفاع کل درختان سرپا اندازه‌گیری و سپس درختان قطع شدند. اجزای مختلف درخت شامل تنه و سرشاخه تفکیک و توزین گردیدند و جهت تعیین نسبت وزن خشک به وزن تر، دیسک‌هایی از قسمت‌های مختلف درختان گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. با استفاده از این نسبت، وزن خشک تاج، تنه و در نهایت زی‌توده چوبی روی زمین محاسبه شد.

یافته‌ها: از ۲۸ جست‌گروه مورد مطالعه، ۲۶ پایه با پراکنش مناسب انتخاب گردید. با استفاده از مدل‌های رگرسیونی خطی چندگانه و همچنین توابع پایه خطی، درجه ۲، نمایی و توانی، معادلات آلومتریک با ضریب تبیین بالا در سطح احتمال ۰/۹۵ به‌دست آمد. نتیجه برازش رگرسیون خطی چندگانه برای برآورد زی‌توده درخت نشان داد که در صورت استفاده از مدل خطی چندگانه شامل مولفه‌های قطر در ارتفاع ۰/۵ متری و قطر متوسط تاج درخت به‌عنوان متغیرهای برآوردکننده، مدل مناسب‌تر، مدل $y=39.856\ X_1+3.946X_2\ -121.239$ و مقدار ضریب تبیین ۰/۸، که X_1 قطر متوسط تاج بر حسب متر و X_2 قطر درخت در ارتفاع ۰/۵ متری بر حسب سانتیمتر بود. نتیجه برازش مدل‌های پایه رگرسیونی خطی، توانی، نمایی و درجه ۲ برای برآورد وزن خشک کل درخت نشان داد که در صورت استفاده از قطر متوسط تاج درخت به‌عنوان متغیر برآوردکننده، مدل مناسب‌تر، مدل درجه ۲ بود.

*مسئول مکاتبه: soosani.j@lu.ac.ir

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که در مقایسه بین مدل‌های رگرسیونی خطی چندگانه و توابع پایه خطی، توانی، نمایی و درجه ۲، بهترین مدل برای برآورد زی‌توده درخت بلوط، مدل رگرسیونی درجه ۲ بر مبنای قطر متوسط تاج با ضریب تبیین ۰/۹۲۷ بود. همچنین با مقایسه متغیرهای برآوردکننده برای مدل‌سازی زی‌توده درخت می‌توان نتیجه گرفت که به‌طور کلی برای گونه بلوط ایرانی، استفاده از قطر متوسط تاج به‌عنوان متغیر برآوردکننده، می‌تواند برآورد بهتر و مناسب‌تری از زی‌توده درختان را نشان دهد.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، زی‌توده روی زمین، روابط آلومتریک، ملهشبانان

مقدمه

جنگل‌های زاگرس که تحت عنوان جنگل‌های نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده‌اند با پنج میلیون هکتار وسعت، ٤٠ درصد کل جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده‌اند (٦). این جنگل‌ها بیش‌ترین تأثیر را در تأمین آب، حفاظت خاک، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی- اجتماعی در کل کشور دارند (١٩). امروزه به‌علت افزایش علاقه مردم در استفاده از محصولات چوبی و غیر چوبی این جنگل‌ها، برقراری یک نظام مدیریت پایدار در این مناطق امری ضروری به‌نظر می‌رسد. در اختیار داشتن اطلاعات جامع در زمینه رشد، تولید، افزایش قطر و الگوهای رشد درختان این جنگل‌ها ما را در زمینه اداره صحیح و بهره‌برداری مناسب این منابع با ارزش یاری می‌کند (٩). امروزه استفاده از شاخص‌های اکولوژیک برای شناخت وضعیت اکوسیستم‌ها، پایش و ارزیابی تغییرات ایجاد شده در طی زمان، در کشورهای پیشرفته به‌صورت امری متداول درآمده است. از جمله شاخص‌های اکولوژیک که ضعف اطلاعات آن به خوبی مشهود است، آگاهی از توان تولید زی‌توده اکوسیستم‌های جنگلی و گونه‌های آن است (١، ١١).

مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس نیاز به اطلاعاتی برای درک و پیش‌بینی تغییرات شرایط این جنگل‌ها را دارد. جنبه‌هایی که نیاز به به ارزیابی دارند ساختار جنگل و احیای آن می‌باشد، که در ارتباط نزدیک با بهره‌برداری از جنگل‌ها و تولیدات آن است (٨). به‌منظور درک بهتر چرخه ماده آلی در جنگل‌ها اطلاع از میزان زی‌توده موجود در یک زمان معین مهم است (١٧). استفاده از معادلات آلومتریک بر اساس معیارهای قابل اندازه‌گیری مثل قطر در ارتفاع برابر سینه یا سطح مقطع، برای برآورد زی‌توده، مدت‌هاست که توسط جنگلبانان و دانشمندان علم گیاهشناسی برای استفاده در تحقیقات زیست‌محیطی به‌کار گرفته می‌شود (١٣، ١٥). روابط آلومتریک ابزار مفیدی برای برآورد زی‌توده درختان هستند (١٤). در واقع روابط آلومتریک همان رابطه بین زی‌توده درختان و بعضی از ویژگی‌های زیستی و فیزیکی درختان از قبیل قطر برابر سینه و ارتفاع تنه درختان هستند (٣، ١٣). تنوع شرایط زیست محیطی، مانند اقلیم، ژئومورفولوژی، عوامل خاک و سن جنگل‌ها (منعکس کننده ویژگی‌های ساختاری جنگل‌ها) و تنوع زمانی، در ویژگی‌های ساختاری، کاربرد معادلات ساخته شده از داده‌های به‌دست آمده از همان محل را دشوار می‌سازد (١٧).

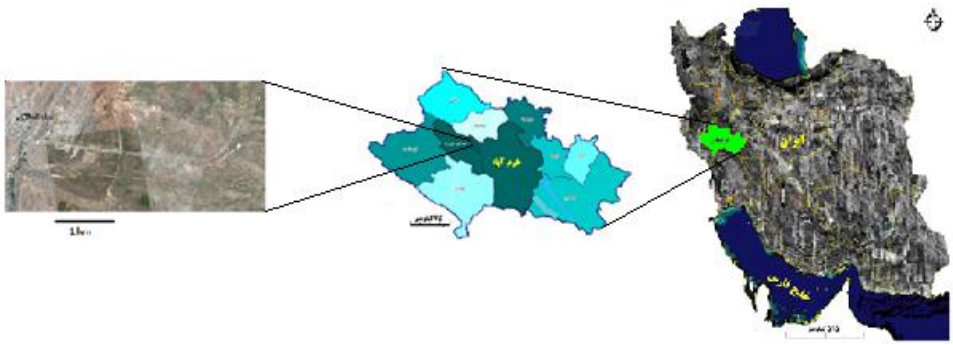
در ارتباط با روابط آلومتریک مطالعاتی انجام گرفته است، نتایج پژوهش انجام گرفته توسط سهرابی و شیروانی برای تعیین معادلات آلومتریک برای برآورد زیست‌توده روی زمین بنه (*Pistacia*

atlantica var. mutica) در پارک ملی خجیر نشان داد که استفاده از ارتفاع کل درخت به‌عنوان متغیر مستقل، مدل مناسب‌تر، مدل‌نمایی بود. اما در صورت استفاده از قطر برابر سینه یا قطر تاج، مدل توانی نتایج بهتری را نشان می‌دهد (۱۸). واحدی (۱۳۹۲) بیان کرد که در میان مدل‌های غیرخطی، به‌ترتیب مدل توانی و نمایی بر حسب قطر برابر سینه دارای بهترین برازش و بیش‌ترین دقت محاسباتی بودند (۲۰). در مطالعه دیگر محققان بیان داشتند که در گونه‌های مورد بررسی از بین متغیرهای مستقل، قطر برابر سینه مناسب‌ترین برآورد کننده زیتوده برای بخش‌های مختلف درختان کم‌قطر بوده و بیش‌ترین ضرایب تبیین در گونه‌های مورد بررسی به‌ترتیب مربوط به زیتوده ساقه ممرز (۰/۹۲۸)، زیتوده ساقه راش (۰/۹۳٤) و زیتوده کل روی زمین انجیلی (۰/۹۳٦) است (۵).

با وجود مطالعاتی که تاکنون در ارتباط با روابط آلومتریک انجام پذیرفته است، تنوع رویشگاه‌های گونه بلوط ایرانی در گستره وسیع زاگرس و در عرض‌های جغرافیایی متفاوت، ضرورت مطالعه گسترده‌ای جهت رسیدن به روابط آلومتریک، در هر رویشگاه را ایجاب می‌کند. لذا این مطالعه برای دستیابی به معادلات محلی برای برآورد زی‌توده روی زمین گونه بلوط ایرانی، در منطقه مله شبانان خرم‌آباد صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در ناحیه زاگرس میانی و بخشی از جنگل‌های منطقه شوراب (ملەشبانان) استان لرستان در ۱۵ کیلومتری جاده خرم‌آباد- دوره‌چگنی بین عرض‌جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه ۵۷ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۱ دقیقه ۲۲ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۱۰ دقیقه ۱۰ ثانیه الی ٤۸ درجه و ۱۱ دقیقه ۰۵ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۱٤۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. گونه اصلی این رویشگاه بلوط ایرانی است. این منطقه دارای سنگ مادر آهکی بوده و دارای بارندگی متوسط سالیانه ٤۱۱/۲ میلی‌متر است. متوسط درجه حرارت سردترین (دی) و گرمترین (مرداد) ماه سال به‌ترتیب ۵/۵ و ۳۰/٦ درجه سانتی‌گراد است.



الف) ایران ب) استان لرستان ج) موقعیت منطقه مورد مطالعه

شکل ۱- منطقه مورد مطالعه واقع در خرم‌آباد.

Figure 1. Study area in the Khorram Abad.

در منطقه مورد مطالعه با جنگل گردشی اولیه و در نظر گرفتن وضعیت توپوگرافی واحدهای همگنی از لحاظ فیزیوگرافی انتخاب شدند. سپس محدوده‌های قابل برداشت برای نمونه‌ها مشخص و تعداد ۲۸ اصله جست‌گروه از گونه بلوط ایرانی به روش تصادفی انتخاب و نشانه‌گذاری شدند (۵). در درختان انتخاب شده، قطر در ارتفاع برابر سینه (۱/۳ متر بالای سطح زمین)، قطر در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری بالای سطح زمین (ارتفاع برابر زانو)، قطر تاج، ارتفاع درختان و مختصات محل استقرار هر درخت، اندازه‌گیری شد. سپس درختان نشانه‌گذاری شده در فصل زمستان قطع شدند و هر جست از جست‌گروه‌های قطع شده، به‌صورت جداگانه به قطعات کوچکتر (تا حدی که قابل اندازه‌گیری و توزین باشند) تبدیل شدند. مجموع وزن تر تنه و تاج به‌صورت مجزا در عرصه تعیین شد. برای توزین بخش‌های مختلف درخت از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. از تنه درخت یک عدد دیسک به ضخامت ۵-۳ سانتی‌متر و همچنین از قسمت تاج هر جست‌گروه به‌صورت تصادفی، یک تکه شاخه به طول ۱۰ سانتی‌متر جدا و نمونه‌ها با ترازویی با دقت یک گرم توزین و برای محاسبه نسبت وزن خشک به وزن تر، به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون و در دمای ۱۰۵°C [۳، ٤، ۱۵] به‌مدت ٤۸ ساعت قرار داده شدند. با استفاده از وزن نمونه خشک و تر، نسبت رطوبت برای هریک از درختان مشخص گردید. برای محاسبه وزن خشک بخش‌های مختلف و کل درخت از رابطه (۱) استفاده شد (۵، ۱۵).

$$DWt = DWs/FWs \times FWt \quad (1)$$

DWt: وزن خشک کل، FWs: وزن تر نمونه، DWs: وزن خشک نمونه

برای مدل‌سازی با استفاده از تحلیل رگرسیونی چندگانه خطی و همچنین استفاده از توابع پایه خطی، توانی، نمایی و درجه ۲، بهترین متغیر برآوردکننده و همچنین بهترین معادلات رگرسیونی انتخاب گردید. برای این منظور از ضریب تبیین، اشتباه معیار و تحلیل واریانس رگرسیونی استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS (16) انجام شد.

تحلیل آماری

معادلات آلومتریک رگرسیونی مختلف با استفاده از قطر تنه درخت، قطر تاج و ارتفاع درخت به‌عنوان متغیر برآوردکننده و وزن اجزای مختلف به عنوان متغیرهای برآوردشونده، در سطح احتمال ۰/۹۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارتباط بین وزن خشک درختان (به‌عنوان تابع) و سایر مولفه‌ها از قبیل قطر در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری، قطر در ارتفاع برابر سینه، قطر تاج و ارتفاع درخت به‌عنوان متغیر برآوردکننده، با استفاده از روابط ۲ تا ۵ (جدول ۱) استخراج گردید.

جدول ۱- معادلات مورد استفاده برای بررسی ارتباط زی‌توده درختان با سایر مؤلفه‌های آن‌ها.

Table 1. Equations Used to examine the relationshipof the biomass trees with the other components.

	رابطه Equation	منبع Source
2	$y=aX+b$	(4)
3	$y=aX^b$	(5, 13, 15, 20)
4	$y= b.e^{aX}$	(20)
5	$Y=aX^2+bX+c$	

که در این معادلات y زیست‌توده خشک درخت بر حسب کیلوگرم و x متغیرهای مختلف از قبیل قطر تاج، ارتفاع درخت، قطر تنه درخت در ارتفاع ۰/۵ متری از سطح زمین می‌باشد.

نتایج و بحث

از ۲۸ جست‌گروه مورد مطالعه، ۲٦ پایه با پراکنش مناسب انتخاب گردید. دو مجموعه از جست‌گروه‌ها به‌دلیل پرت بودن داده حذف گردید. نظر به بالاتر بودن ضریب تبیین در متغیر برآوردکننده قطر تاج، حذف داده‌های پرت با توجه به پراکنش نقاط داده‌های مربوط به قطر تاج (متغیر برآوردکننده) و وزن خشک کل درخت (متغیر برآوردشونده) صورت گرفت. اطلاعات توصیفی پایه‌های انتخاب شده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- اطلاعات توصیفی درختان بلوط استفاده شده برای تولید مدل.

Table 2. Descriptive statistics of Querqus trees used to develop models.

قطر در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری (cm) Diameter at Knee height			قطر در ارتفاع برابر سینه (cm) Diameter at breast height			ارتفاع (m) Height			قطر متوسط تاج (m) Crown Diameter		
کمینه Min	میانگین Mean	بیشینه Max	کمینه Min	میانگین Mean	بیشینه Max	کمینه Min	میانگین Mean	بیشینه Max	کمینه Min	میانگین Mean	بیشینه Max
5.1	12.38	19.74	4.46	11.59	19.11	2.6	3.89	5.8	1.95	3.59	6.5

معادلات آلومتریک: مدل‌های رگرسیونی و ضریب تبیین معادلات برآورد زی‌توده برای پارامترهای مختلف بلوط ایرانی در جدول‌های ۳ و ٤ آورده شده است. بر این اساس مناسب‌ترین معادله رگرسیونی مورد استفاده برای برآورد زی‌توده روی زمین گونه بلوط ایرانی در منطقه ملەشبانان به‌صورت $Y=10.839X^2-41.683X+65.239$ و مقدار ضریب تبیین $r^2=0.927$ در سطح احتمال ۰/۹۵ درصد، برای مدل به‌دست آمد که در این معادله x قطر متوسط تاج درختان بر حسب متر و y زی‌توده خشک درخت بر حسب کیلوگرم است.

نتیجه برازش رگرسیون خطی چندگانه برای برآورد زی‌توده درخت نشان داد که در صورت استفاده از مدل خطی چندگانه شامل مؤلفه‌های قطر در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری و قطر متوسط تاج درخت به‌عنوان متغیرهای برآوردکننده، مدل مناسب‌تر، مدل ترکیبی $y=39.856\ X_1+3.946X_2-121.239$ و مقدار ضریب تبیین ۰/۸، که X_1 قطر متوسط تاج بر حسب متر و X_2 قطر درخت در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری بر حسب سانتی‌متر بود.

جدول ۳- نتیجه تحلیل رگرسیونی خطی چندگانه برای برآورد زی‌توده درخت بر حسب کیلوگرم در درختان شاخه‌زاد گونه بلوط ایرانی در منطقه ملەشبانان در سطح احتمال ۰/۹۵ درصد.

Table 3. Results of Stepwise regression models for estimating biomass trees (kg) in Iranian species of oak (Quercus brantii) of Region Melah-Shbanan Khorramabad ($p<0.05$).

متغیر برآوردکننده Independent variable	نوع مدل Type model	ضریب تبیین R^2	اشتباه‌معیار SE	معادله Equation
قطر متوسط تاج (m) Crown Diameter		0.76	0.306	y=43.708X-86.080
قطر متوسط تاج (m) و قطر برابر زانو (cm) Crown Diameter & Diameter at Knee height	ترکیبی Stepwise	0.8	0.286	$y=39.856\ X_1+3.946X_2-121.239$

نتیجه برازش مدل‌های پایه رگرسیونی خطی، توانی، نمایی و درجه ۲ برای برآورد وزن خشک کل درخت نشان داد که در صورت استفاده از قطر متوسط تاج درخت به‌عنوان متغیر برآوردکننده، مدل مناسب‌تر، مدل درجه ۲ بود. از بین متغیرهای مختلف، قطر متوسط تاج متغیر مناسب‌تری برای پیش‌بینی زی‌توده درخت بود که بهترین مدل رگرسیونی به‌دست آمده، مدل رگرسیونی درجه ۲ با ضریب تبیین ۰/۹۲۷ بود (جدول ٤).

جدول ٤- نتیجه تحلیل رگرسیونی برای تعیین مدل برآورد زی‌توده درخت بر حسب کیلوگرم در درختان شاخه‌زاد گونه بلوط ایرانی در منطقه ملەشبانان در سطح احتمال ۰/۹۵ درصد.

Table 4. Results of regression for selecting the model estimating biomass trees (kg) in Iranian species of oak (Quercus brantii) of Region Melah-Shbanan Khorramabad ($p<0.05$).

متغیر برآوردکننده Independent variable	نوع مدل Type model	ضریب تبیین R^2	اشتباه‌معیار SE	معادله Equation
قطر در ارتفاع ۰/۵ متری (cm) Diameter at Knee height	خطی Linear	0.258	0.535	$Y = 9.7094x - 50.568$
	توانی Power	0.297	0.706	$Y = 1.089x^{1.5481}$
	نمایی Exponential	0.282	0.714	$Y = 9.1796e^{0.1378x}$
	درجه ۲ Quadratic	0.307	0.526	$Y=0.981x^2-12.362+74.633$
قطر برابر سینه (cm) Diameter at breast height	خطی Linear	0.282	0.525	$Y=10.083x-46.873$
	توانی Power	0.431	0.635	$Y=0.8295x^{1.7102}$
	نمایی Exponential	0.382	0.662	$Y=8.0298e^{0.1593x}$
	درجه ۲ Quadratic	0.313	0.523	$Y=0.7116x^2-6.1363x+38.473$
ارتفاع درخت (m) Height	خطی Linear	0.606	0.445	$Y= 67.363x-195.77$
	توانی Power	0.624	0.543	$Y=0.1344x^{4.4096}$
	نمایی Exponential	0.604	0.574	$Y=0.6002e^{1.145X}$
	درجه ۲ Quadratic	0.660	0.451	$Y=20.427X^2-93.039X+113.43$
قطر متوسط تاج (m) Crown Diameter	خطی Linear	0.828	0.254	$Y=45.7\ X\ -92.482$
	توانی Power	0.725	0.438	$Y=3.7862X^{2/1293}$
	نمایی Exponential	0.736	0.430	$Y=6.2071e^{0/5884X}$
	درجه ۲ Quadratic	0.927	0.168	$Y=10.839X^2-41.683X+65.239$

اعتبارسنجی: علاوه‌بر ۲۸ پایه برداشت شده، تعداد ۱۰ اصله جست‌گروه در منطقه مورد مطالعه برای اعتبارسنجی برداشت شد. پس از محاسبه زی‌توده خشک جست‌گروه‌ها، مقدار زی‌توده آن‌ها با استفاده از معادله رگرسیونی $Y=10.839X^2-41.683X+65.239$ برآورد شد که نتایج روایی مدل یا مقدار RMSE برای معادله به‌دست آمده، ۱۳/۸۲ درصد بود.

در اکثر مطالعات مرتبط، روابط آلومتریک به‌صورت توانی ارائه شده‌اند (۱۱). اوینارت و همکاران (۲۰۰۳) پژوهشی در غرب اندولس با هدف برآورد زی‌توده ۳۱ گونه درختچه‌ای انجام دادند، که در اکثر گونه‌های بررسی شده مثل *Arbutus unedo* L. ،*Chamaerps humilis* L. ،*Cistus albidus* مدل مناسب برای برآورد زی‌توده، مدل توانی بوده است (۱٦). نتایج پژوهش سهرابی و شیروانی (۲۰۱۲) نشان داد که به‌طورکلی از بین متغیرهای برآوردکننده، قطر تاج معادلاتی با شاخص‌های مدل‌سازی بهتر تولید کرد (r^2=۰/۹۳). همچنین در کل، مدل توانی نسبت به مدل‌های دیگر، برآورد بهتری را از زی‌توده داشت (۱۸). همچنین نتایج بررسی دریایی و سهرابی (۲۰۱۵) نشان داد که مدل رگرسیونی توانی برازش داده‌ها را بهتر نشان می‌دهد. پژوهش واحدی (۲۰۱٤) مناسب بودن مدل توانی نسبت به دیگر مدل‌های رگرسیونی را برای برازش داده‌ها نشان می‌دهد (۵). کی‌روی و همکاران (۲۰۰٦) در پژوهشی به‌این نتیجه رسیدند که مدل رگرسیونی توانی، بهترین مدل برای برآورد زی‌توده گونه *Rhizophora mucronata* L. بوده است (۱۳). در این مطالعه، مدل درجه ۲ در رابطه بین قطر متوسط تاج بر حسب متر و زی‌توده خشک درخت بر حسب کیلوگرم، دارای بهترین برازش بود (r^2=۰/۹۲۷) که با مطالعات زیادی همخوانی دارد.

تعداد در هکتار درختان در جنگل مورد مطالعه برابر با ۵۸ اصله در هکتار است. فرهادی و همکاران (۲۰۱۳) و حسین‌زاده و همکاران (۲۰۱٤)، تعداد در هکتار بلوط ایرانی در منطقه قلعه‌گل خرم‌آباد را به‌ترتیب ۱۸۱ و ۲۱۵ اصله برآورد کردند (۷، ۱۰). که رقم بسیار بالاتری را نشان می‌دهند.

زی‌توده خشک برای بلوط ایرانی برابر با ٤/۰٦۸ تن درهکتار است که از این مقدار، ۱/۷۹ تن مربوط به زی‌توده خشک تنه و ۲/۲۸ تن مربوط به زی‌توده خشک تاج است. به‌عبارت دیگر، از کل زی‌توده درخت، ۵٦ درصد را تاج و ٤٤ درصد را تنه تشکیل می‌دهد. خسروی (۲۰۱۰) زی‌توده خشک شاخه و برگ را برای گونه وی‌ول، ٤/۹۲ تن در هکتار گزارش کرد (۱۱). با توجه به مشاهدات میدانی و نتایج به‌دست آمده، منطقه مورد مطالعه دارای پوشش جنگلی تخریب‌یافته و بسیار تنک بوده که از دلایل تخریب آن می‌توان عبور جاده خرم‌آباد- کوهدشت از منطقه و سهولت دسترسی باشد. همچنین منطقه به لحاظ داشتن موقعیت مناسب از مسیرهای اصلی کوچ سنتی عشایر به حساب می‌آید.

نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر، تبیین مدل‌های محاسباتی زی‌توده درخت بلوط ایرانی با استفاده از مدل‌سازی آلومتریک و استفاده از متغیرهای مختلف شامل قطر در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری، قطر در ارتفاع برابر سینه، ارتفاع درخت و قطر تاج به‌عنوان متغیرهای برآوردکننده برای برآورد زی‌توده درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی مقایسه شدند. نتایج نشان داد که در مقایسه بین مدل‌های رگرسیونی ترکیبی و توابع پایه خطی، توانی، نمایی و درجه ۲، بهترین مدل برای برآورد زی‌توده درخت بلوط، مدل رگرسیونی درجه ۲ بر مبنای قطر متوسط تاج با ضریب تبیین ۰/۹۲۷ بود. همچنین با مقایسه متغیرهای برآوردکننده برای مدل‌سازی زی‌توده درخت می‌توان نتیجه گرفت که به‌طور کلی برای گونه بلوط ایرانی، استفاده از قطر متوسط تاج به‌عنوان متغیر برآوردکننده، می‌تواند برآورد بهتر و مناسب‌تری از زی‌توده درختان را نشان دهد. قطر تاج بهترین متغیر برآوردکننده برای برآورد وزن خشک تاج است، زیرا این متغیر دقیقا نشان‌دهنده تغییرات متغیر وابسته است، اما ایجاد بیشترین

همبستگی بین وزن خشک کل و قطر تاج را می‌توان در دو مورد دانست. ابتدا این که ساختار جست‌گروه‌های بلوط در منطقه مورد مطالعه، بیشتر حالت نیم‌کره دارند که در این ساختار، متغیر قطر تاج همبستگی بهتر و بیشتری با عامل وزن خشک درخت نشان می‌دهد (۱۸). دلیل دوم می‌تواند مربوط به این باشد که بیشتر وزن و حجم جست‌گروه‌های بلوط مربوط به تاج آن‌هاست، چرا که انشعاب شاخه‌ها از ارتفاع پایین تنه جست‌ها شروع می‌شود و از این رو وزن خشک تاج قسمت عمده وزن کل جست‌گروه را تشکیل می‌دهد (حدود ٥٦ درصد وزن کل درخت). بنابراین قطر تاج به‌علت تأثیر زیاد در حجم جست‌گروه، برآوردکننده مناسبی برای وزن خشک تاج و همچنین زی‌توده کل درخت است.

تنوع رویشگاه‌های گونه بلوط ایرانی در گستره وسیع زاگرس و در عرض‌های جغرافیایی متفاوت، ضرورت مطالعه گسترده‌ای جهت رسیدن به روابط آلومتریک، در هر رویشگاه را ایجاب می‌کند. این روابط نه تنها در تعیین حجم در هکتار، جداول حجم محلی، و سایر مؤلفه‌های کمی توده مفید می‌باشند بلکه در اندازه‌گیری میزان کربن ترسیب شده و استخراج نقشه ترسیب کربن (Carbon map) مفید خواهد بود. معادلات استخراج شده فقط برای درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی، در ناحیه زاگرس میانی قابل تعمیم است. بیشتر از ۹۰ درصد عناصر چوبی این منطقه شامل این درختان می‌باشد، این پژوهش با هدف استراج روابط و معادلات آلومتریک برای این درختان انجام شد.

منابع

1.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: 4.289-300. (In Persian)

2.Afrondeh, A. 2016. Allometric equations to determine biomass and volume of Maple (A. cinerascens) coppice trees (case study: Baghe Shadi Forest, Yazd). A Thesis Submitted to the Graduate Studies Office In partial fulfillment of the requirement for The Degree of Master of Science (M.Sc.) in Forestry, 2016. (In Persian)

3.Basuki, T.M., Van Laake, P.E., Skidmore, A.K., and Hussin, Y.A. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. Forest Ecology and Management. 257: 8.1684-1694.

4.Bruce, W.N., Mesquitaa, J.L.G., Silas Garcia, A.D.S., Getulio, T.B., and Luciana, B.C. 1999. Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. Forest Ecology and Management. 117: 9.149-167.

5.Daryaei, A., and Sohrabi, H. 2015. Aboveground biomass estimation of small diameter trees of *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis* and *Parrotio persica* by using power regression model. QUARTERLY Journal of Wood and Forest Science and Technology. 22: 2.137-150 (In Persian)

6.Erfani Fard, Y., Zobeiri, M., and Namiranian, M. 2007. Estimation of crown cover on aerial photographs using shadow index (case study: Zagros Forests, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 15: 3.278-288.

7.Farhadi, P., Soosani, J., Adeli, K., and Alijani, V. 2013. The effect of destruction in positioning of *Querqus brantii* in Zagros forests, Iran (Case study: Ghalehgol forest, Khoramabad City). Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 3: 8.49-57.

8.Fromard, F., Puig, H., Mourgin, E., Marty, G., Bettoule J.I., and Cadamuro, L. 1998. Structure, above ground biomass and dynamics of Mangrove ecosystems. New data from French Guiana. Oecologia. 115: 1.39-53.

9.Ghazanfari, H., Namiranian, M., Sobhani, H., Marvi Mohadjer, M.R., and Pourtahmasi, K. 2005. An Estimation of Tree Diameter Growth of Lebanon Oak (*Quercus libani*) in Northern

Zagross Forests (Case Study, Havareh khole). Iranian Journal of Natural Resources. 57: 4.649-662. (In Persian)

10. Hosseinzadeh, R., Soosani, J., Alijani, V., and Khosravi, Sh. 2014. The use of small sampels in quantifying structure Zagros forests utilizing the indexes based on the nearest neighbor (case study: Perc forest, Khorramabad). Journal of Forest Sustainable Development. (In press)
11. Khosravi, Sh. 2010. Biomass Production Capability of Leaf and Branch of Lebanon Oak (*Quercus libani* Oliv.) in Northern Zagros Forests. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 105p. (In Persian)
12. Kimminis, J.P. 1998. Community organization: methods of study and prediction of the productivity and yield of forest ecosystems. Canadian Journal of Botany. 66: 4.2654-2672.
13. Kirui, B., Kairo, J.G., and Karachi, M. 2006. Algometric Equations for Estimating above Ground Biomass of Rhizophora mucronata Lamk. (Rhizophoraceae) Mangroves at Gazi Bay, Kenya. Western Indian Ocean Journal of Marine Science. 5: 1.27-34.
14. Komiyama, A., Jintana, V., Sangtieran, T., and Kato, S. 2002. A common allometric equation for predicting stem weight of mangroves growing in secondary forests. Ecological Research. 17: 3.415-418.
15. Levia, D.F. 2008. A generalized allometric equation to predict foliar dry weight on the basis of trunk diameter for eastern white pine (*Pinus strobus* L.). Forest Ecology and Management. 255: 6.1789-1792.
16. Oyonarte, P.B., and Cerrillo, R.M.N. 2003. Aboveground phytomass models for major species in shrub ecosystems of western Andalusia. Forest Systems. 12: 3.47-55.
17. Soares, M.L.G., and Schaeffer-Novelli, Y. 2005. Aboveground biomass of mangrove species. I. Analysis of Models. Estuarine, Coastal and Shelf Science., 65: 1.1-18.
18. Sohrabi, H., and Shirvani, A. 2012. Allometric equations for estimating standing biomass of Atlantic Pistache (*Pistacia atlantica* var. *mutica*) in Khojir National Park. Iranian Journal of Forest. 4: 1.55-64 (In Persian)
19. Talebi, M., Sagheb-Talebi, KH., and Jahanbazi, H. 2006. Site demands and some quantitative and qualitative characteristics of Persian Oak (Quercus brantii Lindl.) in Chaharmahal and Bakhtiari Province (western Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 14: 1.67-79.
20. Vahedi, A.A. 2014. Optimal allometric biomass equations for Hornbeam (*Carpinus betulus* L.) boles within the Hyrcanian forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 22: 2.225-236. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 24 (4), 2017
http://jwfst.gau.ac.ir

Estimate the above ground biomass in Brant's oak (Quercus brantii Lindl.) (Case Study: Region Melah-Shbanan Khorramabad)

M. Yousofvand Mofrad[1], *J. Soosani[2], E. Ostakh[3] and R. Hosseinzadeh[3]
[1]M.Sc. Student., of Forestry, Lorestan University, Khorramabad, Iran, [2]Assistant Prof., of Forestry, Lorestan University, Khorramabad, Iran, [3]Ph.D. Student of Forestry, Agriculture and Natural Resources Faculty, Lorestan University, Khorramabad
Received: 12/25/2016; Accepted: 07/29/2017

Abstract
Background and objectives: Today, the use of ecological indicators for understanding ecosystem condition and monitoring and evaluating changes over time, has been common in developed countries. There is well evident that it is lack of information in ecological indices, such as knowledge of the production potential of forest ecosystem biomass and its species. Allometric equations are useful tools estimate the biomass of trees.
Materials and methods: For this purpose 28 trees of *Brant's oak* species were selected randomly (without replacement) in the region Melah¬Shbanan in Khorramabad. Knee diameter, diameter at breast height, crown diameter and height of standing trees were measured and then these trees were cut. In order to determine the ratio of dry weight to fresh weight the different parts of trees such as trunks and branches were separated and weighed, then discs (samples) of different parts of trees were taken and send to the laboratory. With this ratio, the dry weight of the crown, trunk and eventually woody aboveground biomass was calculated.
Results: The 28 trees of the study, 26 trees were selected with good distribution. Using Stepwise, linear, Quadratic, power and exponential regression models, allometric equations with a high coefficient of determination ($p<0/05$) were achieved. Results of Stepwise regression models for estimating biomass trees if you use a stepwise model that includes variables crown diameter and Knee diameter as an independent variables, Suitable model, $y=39.856X_1+3.946X-121.236$ ($R^2=0.8$). Results of linear, Quadratic, power and exponential regression models for estimating biomass trees if you use that includes variables crown diameter, Suitable model, Quadratic models ($R^2=0.927$).
Conclusion: The results showed that generally between the independent variables, crown diameter with indices of modeling was produced better equations (0/927). Also, the Quadratic regression regression model was better than other regression models.

***Keywords*:** *Quercus brantii,* Above ground biomass, Allometric equations, Melah-Shbanan

*Corresponding author: soosani.j@lu.ac.ir