

## زی توده و اندوخته کربن روی زمینی در دو فرم رویشی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل های لردگان استان چهارمحال و بختیاری

یعقوب ایران منش<sup>۱\*</sup>، خسرو ثاقب طالبی<sup>۲</sup>، هرمز سهرابی<sup>۳</sup>، سیدغلامعلی جلالی<sup>۴</sup> و سیدمحسن حسینی<sup>۴</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران.

پست الکترونیک: y\_iranmanesh@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

۴- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۲۰

### چکیده

اندازه گیری زی توده درختی یک شاخص بسیار مهم برای ارزش گذاری فرآیندهای اقتصادی و بوم شناختی مانند چرخه عناصر غذایی، تولید جنگل و ذخیره سوختی محسوب می شود. این تحقیق با هدف اندازه گیری مقدار زی توده و اندوخته کربن روی زمینی در دو فرم رویشی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در جنگل های استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. به این منظور قطعات نمونه آماربرداری یک هکتاری تعیین و به صورت منظم - تصادفی پیاده شدند. سپس در هر قطعه نمونه یک پایه بلوط (تک پایه یا جست گروه) در طبقات قطری و تاجی مختلف انتخاب شد. در مجموع ۳۰ قطعه نمونه آماربرداری و ۳۰ پایه بلوط (۱۶ درخت تک پایه و ۱۴ جست گروه) مشخص شد. درختان نمونه نشانه گذاری شده و صفات کمی مورد نیاز اندازه گیری شدند، سپس عملیات قطع و جداسازی درختان به قسمت های مختلف انجام شد. قسمت های مختلف درختان بلافاصله پس از قطع در عرصه توزین شده و نمونه برداری برای اندازه گیری وزن خشک و مقدار کربن انجام شد. نتایج این پژوهش ضمن اینکه میانگین زی توده و اندوخته کربن دو فرم رویشی بلوط ایرانی را به تفکیک قسمت های درخت نشان می دهد، این مقادیر را در طبقه های قطری و تاجی مختلف ارائه می دهد که در واقع نوعی تاریخ زی توده و کربن به حساب می آیند. متوسط زی توده روی زمینی در هر درخت در فرم تک پایه و جست گروه بلوط به ترتیب ۳۷۴/۱ و ۱۴۶/۳ کیلوگرم به دست آمد که نشان دهنده ۲/۵ برابر بودن متوسط زی توده در درختان تک پایه نسبت به جست گروه هاست. تخصیص زی توده به قسمت های مختلف درختان تک پایه و جست گروه از دیگر نتایج این پژوهش است.

واژه های کلیدی: بلوط ایرانی، چهارمحال و بختیاری، زی توده، فرم رویشی، کربن.

### مقدمه

به خود اختصاص می دهند. کل زی توده جنگل حدود  $10^{15} \times$  ۶۷۷ گرم (۶۷۷ پتاگرم) بوده که ۸۰ درصد از این زی توده جهانی مربوط به درختان است (Kindermann et al.,

درختان، مؤلفه اصلی بوم سازگان های جنگلی هستند و بیشترین ذخیره یا مقدار واقعی زی توده زنده جنگل را

دی اکسید کربن اتمسفر بیشتر شناخته شد (Liu, 2009). در مدیریت پایدار منابع جنگلی و مطالعات جریان انرژی در بوم‌سازگان، اندازه‌گیری زی توده درختی از اهمیت فراوانی برخوردار است. مدیران جنگل برای برنامه‌ریزی در سطوح عملیاتی و استراتژیک به شدت بر اندازه‌گیری دقیق زی توده تاکید دارند (Zianis et al., 2005).

پژوهش‌های انجام شده در مورد زی توده و کربن درختان جنگلی در خارج از کشور بسیار فراوان بوده و دارای سابقه بیشتر از یک قرن است. MacDicken (۱۹۷۷) بیان می‌کند که زی توده، اساس برآورد ارزش اقتصادی کربن بوده و اندازه‌گیری و برآورد زی توده در دو بخش زی توده هوایی و زیرزمینی انجام می‌شود. ارزیابی پتانسیل گونه‌های مختلف درختی از جنبه ترسیب کربن در شمال شرق چین نیز نشان داد که تفاوت‌های زیادی بین گونه‌های مختلف از نظر ترسیب کربن وجود دارد، به طوری که پهن‌برگان دارای قابلیت بیشتری از نظر ترسیب کربن هستند (Thomas et al., 2007). Aguilar و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی، زی توده هوایی در اندام‌های مختلف توده‌های شاخه‌زاد دو گونه بلوط (*Q. castanea* & *Q. laeta*) را در مناطق مرکزی مکزیک مورد بررسی قرار دادند و معادلات توانی با متغیر قطر برابرسینه را برای برآورد زی توده ارائه دادند.

Bordbar و Mortazavi (۲۰۰۶) پتانسیل ذخیره کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) و آکاسیا (*Acacia salicina* Lindl.) را در مناطق غربی استان فارس مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که در رویشگاه نسبتاً حاصلخیز اکالیپتوس سالیانه ۷/۸ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف سالیانه ۱/۱ تن در هکتار کربن ذخیره می‌شود. همچنین در رویشگاه ضعیف آکاسیا سالیانه ۱/۵ تن در هکتار کربن ذخیره می‌شود. بیشترین مقدار ذخیره کربن در نمونه‌های مورد بررسی، در چوب تنه بوده که با دیگر اندام‌ها تفاوت معنی‌دار داشته است. Adl (۲۰۰۷) زی توده برگ و شاخص سطح برگ گونه‌های بلوط ایرانی و بنه

2008. اندازه‌گیری زی توده درخت در ارزیابی ساختار و شرایط جنگل کاربرد دارد (Houghton & Goodale, 2004). همچنین، زی توده درختی یک شاخص بسیار مهم برای ارزش‌گذاری فرآیندهای اقتصادی و بوم‌شناختی مانند چرخه عناصر غذایی، تولید جنگل و ذخیره سوختی محسوب می‌شود (Chambers et al., 2001). آگاهی از زی توده درختی به منظور ارزیابی مقدار کربن موجود در درخت نیز اهمیت دارد (Cienciala et al., 2008). تولید جنگل، ذخیره و جریان کربن بر مبنای اندازه‌گیری‌های زی توده محاسبه می‌شوند و ترسیب کربن در قسمت‌های مختلف گیاه مانند چوب، برگ و ریشه به عنوان شاخصی از تولید رویشگاه است (Clark et al., 2001). یک مساله مهم در اندازه‌گیری و پایش قابلیت ترسیب کربن به ویژه در سیستم‌های آگروفارستری، اندازه‌گیری زی توده هوایی گیاه است (Saglant et al., 2008). زی توده درختی با توجه به عملکردهای اکولوژیک، به قسمت‌های مختلفی شامل ساقه، شاخه‌های زنده، شاخ و برگ و ریشه تقسیم می‌شود.

بر اساس بررسی‌های Satoo (۱۹۸۲) اولین اندازه‌گیری زی توده درختی توسط دانشمند آلمانی به نام Ebermeyer (۱۸۷۶) انجام شد که شامل اندازه‌گیری برگ و سرشاخه‌های درختان جنگلی بوده است. در طول نیمه اول قرن بیستم بررسی قسمت‌های مختلف زی توده شامل برگ، سرشاخه، شاخه، تنه و ریشه در بعضی از کشورها مانند آلمان، سوئیس و ژاپن آغاز شد. در دهه ۱۹۶۰ برای اولین بار مطالعات سیستماتیک زی توده جنگلی به صورت گسترده پیگیری شد که در نتیجه آن داده‌های فراوانی در مورد جمع‌آوری و روش‌های جدید برآورد زی توده گیاهی توسعه یافتند. در آن زمان و در هنگامی که بحران انرژی نفتی به اوج خود رسید، اهمیت انرژی زی توده بیشتر شناخته شد و پژوهش‌های علمی در مورد مقدار ماده خشکی که در بوم‌سازگان‌های جنگلی ذخیره می‌شود، فزونی یافت. بعد از سال ۱۹۸۰، مقدار زی توده جنگلی، عوامل مؤثر بر آن و روش‌های برآورد زی توده، مورد توجه بیشتری قرار گرفتند، زیرا که پتانسیل درختان جنگلی در ذخیره کربن و کاهش

مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد هر یک از توده‌های اقاچیا (*Robinia Pseudoacacia*) و زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) به ترتیب سالانه ۹/۶۳ و ۳/۵ تن در هکتار کربن ترسیب کرده و منجر به افزایش نیروی ترسیب کربن در حدود ۴۸۲/۵ و ۱۴۰ تن در هکتار شده‌اند. در پژوهشی دیگر در مورد زی‌توده و ذخیره کربن برگ گونه بنه در باغ گیاهشناسی ملی ایران، مشخص شد که متوسط زی‌توده، ذخیره کربن برگ و متوسط مقدار جذب دی‌اکسیدکربن از جو در هکتار به ترتیب ۶۹/۴، ۲۹/۲ و ۹۶/۳ کیلوگرم است. در این پژوهش قطر متوسط تاج، تأثیرگذارترین متغیر بر زی‌توده برگ و ذخیره کربن برگ به دست آمد (Panahi et al., 2011). Iranmanesh و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی زی‌توده و اندوخته کربن بذر بلوط ایرانی در استان چهارمحال و بختیاری، میانگین زی‌توده بذر در توده‌های تک‌پایه و شاخه‌زاد را به ترتیب ۱۴/۱ و ۲/۱ کیلوگرم برای هر پایه به دست آوردند. در حال حاضر اندازه‌گیری کمی جنگل‌ها از نقطه‌نظر زی‌توده و اندوخته کربن به چالش بزرگی تبدیل شده است، زیرا که این کار نیاز به صرف وقت، هزینه و نیروی انسانی زیادی بوده و اثرات تخریبی فراوانی برجای می‌گذارد. بنابراین ارائه آمار دقیق در این زمینه می‌تواند بخش مهمی از کمبود اطلاعاتی موجود در این زمینه را برطرف سازد. با توجه به نقش بدون جایگزین جنگل‌های بلوط زاگرس در ترسیب کربن جو، در این پژوهش سعی شد در بخشی از جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری زی‌توده و اندوخته بلوط ایرانی مورد مطالعه قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد بررسی

این پژوهش در جنگل‌های روستای آتشگاه در ۵۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان لردگان، واقع در حوضه آبرگیر سد خرسان ۳ انجام شد. منطقه لردگان یکی از مهم‌ترین رویشگاه‌های جنگلی استان چهارمحال و بختیاری است. تپ غالب منطقه بلوط ایرانی است، البته گونه‌های

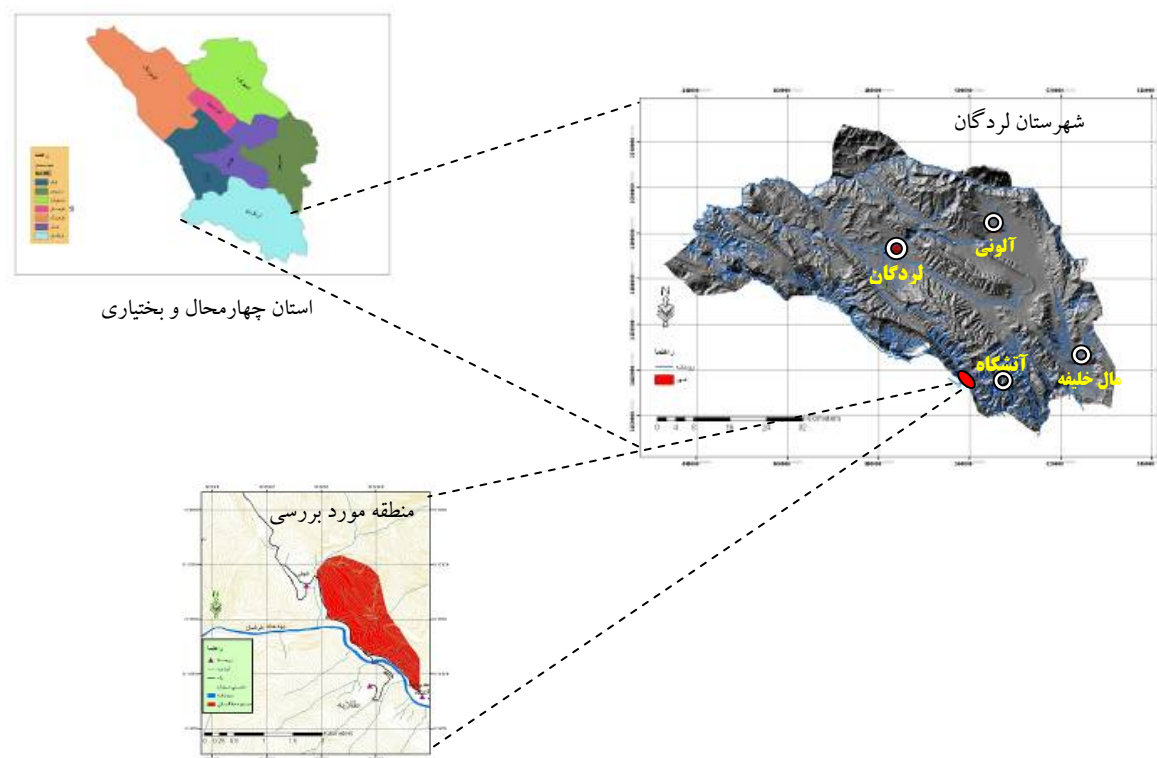
*(Pistacia atlantica)* را در جنگل‌های یاسوج بررسی کرد. در این پژوهش که با استفاده از اندازه‌گیری قسمت‌های مختلف درختان و یافتن رابطه‌های همبستگی بین مؤلفه‌های مختلف انجام شد، دو شاخص اکولوژیک مقدار زی‌توده برگ و شاخص سطح برگ برآورد شد. نتایج نشان داد مقدار زی‌توده برگ گونه‌های بلوط ایرانی و بنه، به ترتیب ۱۳۱۷/۳ و ۵۷/۲ کیلوگرم در هکتار است.

Kabiri (۲۰۰۸) در پژوهشی در جنگل خیرودکنار، جنگل راش خالص با آمیخته را از نظر ترسیب کربن بخش چوبی در اندام‌های هوایی مورد بررسی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر متغیرهای زی‌توده سرپا و کربن اندوخته شده، در این دو توده وجود ندارد. در این پژوهش، اندوخته کربن بخش چوبی اندام‌های هوایی در توده خالص ۱۶۱/۲ تن در هکتار و در توده آمیخته ۱۶۷/۸ تن در هکتار برآورد شد. Khademi و همکاران (۲۰۰۹) مقدار زی‌توده و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و خاک را در جنگل‌های شاخه‌زاد اوری (*Q. macranthera*) در منطقه اندبیل خلخال مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش ۶۳ جست‌گروه اوری به عنوان نمونه، به منظور قطع و برداشت انتخاب شدند. نتایج این بررسی نشان داد که زی‌توده اندام‌های مختلف اوری در توده مورد بررسی در طول دوره رشد (۱۴ سال) به طور متوسط ۲۳/۴ تن در هکتار بوده که از این مقدار ۶۵/۲ درصد در اندام هوایی، ۲۹/۲ درصد در اندام‌های زیرزمینی و ۵/۶ درصد مربوط به لاشریزه است.

Khademi و همکاران (۲۰۱۰) نقش جنگل‌های شاخه‌زاد اوری را در ذخیره کربن و جذب  $CO_2$  در منطقه اندبیل خلخال مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که توده جنگلی مورد مطالعه سالانه به طور متوسط ۱/۵۱ تن در هکتار از طریق زی‌توده و ۰/۱ تن در هکتار در خاک ذخیره می‌کند. براین اساس جذب سالیانه  $CO_2$  در هر هکتار از توده به طور متوسط ۵/۹۴ مگا گرم است. Varamesh و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر جنگلکاری با گونه‌های اقاچیا و زبان‌گنجشک را در ترسیب کربن اتمسفری

۱۵' ۲۴" تا ۳۱° ۱۴' ۲۰" طول شرقی و ۵۰° ۵۹' ۵۴" عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

همراه مانند بنه، بادام کوهی، کیکم، داغداغان، ارس و محلب نیز در بیشتر تیپ‌های مختلف حضور دارند. منطقه مورد بررسی با وسعت ۹۰ هکتار در محدوده ۵۰° ۵۹' ۰۰" تا



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

به شکل دانه‌زاد درآمده‌اند، تحت عنوان "تک پایه" نامیده شدند. بنابراین دو گروه درختان تک پایه و جست‌گروه به منظور ارزیابی زی توده و اندوخته کربن مورد بررسی قرار گرفتند.

#### انتخاب پایه‌های مورد مطالعه

به منظور انتخاب پایه‌های مورد بررسی با توجه به مساحت منطقه و تراکم گونه بلوط، قطعات نمونه آماربرداری یک هکتاری (۱۰۰×۱۰۰ متر) تعیین و به صورت تصادفی منظم پیاده شدند. سپس آماربرداری از ارتفاع، قطربرابرسینه (برای درختان تک پایه) و قطرمتوسط تاج (برای درختان شاخه‌زاد) کلیه پایه‌های موجود در قطعات نمونه انجام شد. به کمک اعداد تصادفی، در هر قطعه نمونه یک پایه بلوط

#### گونه مورد بررسی

این پژوهش در مورد گونه اصلی جنگل‌های زاگرس جنوبی، یعنی بلوط ایرانی انجام شد. پراکنش این گونه بیشتر در ارتفاعات و دامنه‌های جنوب غربی رشته کوه‌های زاگرس است. دخالت‌های انجام گرفته در جنگل‌های غرب کشور موجب شده که فرم رویشی بلوط دچار تغییراتی شود و این گونه در اکثر مناطق رویشی غرب به شکل‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد مشاهده شود. البته با توجه به اینکه هدف این پژوهش، بررسی مقدار زی توده و اندوخته کربن است، فرم درخت، نسبت به منشا (بذری یا جستی) درخت از اهمیت بیشتری برخوردار است. با توجه به اینکه بعضی از پایه‌های انتخاب شده، منشاء بذری نداشته ولی طی سالیان متمادی

کربن، نمونه برداری از اندام‌های مختلف درخت به صورت زیر انجام شد (Snowdon *et al.*, 2002).

میوه: تعداد ۱۰۰ عدد میوه به صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف تاج بدون در نظر گرفتن اندازه میوه برداشت شد.

برگ: تعداد ۳۰ برگ به طور تصادفی از قسمت‌های مختلف تاج بدون در نظر گرفتن اندازه برگ برداشت شد.

سرشاخه (Twig): تعداد ۳۰ سرشاخه بدون در نظر گرفتن ضخامت آنها به طور تصادفی انتخاب شدند، سپس به قطعات ۵ سانتی متری تقسیم شده و از بین آنها ۳۰ قطعه نمونه به طور تصادفی انتخاب شد.

شاخه فرعی (Lateral branch): تعداد ۳۰ شاخه فرعی را با ضخامت‌های مختلف به طور تصادفی انتخاب نموده، سپس آنها را به قطعات ۵ سانتی متری تقسیم کرده و از بین آنها ۳۰ قطعه نمونه به طور تصادفی انتخاب شد.

شاخه اصلی (Main Branches): تعداد ۳۰ شاخه اصلی انتخاب و به ترتیب ضخامت کنار هم دیسک مرتب شدند. سپس با یک فاصله مشخص (Interval) نمونه‌هایی انتخاب شدند. نمونه‌ها به قطعات ۵ سانتی متری تقسیم شده و از بین آنها ۳۰ قطعه نمونه به طور تصادفی انتخاب شد.

تنه (Bole): در نمونه برداری از تنه، دو دیسک تهیه شد: نمونه دیسک به ضخامت ۵ سانتی متر از ارتفاع برابر سینه نمونه دیسک به ضخامت ۵ سانتی متر از محل کنده (شکل ۲)



شکل ۲- تهیه نمونه دیسک به ضخامت ۵ سانتی متر از محل کنده

درخت تک پایه

(تک پایه یا جست گروه) در طبقات قطری و تاجی مختلف انتخاب شد. در فرم تک پایه، درختان با توجه به قطر برابر سینه (طبقات ۵ سانتی متری) و در فرم رویشی جست گروه (به دلیل عدم امکان طبقه بندی پایه‌ها بر اساس قطر برابر سینه)، بر اساس قطر متوسط تاج (طبقات ۱ متری)، انتخاب شدند. در مجموع ۳۰ قطعه نمونه آمار برداری و ۳۰ پایه بلوط (۱۶ درخت تک پایه و ۱۴ جست گروه) مشخص شد. سپس درختان انتخاب شده نشانه گذاری شدند و مشخصه‌های کمی مورد نیاز آنها اندازه گیری شد.

### قطع و توزین درخت

در ابتدای فصل خزان (مهرماه)، پایه‌های انتخاب شده در هر دو فرم رویشی، از ارتفاع ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری زمین قطع و بلافاصله عملیات جداسازی و توزین شروع شد. زی توده روی زمینی به طور معمول به بخش‌های کنده، تنه، پوست، شاخه‌ها و برگ تقسیم می‌شود (Anonymous, 2003). برای تقسیم بندی درخت به قسمت‌های مختلف، فاکتورهای خاصی مانند محتوای رطوبتی (Moisture Content)، غلظت کربن (Carbon Concentration)، عملیاتی بودن (Practicality) و نیازمندی‌های کاری (Interest) در نظر گرفته می‌شوند (Snowdon *et al.*, 2002). براین اساس تعاریف متفاوتی در مورد تقسیم بندی بخش‌های مختلف درخت، وجود دارد (Ketterings *et al.*, 2001; Ducey *et al.*, 2009; Ruiz-Peinado *et al.*, 2012). Ketterings و همکاران (۲۰۰۱) ضمن تقسیم بندی قطعات درخت، بیان می‌کنند که این تقسیم بندی بر اساس ساختار درختی می‌تواند متفاوت باشد. در پژوهش پیش رو با توجه به ساختار رویشی بلوط، درختان نمونه به ۶ قسمت جداگانه شامل تنه، شاخه اصلی، شاخه فرعی، سرشاخه، برگ و میوه تقسیم شدند. پس از قطع و جداسازی، قسمت‌های تفکیک شده به صورت جداگانه، در عرصه به کمک ترازوی عقربه‌ای با دقت ۰/۵ کیلوگرم (برای تنه‌های قطور) و ترازوی رقومی با دقت ۱۰ گرم (برای وزن‌های کمتر) توزین شدند. پس از وزن کردن قسمت‌های مختلف درخت، به منظور اندازه گیری وزن خشک و اندوخته

خشک به کربن آلی اندام‌های درخت محاسبه شد (MacDicken, 1977). به منظور بررسی اطلاعات، تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد.

### نتایج

#### زی توده و اندوخته کربن بلوط ایرانی

برای تمامی درختان انتخاب شده در دو فرم رویشی تک پایه و جست گروه مقدار زی توده و اندوخته کربن در طبقات قطری مختلف مشخص شد. همچنین سهم زی توده در قسمت‌های مختلف درختان تعیین شد که به شرح زیر می‌باشد:

#### زی توده در فرم تک پایه

درختان نمونه با توجه به قطر برابرسینه به ۵ طبقه قطری تقسیم شدند. میانگین وزن خشک (زی توده) قسمت‌های مختلف درختان تک پایه بلوط ایرانی در طبقات قطری متفاوت در جدول ۱ مشاهده می‌شود. بیشترین میزان زی توده روی زمینی در فرم تک پایه بلوط در شاخه اصلی و کمترین آن در میوه وجود دارد.

برای تعیین وزن خشک، نمونه‌های تهیه شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Iranmanesh, 2013). پس از تعیین وزن خشک نمونه‌ها، وزن خشک هر اندام درخت با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$WDC = \frac{WFC * WDS}{WFS} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

WDC: وزن خشک هر قسمت از درخت، WFC: وزن تر هر قسمت از درخت، WDS: وزن خشک هر نمونه و WFS: وزن تر هر کدام از نمونه‌ها است. برای محاسبه وزن خشک (زی توده) کل اندام‌های هوایی، وزن خشک تمام اندام‌های هوایی با یکدیگر جمع شدند. برای اندازه‌گیری درصد کربن آلی نمونه‌ها نیز از روش احتراق در کوره الکتریکی استفاده شد. به این منظور نمونه‌های خشک شده را پس از توزین، به مدت ۴ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۴۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خاکستر شدن کامل، دوباره توزین شدند. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی (۵۴ درصد) میزان کربن آلی در هر کدام از اندام‌های درختان به صورت جداگانه محاسبه و در نهایت ضریب تبدیل وزن

جدول ۱- میانگین زی توده (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف درختان تک پایه بلوط ایرانی در طبقات قطری متفاوت

متوسط زی توده درخت (کیلوگرم)	طبقه قطری (سانتی‌متر)					اندام درخت
	بیشتر از ۴۰	۳۰-۴۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	کمتر از ۱۰	
۱۴/۱ (۴/۲)	۳۴/۹ (۹/۷)	۱۵/۹ (۷)	۵/۶ (۲/۴)	۱/۲ (۰/۸)	۰/۱ (۰/۰۰۵)	میوه
۱۴/۷ (۲/۸)	۲۷/۴ (۶/۵)	۱۷/۶ (۹/۱)	۲۰/۲ (۳/۸)	۷/۱ (۰/۸)	۲/۷ (۰/۳)	برگ
۱۵/۶ (۲/۶)	۲۷/۲ (۲/۶)	۲۰/۸ (۸/۷)	۲۰/۱ (۴/۴)	۸/۹ (۱/۱)	۳/۳ (۰/۲)	سرشاخه
۸۹/۴ (۲۵/۵)	۲۲۶/۷ (۱۴/۶)	۲۱۹/۸ (۸۷/۸)	۵۶/۸ (۱۰/۳)	۱۶/۹ (۶/۳)	۵/۱ (۱/۸)	شاخه فرعی
۱۱۵/۷ (۲۴/۸)	۳۶۶/۹ (۳۶/۵)	۲۰۸/۳ (۳۳/۱)	۵۶ (۲۰/۱)	۲۲/۸ (۹/۵)	۶/۱ (۱/۳)	شاخه اصلی
۹۶/۵ (۲۳)	۲۵۶/۷ (۱۰/۸)	۱۵۰/۵ (۳۴)	۶۹/۶ (۱۱/۶)	۳۸/۸ (۱۳/۴)	۱۲/۹ (۲/۸)	تنه
۲۸/۲ (۸/۱)	۸۷/۹ (۵/۷)	۴۰/۸ (۷/۲)	۱۵/۳ (۴/۱)	۹/۲ (۲/۳)	۲/۳ (۱/۳)	کنده
۳۷۴/۱ (۸۲/۹)	۱۰۲۷/۷ (۴۴)	۶۷۳/۷ (۱۸۰)	۲۴۳/۶ (۴۶)	۱۰۵/۸ (۳۱)	۳۲/۵ (۴/۱)	زی توده روی زمینی (کیلوگرم)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

انداخته کربن در فرم تک پایه  
متوسط انداخته کربن روی زمینی فرم تک پایه بلوط (۲).  
ایرانی ۱۷۹/۹ کیلوگرم در هر درخت برآورد شد (جدول

جدول ۲- میانگین انداخته کربن (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف فرم تک پایه بلوط ایرانی در طبقات قطری متفاوت

متوسط انداخته کربن درخت (کیلوگرم)	طبقه قطری (سانتی متر)					اندام درخت
	بیشتر از ۴۰	۳۰-۴۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	کمتر از ۱۰	
۵/۵ (۱/۷)	۱۳/۹ (۴/۲)	۵/۴ (۱/۹)	۲/۳ (۱)	۰/۸ (۰/۴)	۰/۱ (۰/۰۰۵)	میوه
۶/۹ (۱/۳)	۱۲/۹ (۳/۱)	۸/۳ (۴/۳)	۹/۵ (۱/۸)	۳/۳ (۰/۴)	۱/۳ (۰/۱)	برگ
۷/۵ (۱/۲)	۱۳ (۱/۲)	۱۰ (۴/۲)	۹/۷ (۲/۱)	۴/۳ (۰/۵)	۱/۶ (۰/۱)	سرشاخه
۴۳/۴ (۱۲/۴)	۱۱۰/۱ (۷/۱)	۱۰۶/۸ (۴۲/۷)	۲۷/۶ (۵)	۸/۲ (۳/۱)	۲/۵ (۰/۹)	شاخه فرعی
۵۶ (۱۹/۶)	۱۷۷/۶ (۱۷/۷)	۱۰۰/۸ (۱۶)	۲۷/۱ (۹/۷)	۱۱ (۴/۶)	۳ (۰/۶)	شاخه اصلی
۴۶/۹ (۱۱/۲)	۱۲۴/۸ (۵/۳)	۷۳/۱ (۱۶/۵)	۳۳/۸ (۵/۶)	۱۸/۸ (۶/۵)	۶/۳ (۱/۴)	تنه
۱۳/۷ (۳/۹)	۴۲/۷ (۲/۸)	۱۹/۸ (۳/۵)	۷/۴ (۲)	۴/۵ (۱/۱)	۱/۱ (۰/۶)	کنده
۱۷۹/۹ (۴۶/۳)	۴۹۵ (۵۰/۷)	۳۲۴/۲ (۸۷/۲)	۱۱۶/۹ (۲۲/۲)	۵۰/۹ (۱۵/۱)	۱۵/۹ (۰/۲)	انداخته کربن روی زمینی (کیلوگرم)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

زی توده در فرم جست گروه  
در فرم جست گروه بلوط ایرانی، پایه‌ها با توجه به قطر متوسط تاج به پنج طبقه تقسیم شدند. بیشترین مقدار زی توده روی زمینی در فرم جست گروه بلوط در قسمت تنه و کمترین آن در میوه وجود داشت. متوسط زی توده

روی زمینی در هر درخت در فرم جست گروه بلوط ۱۴۶/۳ کیلوگرم به دست آمد (جدول ۳). متوسط زی توده روی زمینی فرم جست گروه بلوط ایرانی کمتر از نصف متوسط زی توده در فرم تک پایه است.

جدول ۳- میانگین زی توده (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف جست گروه‌های بلوط ایرانی در طبقات تاجی متفاوت

متوسط زی توده درخت (کیلوگرم)	طبقه تاجی (متر)					اندام درخت
	بیشتر از ۸	۶-۸	۴-۶	۲-۴	کمتر از ۲	
۲/۱ (۰/۷)	۴ (۲/۴)	۲/۵ (۱/۲)	۱/۵ (۰/۳)	۰/۴ (۰/۲)	۰/۲ (۰/۰۱)	میوه
۹/۸ (۲/۲)	۱۹/۶ (۱/۷)	۱۹/۹ (۲/۲)	۵/۸ (۱/۸)	۴/۵ (۱/۲)	۱/۷ (۰/۶)	برگ
۷/۸ (۱/۶)	۱۵/۷ (۳/۱)	۱۴/۶ (۱/۹)	۵/۴ (۱/۸)	۳/۳ (۰/۷)	۲ (۰/۳)	سرشاخه
۱۸/۶ (۳/۷)	۳۷/۷ (۰/۶)	۳۲/۶ (۲/۹)	۱۷/۲ (۱/۴)	۸/۵ (۲/۵)	۰/۵ (۰/۳)	شاخه فرعی
۳۸/۱ (۹/۱)	۸۵/۶ (۶/۱)	۶۹ (۳/۲)	۴۳/۸ (۷/۸)	۵/۹ (۲/۵)	۰/۳ (۰/۰۱)	شاخه اصلی
۵۶/۲ (۱۴/۷)	۱۴۶/۸ (۴/۱)	۹۴/۱ (۲۰/۶)	۵۸/۴ (۹/۵)	۸ (۲/۳)	۱/۵ (۰/۴)	تنه
۱۳/۷ (۳/۹)	۳۴/۹ (۰/۳)	۲۱/۹ (۸/۵)	۱۶/۵ (۷/۱)	۱/۵ (۰/۷)	۰/۵ (۰/۲)	کنده
۱۴۶/۳ (۳۴)	۳۴۴/۳ (۱۵)	۲۵۴/۶ (۳۱/۵)	۱۴۸/۶ (۲۲/۴)	۳۲/۱ (۸/۱)	۶/۷ (۰/۶)	زی توده روی زمینی (کیلوگرم)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

اندوخته کربن در فرم جست گروه متوسط اندوخته کربن در فرم جست گروه بلوط ایرانی، در طبقات تاجی به تفکیک اندام‌های مختلف در جدول ۴

مشاهده می‌شود. متوسط اندوخته کربن روی زمینی در این فرم رویشی ۷۰/۷ کیلوگرم است.

جدول ۴- میانگین اندوخته کربن (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف پایه‌های جست گروه بلوط ایرانی در طبقات تاجی متفاوت

متوسط اندوخته کربن	طبقه تاجی (متر)					اندام درخت
	بیشتر از ۸	۶-۸	۴-۶	۲-۴	کمتر از ۲	
درخت (کیلوگرم)						
میوه	۰/۹ (۰/۳)	۱/۱ (۰/۵)	۰/۶ (۰/۱)	۰/۱ (۰/۵)	۰/۱ (۰/۰۱)	
برگ	۴/۶ (۱)	۹/۴ (۱)	۲/۷ (۰/۹)	۲/۱ (۰/۶)	۰/۸ (۰/۳)	
سرشاخه	۳/۷ (۰/۸)	۷ (۰/۹)	۲/۶ (۰/۹)	۱/۶ (۰/۳)	۰/۹ (۰/۱)	
شاخه فرعی	۹ (۱/۸)	۱۵/۸ (۱/۴)	۸/۳ (۰/۷)	۴/۱ (۱/۲)	۰/۳ (۰/۲)	
شاخه اصلی	۱۸/۵ (۴/۴)	۳۳/۴ (۱/۵)	۲۱/۲ (۳/۸)	۲/۸ (۱/۲)	۰/۲ (۰/۰۵)	
تنه	۲۷/۳ (۷/۱)	۴۵/۷ (۱۰)	۲۸/۴ (۴/۶)	۳/۹ (۱/۱)	۰/۷ (۰/۲)	
کنده	۶/۷ (۱/۹)	۱۰/۶ (۴/۱)	۸ (۳/۵)	۰/۷ (۰/۳)	۰/۳ (۰/۰۸)	
اندوخته کربن روی زمینی	۱۶۶/۳ (۷/۲)	۱۲۳ (۱۵/۳)	۷۱/۸ (۱۰/۹)	۱۵/۳ (۳/۷)	۳/۳ (۰/۳)	
						(کیلوگرم)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

متوسط زی توده و موجودی کربن درختان بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی با توجه به آماربرداری انجام شده در منطقه مورد بررسی، مقدار زی توده و موجودی کربن درختان محاسبه و مقدار آن به تفکیک قسمت‌های مختلف درخت تعیین شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقدار زی توده و موجودی کربن گونه بلوط ایرانی در منطقه مورد بررسی

مقدار زی توده (کیلوگرم در هکتار)	موجودی کربن (کیلوگرم در هکتار)	
۳۴۱ (۴۹/۱)	۱۴۰/۹ (۲۰/۴)	میوه
۶۹۵/۸ (۶۹/۹)	۳۶۳/۹ (۳۳/۷)	برگ
۷۹۹/۸ (۷۳/۶)	۳۸۱/۹ (۳۵/۱)	سرشاخه
۴۶۲۵/۴ (۶۰۹/۸)	۲۱۹۲/۱ (۲۸۸/۵)	شاخه فرعی
۵۴۱۴/۱ (۷۰۹/۴)	۲۵۳۲/۵ (۳۳۱/۲)	شاخه اصلی
۵۱۰۶/۸ (۵۴۱/۴)	۲۴۶۰/۹ (۲۶۰/۸)	تنه
۱۵۱۵/۱ (۱۹۱/۱)	۷۱۴/۹ (۹۰/۱)	کنده
۱۸۸۲۲ (۲۱۲۵/۹)	۹۰۹۹ (۱۰۲۷/۱)	بخش روی زمینی

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار (standard error) است.



سرساخه، شاخه فرعی و اصلی بین دو فرم رویشی تفاوت معنی دار وجود دارد (جدول ۶).

مقایسه میانگین زی توده اندام‌های مختلف در دو فرم رویشی بلوط ایرانی نشان داد که متوسط زی توده در میوه،

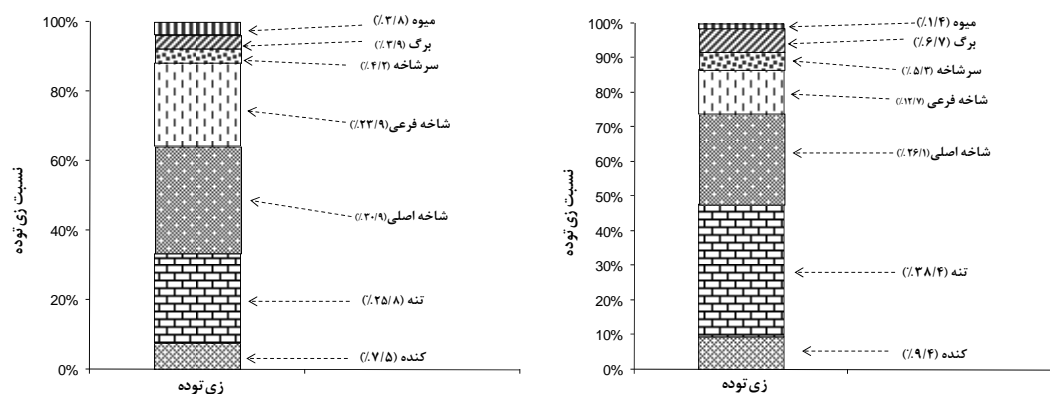
جدول ۶- مقایسه میانگین زی توده اندام‌های مختلف در دو فرم رویشی با استفاده از آزمون t غیرمستقل

اندام	زی توده فرم تک پایه (Kg)	زی توده فرم شاخه زاد (Kg)	sig.
میوه	۱۴/۱	۲/۱	۰/۰۱۰*
برگ	۱۴/۷	۹/۸	۰/۱۹۴
سرساخه	۱۵/۶	۷/۸	۰/۰۱۸*
شاخه فرعی	۸۹/۴	۱۸/۶	۰/۰۱۴*
شاخه اصلی	۱۱۵/۷	۳۸/۱	۰/۰۴۹*
تنه	۹۶/۵	۵۶/۲	۰/۱۶۴ <sup>NS</sup>
کنده	۲۸/۲	۱۳/۷	۰/۱۲۴ <sup>NS</sup>

\* معنی داری در سطح ۰/۰۵ می باشد و NS = معنی دار نیست

این فرم بلوط، تنه ۲۵/۸ درصد زی توده روی زمینی را به خود اختصاص داده است. در فرم جست گروه بلوط ایرانی بیشترین مقدار زی توده روی زمینی به تنه (۳۸/۴ درصد) اختصاص دارد. مجموع شاخه‌های اصلی و فرعی در این فرم رویشی به طور متوسط ۳۸/۸ درصد از کل زی توده روی زمینی را به خود اختصاص داده‌اند. تاج پایه‌های شاخه زاد حدود نیمی (۵۲/۲ درصد) از زی توده روی زمینی را در برمی گیرد.

تخصیص زی توده (**Biomass allocation**) به اندام‌های مختلف درختان تک پایه و شاخه زاده‌ها در شکل ۳ مقدار تخصیص زی توده در قسمت‌های مختلف فرم‌های تک پایه و جست گروه بلوط ایرانی مشاهده می شود. مجموع شاخه‌های اصلی و فرعی درختان تک پایه به طور متوسط ۵۴/۸ درصد از کل زی توده را به خود اختصاص داده‌اند. تاج درخت به طور متوسط بیش از نیمی از زی توده روی زمینی (۶۶/۷ درصد) را در برمی گیرد.



تک پایه

جست گروه

شکل ۳- مقدار تخصیص زی توده در اندام‌های مختلف دو فرم رویشی بلوط ایرانی

## بحث

اندازه‌گیری زی توده گیاهان و به‌ویژه زی توده درختان، یکی از نیازهای اساسی در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی جنگل و بررسی‌های جریان انرژی در بوم‌سازگان به حساب می‌آید و در سالیان اخیر این موضوع مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است (Zianis *et al.*, 2005). مقدار زی توده در اکوسیستم‌های جنگلی علاوه بر اینکه بیانگر توان تولید در واحد سطح یا زمان (مقدار ذخایر کربن موجود در جنگل) می‌باشد، بر چرخه‌های بیوژئوشیمیایی جنگل نیز تأثیر می‌گذارد (Husch *et al.*, 2003). همچنین عواملی مانند بحران گرمایش جهانی و تعیین مقدار کربن ذخیره شده در زی توده درختان جنگلی در کل جهان، جنگل‌کاری با هدف تولید انرژی زیستی و تولید محصولات چوبی و تجارت چوب و کاغذ از جمله مسائلی هستند که با اندازه‌گیری زی توده جنگل ارتباط مستقیم دارند. از طرفی به دلیل اینکه مکانیسم رویش و تولید زی توده گیاهی، طی فرایند فتوسنتز انجام می‌شود، از این رو درک درست چگونگی رویش درخت، نیاز به اندازه‌گیری مقدار زی توده درختی دارد (West, 2009).

بلوط ایرانی در جنگل‌های غرب کشور با دو فرم رویشی دانه‌زاد و شاخه‌زاد حضور دارد. بنابراین آگاهی از میزان زی توده و اندوخته کربن در این گونه و به‌ویژه فرم جست‌گروه (به دلیل فرم رویشی غالب منطقه)، می‌تواند نقش مهمی در ارزش‌گذاری بوم‌سازگان جنگلی غرب کشور و نیز برنامه‌ریزی‌های مدیریتی ایفا نماید. در پژوهش پیش‌رو زی توده و اندوخته کربن گونه بلوط ایرانی در اندام‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفت. جدول‌های میانگین زی توده و کربن به دست آمده (جدول ۱، ۲، ۳ و ۴) را می‌توان نوعی تاریخ زی توده و کربن نام‌گذاری کرد. در این جدول‌ها که براساس روش درخت معدل (Average tree)، میانگین‌هایی از زی توده و کربن در طبقات قطری و تاجی مختلف در دو فرم رویشی بلوط ایرانی ارائه شده است، می‌توان با داشتن یک متغیر (قطر برابر سینه و یا قطر متوسط تاج) به برآوردی از زی توده به تفکیک اندام‌های مختلف در

بلوط ایرانی دست یافت. در میان اندام‌های مختلف درختان بلوط، زی توده میوه و برگ این گونه، علاوه بر جنبه‌های اکولوژیک، از نظر مباحث اقتصادی، اجتماعی و تغذیه‌ای اهمیت دارد. به همین دلیل پژوهش‌های انجام شده در مورد زی توده این دو بخش درخت بیشتر از سایر قسمت‌ها است. بذر درخت بلوط در زادآوری جنگل و تغذیه حیوانات نقش مهمی دارد و از نظر ارزش‌های تغذیه‌ای بسیار حائز اهمیت است (Stelzer *et al.*, 2004). نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین زی توده بذر در توده‌های تک پایه ۱۴/۱ کیلوگرم و در توده‌های شاخه‌زاد ۲/۱ کیلوگرم برای هر پایه است (جدول ۶). همچنین اندوخته کربن بذر درختان تک پایه ۵/۵ و در جست‌گروه‌ها ۰/۹ کیلوگرم است. این مسئله نشان می‌دهد که تبدیل شدن جنگل‌های غرب از وضعیت دانه‌زاد به شاخه‌زاد موجب شده که مقدار بذر تولیدی کاهش پیدا کند. این موضوع تقلیل توان بوم‌سازگان جنگلی غرب در عملکرد اکولوژیک و زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.

Panahi و همکاران (۲۰۰۹) میانگین وزن تر بذرهای تولید شده بلوط ایرانی را در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران ۱۱/۲ کیلوگرم به‌ازای هر پایه برآورد کردند. در حالی که این مقدار در جنگل‌های طبیعی زاگرس استان کردستان از ۱۵ تا ۱۲۰ کیلوگرم بیان شده است (Fattahi, 1992). Ghorbani (۲۰۰۵) نیز تولید بذر بلوط ایرانی را در استان ایلام به‌طور میانگین ۲۰ کیلوگرم به‌ازای یک پایه برآورد کرد. Izquierdo و همکاران (۲۰۰۶) نیز در بررسی مقدار تولید بذر بلوط همیشه سبز در اسپانیا، متوسط تولید بذر این گونه را بین ۲۵۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار و در سال برآورد کردند. ایشان سال اجرای عملیات جنگل‌شناسی و تراکم توده را در مقدار تولید بذر مؤثر دانستند.

اهمیت مقدار زی توده برگ از آنجا ناشی می‌شود که عمل فتوسنتز به عنوان فرایند تولید ماده آلی در برگ انجام شده و برگ‌ها اندام اصلی دریافت نور، فتوسنتز و تعرق هستند (Geng *et al.*, 2000). به‌طور تقریبی ۷۵ درصد از عناصر معدنی جذب شده از خاک در برگ گیاهان متمرکز می‌شود که پس از ریزش برگ‌ها این مواد به خاک بازگشته و

بلوط است. نتایج پژوهش‌های Mortazavi و Bordbar (۲۰۰۶) در جنگلکاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا در استان فارس نشان داد که بیشترین مقدار ذخیره کربن در تنه است که با اندام‌های دیگر تفاوت معنی‌دار دارد. گونه‌های گیاهی به‌طور معمول ساختار زی‌توده روی‌زمینی و زیرزمینی خود را در پاسخ به تغییرات محیطی تنظیم می‌کنند (Wang et al., 2011). در تشریح تئوری پایداری درخت بیان شده است که قطر تنه درخت، مقدار تراکم چوب تنه و جایگاه درخت از نظر اندازه در جنگل، در تعیین زی‌توده روی‌زمینی درخت اهمیت دارد (Pilli et al., 2006).

تخصیص کربن (Carbon Allocation) در اندام‌های مختلف به‌عنوان یک فرایند کلیدی در چرخه کربن محسوب شده و با توجه به اینکه اندام‌های مختلف درخت، طول عمر و نرخ تجزیه متفاوتی دارند، مقدار کربن موجود در هر اندام، زمان باقی‌ماندن کربن در اکوسیستم و چرخه کربن آن را تعیین می‌کند (Carnpioli et al., 2008). Muukkonen (۲۰۰۶) در ارزیابی کربن و زی‌توده جنگل‌های فنلاند، سریع‌ترین نرخ تجزیه را برای ریزریشه‌ها و برگ و بیشترین نرخ را برای کنده درخت معرفی کرد. بررسی زی‌توده جنگل و پتانسیل ذخیره کربن آن، نیازمند ارزیابی دقیق مقدار کربن موجود در بافت‌های مختلف درخت است. در گذشته اندازه‌گیری‌های درصد کربن بیشتر در مورد بخش‌چوبی درختان انجام می‌شد، زیرا که بافت‌های چوبی درخت، بخش عمده ذخیره کربن و تولید خالص بوم‌سازگان‌های جنگلی را به خود اختصاص می‌دهند (Gower et al., 2001). آگاهی از میزان ذخیره کربن در اندام‌های مختلف درختان بلوط ایرانی نقش مهمی در بررسی چرخه کربن و ارزیابی اقتصادی ترسیب کربن ایفا می‌نماید.

## References

- 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

موجب افزایش ذخیره مواد آلی و سایر عناصر غذایی در خاک می‌شوند، در نتیجه تجزیه لاشبرگ‌ها، پوشش مرده و هوموس خاک تولید شده و خواص فیزیکی خاک اصلاح می‌شود. همچنین با ریزش برگ‌ها، انباشتی از نیتروژن در هوموس خاک فراهم می‌شود. به این ترتیب، برگ‌ها برای زنجیره ریزه‌خواری موجودات زنده در خاک، غذا فراهم می‌کنند (Babaiei Kafaki et al., 2009). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که مقدار زی‌توده متوسط برگ در درختان تک‌پایه به‌طور تقریبی با زی‌توده میوه آنها برابر است. این مساله به‌ویژه در درختان با طبقه قطری ۳۰ سانتی‌متر به بالا مشهود است (جدول ۱)، اما در درختان شاخه‌زاد مقدار زی‌توده برگ به‌طور متوسط حدود ۵ برابر زی‌توده میوه است (جدول ۳). میانگین زی‌توده برگ در درختان تک‌پایه ۱۴/۷ کیلوگرم و در جست‌گروه‌ها ۹/۸ کیلوگرم برای هر پایه به‌دست آمد. Adl (۲۰۰۷) در بررسی میزان زی‌توده برگ بلوط ایرانی در جنگل‌های یاسوج، مقدار زی‌توده برگ را ۱۳۱۷/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آورد. میانگین زی‌توده برگ در درختان مورد بررسی در این پژوهش (با در نظر گرفتن ۹۰ پایه در هکتار) ۱۵/۲ کیلوگرم در هر پایه است. Babaiei Kafaki و همکاران (۲۰۰۹) نیز در جنگل‌های شاخه‌زاد اوری (*Quercus macranthera*) منطقه اندبیل خلخال، متوسط وزن خشک برگ این گونه را ۱۸۶۴ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند.

زی‌توده شاخه‌های اصلی و فرعی بیشترین مقدار زی‌توده را در درختان تک‌پایه به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳) که این مقدار در مقایسه با درختان شاخه‌زاد دارای تفاوت معنی‌دار است (جدول ۶). دلیل این مساله به ساختار و فرم رویشی بلوط ایرانی مربوط می‌شود. در این گونه به‌طور معمول شاخه‌های جانبی (شاخه‌های اصلی) از ارتفاع حداکثر ۲/۵ متری شروع می‌شوند و بنابراین قسمت زیادی از زی‌توده درخت، شاخه‌های اصلی و فرعی منشعب از تنه هستند که در تاج درخت قرار دارند. در پایه‌های شاخه‌زاد زی‌توده تنه از زی‌توده شاخه‌های اصلی و فرعی بیشتر است که علت آن وجود چندین تنه مجزا در این فرم رویشی از

- Forest Conference on regeneration problems. Kermanshah. 20p.
- Geng, Y.B., Dong, Y.S. and Meng, W.Q. 2000. Progresses of terrestrial carbon cycle studies. *Advance in Earth Science*, 19: 297-306.
  - Ghorbani, H. 2005. Determination of Amount of acorn in different diameter classes and site conditions in Ilam province. Final report of research project, Research Institute of Forest and Rangeland, 51 p (In Persian).
  - Gower, S.T., Krankina, O., Olson, R.J., Apps, M., Linder, S. and Wang, C. 2001. Net primary production and carbon allocation patterns of boreal forest ecosystems. *Ecological Applications*, 11: 1395-1411.
  - Husch, B., Beers, T.W. and Kershaw, J.A. 2003. *Forest mensuration*. 4th Edition, John Wiley & Sons Inc., 443 p.
  - Houghton, R.A. and Goodale, C.L. 2004. Effects of land-use change on the carbon balance of terrestrial ecosystems. In: DeFries, R., Asner, G. and Houghton, R.A. (Eds.), *Ecosystems and Land Use Change*. American Geophysical Union, 85-98.
  - Iranmanesh, Y. 2013. Assessment on biomass estimation methods and carbon sequestration of *Quercus brantii* Lindl. in Chaharmahal & Bakhtiari forests. Ph.D Thesis. University of Tarbiat Modares, 106p.
  - Iranmanesh, Y., Jalali, S. G. A., Sagheb-talebi, Kh., Hosseini, S. M. and Sohrabi, H. 2013. Allometric equations of biomass and carbon stocks for *Quercus brantii* acorn and its nutrition elements in Lordegan, Chaharmahal Va Bakhtiari. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(2): 242-252 (In Persian).
  - Izquierdo, G. G., Canellas, I. and Montero, G. 2006. Acorn Production in Spanish Holm Oak Woodlands. *Investigation Agraria: Sistemasy Recursos Forestales*. 15(3): 339-354.
  - Kabiri, K. 2008. Comparison of Carbon Sequestration and Its Spatial Pattern in the Above-Ground Woody Compartment of a Pure and Mixed Beech Forest. Ph.D. Thesis of Forestry. Tehran University, 119 p (In Persian).
  - Ketterings, Q.M., Coe, R., Noordwijk, M., Ambagau, Y. and Palm, C. A. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests, *Forest Ecology and Management*, 146(1-3): 199-209.
  - and allometric relationships of two oak species managed for traditional charcoal making in central Mexico. *Biomass and bioenergy*, 36: 192-207.
  - Anonymous, 2003. Good practices guidance for land use, land-use change and forestry. Penman, J. et al. (eds.). IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan, 545p.
  - Babaei Kafaki, S., Khademi, A. and Mataji, A. 2009. Relationship between leaf area index and phisiographical and edaphical condition in a *Quercus macranthera* stand (Case study: Andebil forest, Khalkhal). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(2): 280-289 (In Persian).
  - Bordbar, S. K. and Mortazavi Jahromi, S. M. 2006. Carbon sequestration potential of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and *Acacia salicina* Lindl. plantation in western areas of Fars province. *Pajouhesh & Sazandegi*, 70: 95-103 (In Persian).
  - Campioli, M., Verbeeck, H., Lemeur, R. and Samson, R. 2008. Carbon allocation among fine roots, above and belowground wood in a deciduous forest and its implication to ecosystem C cycling: a modelling analysis, *Biogeosciences Discuss.*, 5: 3781-3823.
  - Chambers, J.Q., Santos, J.S., Ribeiro, R.J. and Higuchi, N. 2001. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest, *Forest Ecology and Management*, 152(1-3): 73-84.
  - Cienciala, E., Apltauer, j., Exnerová, Z. and Tatarinov, F. 2008. Biomass functions applicable to oak trees grown in Central-European forestry, *Journal of Forest Science*, 54(3): 109-120.
  - Clark, D.A., Brown, S., Kicklighter, D.W., Chambers, J.Q., Tomlison, J.R. and Ni, J. 2001. Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. *Ecological Applications* 11, 356-370.
  - Ducey, M. J., Zarin, D. J., Vasconcelos, S. S. and Araújo, M. M. 2009. Biomass equations for forest regrowth in the eastern Amazon using randomized branch sampling, *Acta Amazonica*, 39(2): 349-360.
  - Fatahi, M. 1992. Regeneration problems of Zagros Forest. *Proceedings of the North Zagros*

- Ruiz-Peinado, R., Montero, G. and Del Rio, M. 2012. Biomass models to estimate carbon stocks for hardwood tree species. *Forest Systems*. 21(1): 42-52.
- Saglant, B., Kucuki, O., Bilgili, E., Durmaz, D. and Basal, I. 2008. Estimating fuel biomass of some shrub species (Maquis) in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32:349-356.
- Sato, T. 1982. *Forest Biomass*. Dr. W. Junk Publisher, The Hague. 164 p.
- Snowdon, P., Raison, J., Keith, H., Ritson, P., Grierson, P., Adams, M., Montagu, K., Bi, H., Burrows, W. and Eamus, D. 2002. Protocol for sampling tree and stand biomass. Australian Greenhouse Office Publication, 67 p.
- Stelzer, L. E., Chambers, J. L., Meadows, J. S. and Ribbeck, K. F. 2004. Leaf Biomass and Acorn Production in Thinned 30-Year-Old Cherrybark Oak Plantation. Proceedings of the 12th biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-71. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 594 p.
- Thomas, S.C., Malczewski, G. and Sapruff, M. 2007. Assessing the potential of native tree species for carbon sequestration forestry in Northeast China. *Journal of Environmental Management*, 85: 663-671.
- Varamesh, S., Hosseini, S. M., Abdi N. and Akbarinia, M. 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. *Iranian Journal of Forest*, 2 (1): 25-35 (In Persian).
- Wang, J., Zhang, c., Xia, F., Zhao, X., Wu, L. and Gadow, K.V. 2011. Biomass structure and allometry of *Abies nephrolepis* (Maxim) in northeast China, *Silva Fennica*, 45(2): 211-226.
- West, P. W. 2009. *Tree and Forest Measurement*. Springer Publisher, 190 p.
- Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. and Mencuccini, M. 2005. Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe. *Silva Fennica. Monographs* 4, 52p.
- Khademi, A., Babaei, S. and Mataji, M. 2009. Investigation on the amount of biomass and its relationship with physiographic and edaphic factors in oak coppice stand (Case study Khalkhal, Iran). *Iranian Journal of Forest*, 1(1): 57-67 (In Persian).
- Khademi, A., Babaei, S. and Mataji, M. 2010. The role of coppice oak stand in carbon storage and CO<sub>2</sub> uptake (Case study: Khalkhal, Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(2): 242-252 (In Persian).
- Kindermann, G.E., McCallum, I., Fritz, S. and Obersteiner, M. 2008. A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics. *Silva Fennica* 42:387-396.
- Liu, C. 2009. From a tree to a stand in Finnish boreal forests: biomass estimation and comparison of methods. *Dissertationes Forestales*. Faculty of Agriculture and Forestry. University of Helsinki. 43p.
- MacDicken, K.G. 1997. *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International Institute for Agricultural Development, Forest Carbon Monitoring Program, 87p.
- Muukkonen, P. 2006. Forest inventory-based large-scale forest biomass and carbon budget assessment: new enhanced methods and use of remote sensing for verification. Ph.D. Thesis of Geography, University of Helsinki, Faculty of Science, 49 p.
- Panahi, P., Jamzad, Z. and Pourhashemi, M. 2009. Acorn production of Zagros forests oaks and their qualitative characteristics in Zagros section of National Botanical Garden of Iran. *Journal of Forest and Wood Products (JFWP)*, *Iranian Journal of Natural Resources*, 62(1): 45-57 (In Persian).
- Panahi, P., Pourhashemi, M. and Hasani nejad, M., 2011. Estimation of leaf biomass and leaf carbon sequestration of *Pistacia atlantica* in National Botanical Garden of Iran. *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 1-12.
- Pilli, R., Anfodillo, T. and Carrer, M. 2006. Towards a functional and simplified allometry for estimating forest biomass. *Forest Ecology and Management*, 237: 583-593.

## Biomass and carbon Stocks of Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) in two vegetation forms in Lordegan, Chaharmahal & Bakhtiari Forests

Y. Iranmanesh<sup>1\*</sup>, Kh. Sagheb Talebi<sup>2</sup>, H. Sohrabi<sup>3</sup>, S.Gh. Jalali<sup>4</sup> and S.M. Hosseini<sup>4</sup>

1\*- Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, I.R. Iran. E-mail: y\_iranmanesh@yahoo.com.

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

3- Assistant Prof., Faculty of natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, I.R. Iran.

4- Associate Prof., Faculty of natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, I.R. Iran.

Received: 12.11.2013

Accepted: 11.09.2014

### Abstract

Estimates of tree biomass are useful in assessing forest structure and evaluating ecological and economic processes such as nutrient cycle, forest productivity and fuel inventories. The information on tree biomass is required to assess the amount of carbon held in trees. This research was conducted in order to measure biomass and Carbon stocks of two vegetation forms of Brant's oak (*Quercus brantii*) in Chaharmahal & Bakhtiari Forests in west of Iran. Therefore, sample trees were selected to be felled using 30 randomized systematic plots. Thirty trees including 16 individuals with single stem and 14 sprout-clumps were randomly selected. Quantitative and qualitative traits were measured before felling. The felled trees were separated into six different components and weighed on a portable hanging scale in the field in order to obtain the fresh weight. Samples were taken from each tree component. The samples were weighed on a scale with 0.01 gr accuracy and transported to a laboratory. According to results, biomass of single stem trees was 2.5 times more than coppice forms. Moreover, biomass allocation of single stem trees and coppice trees were identified.

**Keywords:** *Quercus brantii*, Chaharmahal & Bakhtiari, biomass, vegetation form, Carbon.