فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۴، صفحه ۷۶۲-۷۴۹، (۱۳۹۳)

زی‌توده و اندوخته کربن روی‌زمینی در دو فرم رویشی بلوط‌ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های لردگان استان چهارمحال و بختیاری

یعقوب ایران‌منش[۱*]، خسرو ثاقب‌طالبی[۲]، هرمز سهرابی[۳]، سیدغلامعلی جلالی[۴] و سیدمحسن حسینی[۴]

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 جنگل‌ها 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 دریافت: ۹۲/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۱۸

چکیده

اندازه‌گیری زی‌توده درختی یک شاخص بسیار مهم برای ارزش‌گذاری فرآیندهای اقتصادی و بوم‌شناختی مانند چرخه عناصر غذایی، تولید جنگل و ذخیره سوختی محسوب می‌شود. این تحقیق با هدف اندازه‌گیری مقدار زی‌توده و اندوخته کربن روی‌زمینی در دو فرم رویشی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. به این منظور قطعات‌نمونه آماربرداری یک‌هکتاری تعیین و به‌صورت منظم- تصادفی پیاده شدند. سپس در هر قطعه‌نمونه یک پایه بلوط (تک‌پایه یا جست‌گروه) در طبقات قطری و تاجی مختلف انتخاب شد. در مجموع ۳۰ قطعه‌نمونه آماربرداری و ۳۰ پایه بلوط (۱۶ درخت تک‌پایه و ۱۴ جست‌گروه) مشخص شد. درختان نمونه نشانه‌گذاری شده و صفات کمی موردنیاز اندازه‌گیری شدند، سپس عملیات قطع و جداسازی درختان به قسمت‌های مختلف انجام شد. قسمت‌های مختلف درختان بلافاصله پس از قطع در عرصه توزین شده و نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری وزن خشک و مقدار کربن انجام شد. نتایج این پژوهش ضمن اینکه میانگین زی‌توده و اندوخته کربن دو فرم رویشی بلوط ایرانی را به‌تفکیک قسمت‌های درخت نشان می‌دهد، این مقادیر را در طبقه‌های قطری و تاجی مختلف ارائه می‌دهد که در واقع نوعی تاریف زی‌توده و کربن به‌حساب می‌آیند. متوسط زی‌توده روی‌زمینی در هر درخت در فرم تک‌پایه و جست‌گروه بلوط به‌ترتیب ۳۷۴/۱ و ۱۴۶/۳ کیلوگرم به‌دست آمد که نشان‌دهنده ۲/۵ برابربودن متوسط زی‌توده در درختان تک‌پایه نسبت به جست‌گروه‌هاست. تخصیص زی‌توده به قسمت‌های مختلف درختان تک‌پایه و جست‌گروه از دیگر نتایج این پژوهش است.

واژه‌های کلیدی: ، بلوط ایرانی، چهارمحال و بختیاری، زی‌توده، فرم رویشی، کربن.

مقدمه

درختان، مؤلفه اصلی بوم‌سازگان‌های جنگلی هستند و بیشترین ذخیره یا مقدار واقعی زی‌توده زنده جنگل را به‌خود اختصاص می‌دهند. کل زی‌توده جنگل حدود $۱۰^{۱۵} \times ۶۷۷$ گرم (۶۷۷ پتاگرم) بوده که ۸۰ درصد از این زی‌توده جهانی مربوط به درختان است (Kindermann *et al.*,

Archive of SID

www.SID.ir

2008). اندازه‌گیری زی‌توده درخت در ارزیابی ساختار و شرایط جنگل کاربرد دارد (Houghton & Goodale, 2004). همچنین، زی‌توده 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 زی‌توده درختی به‌منظور ارزیابی مقدار کربن موجود در درخت نیز اهمیت دارد (Cienciala *et al*., 2008). تولید جنگل، ذخیره و جریان کربن برمبنای اندازه‌گیری‌های زی‌توده 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 به‌ویژه در سیستم‌های اگروفارستری، اندازه‌گیری زی‌توده هوایی گیاه است (Saglant *et al*., 2008). زی‌توده درختی با توجه به عملکردهای اکولوژیک، به قسمت‌های مختلفی شامل ساقه، شاخه‌های زنده، شاخ و برگ و ریشه تقسیم می‌شود.

براساس بررسی‌های Satoo (۱۹۸۲) اولین اندازه‌گیری زی‌توده درختی توسط دانشمند آلمانی به‌نام Ebermeyer (۱۸۷۶) انجام شد که شامل اندازه‌گیری برگ و سرشاخه‌های درختان جنگلی بوده است. درطول نیمه اول قرن بیستم بررسی قسمت‌های مختلف زی‌توده 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 زی‌توده جنگلی به‌صورت گسترده پیگیری شد که در نتیجه آن داده‌های فراوانی درمورد جمع‌آوری و روش‌های جدید برآورد زی‌توده گیاهی توسعه یافتند. در آن زمان و در هنگامی که بحران انرژی نفتی به اوج خود رسید، اهمیت انرژی زی‌توده بیشتر شناخته شد و پژوهش‌های علمی در مورد مقدار ماده خشکی که در بوم‌سازگان‌های جنگلی ذخیره می‌شود، فزونی یافت. بعد از سال ۱۹۸۰، مقدار زی‌توده جنگلی، عوامل مؤثر برآن و روش‌های برآورد زی‌توده، مورد توجه بیشتری قرار گرفتند، زیرا که پتانسیل درختان جنگلی در ذخیره کربن و کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفر بیشتر شناخته شد (Liu, 2009). در مدیریت پایدار منابع جنگلی و مطالعات جریان انرژی در بوم‌سازگان، اندازه‌گیری زی‌توده درختی از اهمیت فراوانی برخوردار است. مدیران جنگل برای برنامه‌ریزی در سطوح عملیاتی و استراتژیک به‌شدت بر اندازه‌گیری دقیق زی‌توده تاکید دارند (Zianis *et al*., 2005).

پژوهش‌های انجام شده در مورد زی‌توده و کربن درختان جنگلی در خارج از کشور بسیار فراوان بوده و دارای سابقه بیشتر از یک قرن است.MacDicken (۱۹۷۷) بیان می‌کند که زی‌توده، اساس برآورد ارزش اقتصادی کربن بوده و اندازه‌گیری و برآورد زی‌توده در دو بخش زی‌توده 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، به‌طوری‌که پهن‌برگان دارای قابلیت بیشتری از نظر ترسیب کربن هستند (Thomas *et al*., 2007). Aguilar و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی، زی‌توده 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 قطربرابرسینه را برای برآورد زی‌توده 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 نسبتا 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) زی‌توده برگ و شاخص سطح برگ گونه‌های بلوط ایرانی و بنه

Archive of SID

www.SID.ir

(*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 درهکتار 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، به‌منظور 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) به‌طور 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 موردمطالعه سالانه به‌طور 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 به‌طور متوسط ۵/۹۴ مگا گرم است. Varamesh و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر جنگلکاری با گونه‌های اقاقیا و زبان‌گنجشک را در ترسیب کربن اتمسفری مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد هر یک از توده‌های اقاقیا (*Robinia Pseudoacacia*) و زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) به‌ترتیب 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 به‌دست 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 به‌دست آوردند.

درحال 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 دراین 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 موردمطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

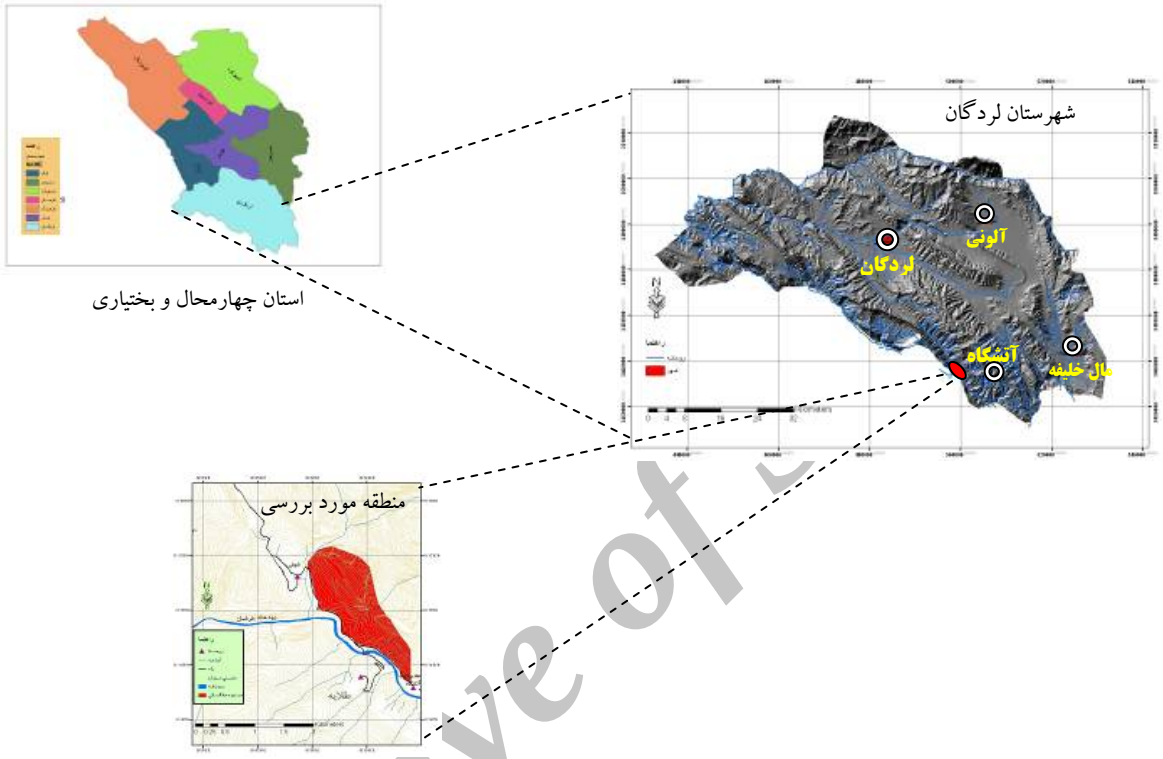
منطقه موردبررسی

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 ″۰۰ ′۵۹ °۵۰ تا ″۵۴ ′۵۹ °۵۰ طول شرقی و ″۲۰ ′۱۴ °۳۱ تا ″۲۴ ′۱۵ °۳۱ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱–موقعیت جغرافیایی منطقه موردبررسی

گونه موردبررسی

این پژوهش درمورد 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 زی‌توده 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 به شکل دانه‌زاد درآمده‌اند، تحت عنوان "تک پایه" نامیده شدند. بنابراین دو گروه درختان تک‌پایه و جست‌گروه به‌منظور ارزیابی زی‌توده و اندوخته کربن موردبررسی قرار گرفتند.

انتخاب پایه‌های موردمطالعه

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

Archive of SID
www.SID.ir

(تک‌پایه یا جست‌گروه) در طبقات قطری و تاجی مختلف انتخاب شد. در فرم تک‌پایه، درختان با توجه به قطربرابرسینه (طبقات ۵ سانتی‌متری) و در فرم رویشی جست‌گروه (به دلیل عدم امکان طبقه‌بندی پایه‌ها براساس قطربرابرسینه)، براساس قطرمتوسط تاج (طبقات ۱ متری)، انتخاب شدند. در مجموع ۳۰ قطعه‌نمونه آماربرداری و ۳۰ پایه بلوط (۱۶ درخت تک‌پایه و ۱۴ جست‌گروه) مشخص شد. سپس درختان انتخاب شده نشانه‌گذاری شدند و مشخصه‌های کمی موردنیاز آنها اندازه‌گیری شد.

قطع و توزین درخت

در ابتدای فصل خزان (مهرماه)، پایه‌های انتخاب شده در هر دو فرم رویشی، از ارتفاع ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری زمین قطع و بلافاصله عملیات جداسازی و توزین شروع شد. زی‌توده روی‌زمینی به‌طور معمول به بخش‌های کنده، تنه، پوست، شاخه‌ها و برگ تقسیم می‌شود (Anonymous, 2003). برای تقسیم‌بندی درخت به قسمت‌های مختلف، فاکتورهای خاصی مانند محتوای رطوبتی (Moisture Content)، غلظت کربن (Carbon Concentration)، عملیاتی‌بودن (Practicality) و نیازمندی‌های کاری (Interest) درنظر گرفته می‌شوند (Snowdon *et al.*, 2002). براین اساس تعاریف متفاوتی درمورد تقسیم‌بندی بخش‌های مختلف درخت، وجود دارد (Ketterings *et al.*, 2001; Ducey *et al.*, 2009; Ruiz-Peinado *et al.*, 2012). Ketterings و همکاران (۲۰۰۱) ضمن تقسیم‌بندی قطعات درخت، بیان می‌کنند که این تقسیم‌بندی براساس ساختار درختی می‌تواند متفاوت باشد. در پژوهش پیش‌رو با توجه به ساختار رویشی بلوط، درختان نمونه به ۶ قسمت جداگانه شامل تنه، شاخه‌اصلی، شاخه‌فرعی، سرشاخه، برگ و میوه تقسیم شدند. پس از قطع و جداسازی، قسمت‌های تفکیک شده به‌صورت 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، به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک و اندوخته کربن، نمونه‌برداری از اندام‌های مختلف درخت به‌صورت زیر انجام شد (Snowdon *et al.*, 2002).

میوه: تعداد ۱۰۰ عدد میوه به‌صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف تاج بدون درنظر گرفتن اندازه میوه برداشت شد.

برگ : تعداد ۳۰ برگ به‌طورتصادفی از قسمت‌های مختلف تاج بدون درنظرگرفتن اندازه برگ برداشت شد.

سرشاخه (Twig): تعداد ۳۰ سرشاخه بدون درنظر گرفتن ضخامت آنها به‌طور تصادفی انتخاب شدند، سپس به قطعات ۵ سانتی‌متری تقسیم شده و از بین آنها ۳۰ قطعه نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شد.

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

شاخه اصلی (Main Branches): تعداد ۳۰ شاخه اصلی انتخاب و به‌ترتیب ضخامت کنار همدیگر مرتب شدند. سپس با یک فاصله مشخص (Interval) نمونه‌هایی انتخاب شدند. نمونه‌ها به قطعات ۵ سانتی‌متری تقسیم شده و از بین آنها ۳۰ قطعه نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شد.

تنه (Bole): در نمونه‌برداری از تنه، دو دیسک تهیه شد:

نمونه دیسک به ضخامت ۵ سانتی‌متر از ارتفاع برابرسینه

نمونه دیسک به ضخامت ۵ سانتی‌متر از محل کنده (شکل ۲)

شکل ۲-تهیه نمونه دیسک به ضخامت ۵ سانتی‌متر از محل کنده درخت تک‌پایه

Archive of SID

www.SID.ir

برای تعیین وزن خشک، نمونه‌های تهیه شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Iranmanesh, 2013). پس از تعیین وزن خشک نمونه‌ها، وزن خشک هر اندام درخت بااستفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$WDc = \frac{WFc * WDs}{WFs}$$ 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 هرکدام از نمونه‌ها است. برای محاسبه وزن خشک (زی‌توده) 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 منظورنمونه‌های 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 درنهایت ضریب تبدیل وزن خشک به کربن آلی اندام‌های درخت محاسبه شد (MacDicken, 1977). به‌منظور بررسی اطلاعات، تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرونوف بررسی شد.

نتایج

زی‌توده و اندوخته کربن بلوط ایرانی

برای تمامی درختان انتخاب شده در دو فرم رویشی تک‌پایه و جست‌گروه مقدار زی‌توده و اندوخته کربن در طبقات قطری مختلف مشخص شد. همچنین سهم زی‌توده در قسمت‌های مختلف درختان تعیین شد که به‌شرح زیر می‌باشد:

زی‌توده در فرم تک‌پایه

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

جدول ۱-میانگین زی‌توده (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف درختان تک‌پایه بلوط ایرانی در طبقات قطری متفاوت

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

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

Archive of SID

www.SID.ir

اندوخته کربن در فرم تک پایه

متوسط اندوخته کربن روی‌زمینی فرم تک‌پایه بلوط ایرانی ۱۷۹/۹ کیلوگرم در هر درخت برآورد شد (جدول ۲).

جدول ۲-میانگین اندوخته کربن (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف فرم تک‌پایه بلوط ایرانی در طبقات قطری متفاوت

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

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

زی‌توده در فرم جست‌گروه

در فرم جست‌گروه بلوط ایرانی، پایه‌ها با توجه به قطر متوسط تاج به پنج طبقه تقسیم شدند. بیشترین مقدار زی‌توده روی‌زمینی در فرم جست‌گروه بلوط در قسمت تنه و کمترین آن در میوه وجود داشت. متوسط زی‌توده روی‌زمینی در هر درخت در فرم جست‌گروه بلوط ۱۴۶/۳ کیلوگرم به‌دست آمد (جدول ۳). متوسط زی‌توده روی‌زمینی فرم جست‌گروه بلوط ایرانی کمتر از نصف متوسط زی‌توده در فرم تک‌پایه است.

جدول ۳-میانگین زی‌توده (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف جست‌گروه‌های بلوط ایرانی در طبقات تاجی متفاوت

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

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است

Archive of SID

www.SID.ir

اندوخته کربن در فرم جست‌گروه

متوسط اندوخته کربن در فرم جست‌گروه بلوط ایرانی، در طبقات تاجی به تفکیک اندام‌های مختلف در جدول ۴ مشاهده می‌شود. متوسط اندوخته کربن روی‌زمینی در این فرم رویشی ۷۰/۷ کیلوگرم است.

جدول ۴-میانگین اندوخته کربن (کیلوگرم) قسمت‌های مختلف پایه‌های جست‌گروه بلوط‌ایرانی در طبقات‌تاجی متفاوت

اندام درخت	طبقه تاجی (متر)					متوسط اندوخته کربن
	کمتر از ۲	۲-۴	۴-۶	۶-۸	بیشتر از ۸	درخت (کیلوگرم)
میوه	۰/۱ (۰/۰۱)	۰/۱ (۰/۵)	۰/۶ (۰/۱)	۱/۱ (۰/۵)	۱/۷ (۱/۱)	۰/۹ (۰/۳)
برگ	۰/۸ (۰/۳)	۲/۱ (۰/۶)	۲/۷ (۰/۹)	۹/۴ (۱)	۹/۲ (۰/۸)	۴/۶ (۱)
سرشاخه	۰/۹ (۰/۱)	۱/۶ (۰/۳)	۲/۶ (۰/۹)	۷ (۰/۹)	۷/۵ (۱/۵)	۳/۷ (۰/۸)
شاخه فرعی	۰/۳ (۰/۲)	۴/۱ (۱/۲)	۸/۳ (۰/۷)	۱۵/۸ (۱/۴)	۱۸/۳ (۰/۳)	۹ (۱/۸)
شاخه اصلی	۰/۲ (۰/۰۵)	۲/۸ (۱/۲)	۲۱/۲ (۳/۸)	۳۳/۴ (۱/۵)	۴۱/۴ (۲/۹)	۱۸/۵ (۴/۴)
تنه	۰/۷ (۰/۲)	۳/۹ (۱/۱)	۲۸/۴ (۴/۶)	۴۵/۷ (۱۰)	۷۱/۳ (۰/۳)	۲۷/۳ (۷/۱)
کنده	۰/۳ (۰/۰۸)	۰/۷ (۰/۳)	۸ (۳/۵)	۱۰/۶ (۴/۱)	۱۶/۹ (۱/۹)	۶/۷ (۱/۹)
اندوخته کربن روی‌زمینی (کیلوگرم)	۳/۳ (۰/۳)	۱۵/۳ (۳/۷)	۷۱/۸ (۱۰/۹)	۱۲۳ (۱۵/۳)	۱۶۶/۳ (۷/۲)	۷۰/۷ (۱۶/۵)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اشتباه معیار است.

متوسط زی‌توده و موجودی کربن درختان بلوط ایرانی در منطقه موردبررسی

با توجه به آماربرداری انجام شده در منطقه موردبررسی، مقدار زی‌توده و موجودی کربن درختان محاسبه و مقدار آن به تفکیک قسمت‌های مختلف درخت تعیین شد (جدول ۵).

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

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین زی‌توده اندام‌های مختلف در دو فرم رویشی بلوط ایرانی نشان داد که متوسط زی‌توده در میوه، سرشاخه، شاخه فرعی و اصلی بین دو فرم رویشی تفاوت معنی‌دار وجود دارد (جدول ۶).

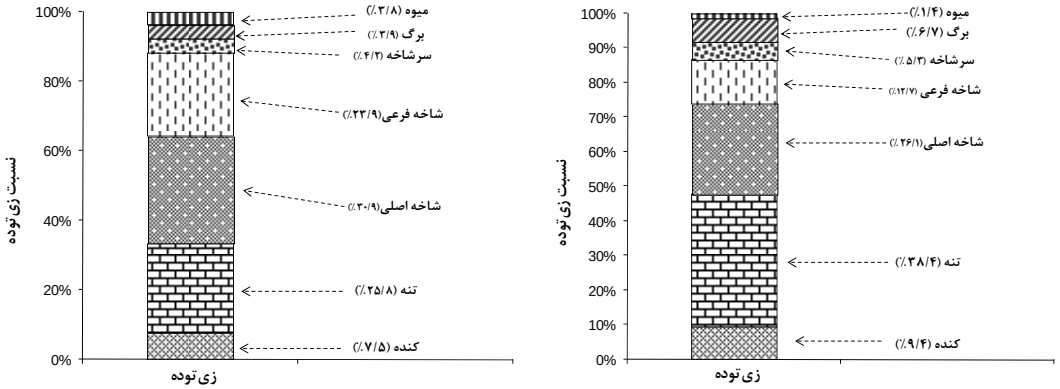
جدول ۶- مقایسه میانگین زی‌توده اندام‌های مختلف در دو فرم رویشی بااستفاده از آزمون t غیرمستقل

اندام	زی‌توده فرم تک‌پایه (Kg)	زی‌توده فرم شاخه‌زاد (Kg)	sig.
میوه	۱۴/۱	۲/۱	۰/۰۱۰*
برگ	۱۴/۷	۹/۸	۰/۱۹۴
سرشاخه	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^{ns}
کنده	۲۸/۲	۱۳/۷	۰/۱۲۴^{ns}

* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد و ns= معنی‌دار نیست

تخصیص زی‌توده (Biomass allocation) به اندام‌های مختلف درختان تک‌پایه و شاخه‌زادها

در شکل ۳ مقدار تخصیص زی‌توده در قسمت‌های مختلف فرم‌های تک‌پایه و جست‌گروه بلوط ایرانی مشاهده می‌شود. مجموع شاخه‌های اصلی و فرعی درختان تک‌پایه به‌طور متوسط ۵۴/۸ درصد از کل زی‌توده را به خود اختصاص داده‌اند. تاج درخت به‌طور متوسط بیش از نیمی از زی‌توده روی‌زمینی (۶۶/۷ درصد) را در برمی‌گیرد. در این فرم بلوط، تنه ۲۵/۸ درصد زی‌توده روی‌زمینی را به خود اختصاص داده است. در فرم جست‌گروه بلوط ایرانی بیشترین مقدار زی‌توده روی‌زمینی به تنه (۳۸/۴ درصد) اختصاص دارد. مجموع شاخه‌های اصلی و فرعی در این فرم رویشی به‌طور متوسط ۳۸/۸ درصد از کل زی‌توده روی‌زمینی را به خود اختصاص داده‌اند. تاج پایه‌های شاخه‌زاد حدود نیمی (۵۲/۲ درصد) از زی‌توده روی‌زمینی را دربرمی‌گیرد.



جست گروه تک‌پایه

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

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

اندازه‌گیری زی‌توده گیاهان و به‌ویژه زی‌توده درختان، یکی از نیازهای اساسی در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی جنگل و بررسی‌های جریان انرژی در بوم‌سازگان به‌حساب می‌آید و در سالیان اخیر این موضوع مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است (Zianis *et al*., 2005) . مقدار زی‌توده در اکوسیستم‌های جنگلی علاوه براینکه 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 زی‌توده 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 زی‌توده جنگل ارتباط مستقیم دارند. از طرفی به‌دلیل اینکه مکانیسم رویش و تولید زی‌توده گیاهی، طی فرایند فتوسنتز انجام می‌شود، ازاین رو درک درست چگونگی رویش درخت، نیاز به اندازه‌گیری مقدار زی‌توده درختی دارد (West, 2009).

بلوط ایرانی در جنگل‌های غرب کشور با دو فرم رویشی دانه‌زاد و شاخه‌زاد حضور دارد. بنابراین آگاهی از میزان زی‌توده و اندوخته کربن در این گونه و به‌ویژه فرم جست‌گروه (به‌دلیل فرم رویشی غالب منطقه)، می‌تواند نقش مهمی در ارزش‌گذاری بوم‌سازگان جنگلی غرب کشور و نیز برنامه‌ریزی‌های مدیریتی ایفا نماید. در پژوهش پیش‌رو زی‌توده و اندوخته کربن گونه بلوط ایرانی در اندام‌های گوناگون موردبررسی قرار گرفت. جدول‌های میانگین زی‌توده و کربن به‌دست آمده (جداول ۱، ۲، ۳ و ۴) را می‌توان نوعی تاریف زی‌توده و کربن نام‌گذاری کرد. در این جدول‌ها که براساس روش درخت معدل (Average tree)، میانگین‌هایی از زی‌توده 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 زی‌توده به تفکیک اندام‌های مختلف در بلوط ایرانی دست یافت. در میان اندام‌های مختلف درختان بلوط، زی‌توده میوه و برگ این گونه، علاوه بر جنبه‌های اکولوژیک، از نظر مباحث اقتصادی، اجتماعی و تغذیه‌ای اهمیت دارد. به همین دلیل پژوهش‌های انجام شده درمورد زی‌توده 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 زی‌توده بذر در توده‌های تک‌پایه ۱۴/۱ کیلوگرم و در توده‌های شاخه‌زاد ۲/۱ کیلوگرم برای هر پایه است (جدول ۶). همچنین اندوخته کربن بذر درختان تک‌پایه 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. درحالی‌که 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 زی‌توده 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 عناصرمعدنی جذب شده از خاک در برگ گیاهان متمرکز می‌شود که پس از ریزش برگ‌ها این مواد به خاک بازگشته و

Archive of SID

www.SID.ir

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. به‌این 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 درنظر 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 بلوط است. نتایج پژوهش‌های Bordbar و Mortazavi (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 ازنظر 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 (Campioli *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

Archive of SID

www.SID.ir

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 Rangelad, 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. Investication 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

Archive of SID

www.SID.ir

- 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 CO2 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 Internationl 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.
- 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.
- Satoo, 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 Saprunoff, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Y. Iranmanesh[1*], Kh. Sagheb Talebi [2], H. Sohrabi [3], S.Gh. Jalali [4] and S.M. Hosseini [4]

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.

Archive of SID

www.SID.ir